

# Evidenz für Silber in der Wundversorgung – Metaanalyse klinischer Studien von 2000-2015

Übersetzt aus: Evidence for silver in wound care - meta-analysis of clinical studies from 2000-2015

Joerg Hilt

## Müssen Sie dieses Papier zitieren?

Holen Sie sich das Zitat in den Stilen von MLA, APA oder Chicago

## Willst du noch mehr Papiere wie diese?

[Laden Sie eine PDF-Packung mit zugehörigen](#)

[Durchsuchen Sie den Katalog von Academia mit 40 Millionen kostenlosen Veröffentlichungen](#)

# Evidenz für Silber in der Wundversorgung – Metaanalyse klinischer Studien von 2000-2015

Joerg Hilt

[Original Paper](#) 

---

## Zusammenfassung

Hintergrund: Da die wissenschaftliche Evidenz für Silber in der Wundversorgung allgemein als unzureichend angesehen wird, besteht bei Anwendern Unsicherheit bezüglich der klinischen Anwendung. Material und Methoden: Eine Expertengruppe wertete die von 2000-2015 veröffentlichten klinischen Studien zu Silber in der Wundbehandlung aus. Ergebnisse: Insgesamt wurden 851 Artikel identifiziert, von denen 173 eingeschlossen und kategorisiert wurden. Es gab 31 randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) und acht Kohortenstudien. Achtundzwanzig dieser Studien zeigten statistisch signifikante Ergebnisparameter zugunsten von Silber. Während neun dieser Studien Brandverletzungen untersuchten, befassten sich 20 mit anderen Indikationen (venöse Beingeschwüre: 9; Druckgeschwüre: 3; chronische Wunden: 2; diabetisches Fußgeschwür: 1; andere Arten von Wunden: 5). In 16 Studien war der primäre Parameter die Wundheilung, während in zwölf Studien die Lebensqualität einschließlich Schmerz bewertet wurde; Kosteneffizienz in acht Studien; Verringerung der Bakterienlast, in drei Studien. Basierend auf diesen Ergebnissen wurde ein Behandlungsalgorithmus für den klinischen Einsatz von Silber in der Wundversorgung entwickelt. Schlussfolgerungen: Die vorliegende Meta-Analyse zeigt, dass die Evidenzbasis für Silber in der Wundbehandlung deutlich besser ist, als in der aktuellen wissenschaftlichen Debatte wahrgenommen wird. So wirkt Silber bei gezieltem und zeitlich begrenztem Einsatz nicht nur antimikrobiell, sondern zeichnet sich auch durch eine Verbesserung der Lebensqualität und eine gute Wirtschaftlichkeit aus.

## Einführung

Die Verwendung von Silber in der Wundversorgung hat eine sehr lange Tradition. In

Ägypten wurde das Aufbringen von Blattsilber für Wunden bereits 1850 v. Chr. praktiziert, und in der Antike wurden mit Silber beschichtete Gefäße zur Aufbewahrung von Wasser und Lebensmitteln verwendet, um sie vor dem Verderben zu bewahren. Die antimikrobielle Wirkung von Silber war zwar bekannt, aber nicht näher verstanden. Auch Hippokrates beschrieb in seinen Lehrbüchern die positive Wirkung von Silber auf die Wundheilung. Ende des 19. Jahrhunderts enthielten viele Medikamente zur Behandlung von Augenerkrankungen, Hauterkrankungen und Infektionskrankheiten Silber. Insbesondere die Prophylaxe von Cr d , die 1881 eingeführt und fast ein Jahrhundert lang fortgesetzt wurde, bestand aus der Instillation einer 1%igen Silbernitratlösung in die Augen von Neugeborenen, um Tripper zu verhindern. Um 1920 wurde kolloidales Silber von der US-amerikanischen FDA (Food and Drug Administration) zur Wundbehandlung zugelassen. 1968 wurde Silbersulfadiazin (SSD) in die klinische Praxis eingeführt und blieb einige Jahre lang der Goldstandard in der topischen antimikrobiellen Behandlung, insbesondere bei der Behandlung von Brandverletzungen [ 1 ] .

Trotz dieser sehr langen Tradition von Silber in der medizinischen Therapie wird die wissenschaftliche Evidenz immer wieder kritisch bewertet, insbesondere im Hinblick auf die Wundbehandlung. Suche nach klinischen Studien, die bis 2009 veröffentlicht wurden, der neueste Interessenkonflikt JD: Convatec, Coloplast, Mölnlycke, Urgo, Smith & Nephew. JGB: Mitarbeiter der B. Braun Melsungen AG. HB: Mitarbeiter der Coloplast GmbH. JH: Angestellter der Smith & Nephew GmbH. PW: Mitarbeiter der URGO GmbH. KCM: Coloplast, Urgo, Smith & Nephew.

(2010) Cochrane-Metaanalyse wissenschaftlicher Daten zu Silber in der Wundbehandlung ergab 26 randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) mit insgesamt 2.066 Patienten. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass die bisher verfügbare Evidenz nicht ausreicht, um festzustellen, ob silberhaltige Verbände die Wundheilung fördern oder Wundinfektionen verhindern. Es wurde jedoch darauf hingewiesen, dass die Heterogenität der Produkte sowie der Parameter und Ergebnisse der RCTs die Aussagekraft der Analyse stark einschränkt [ 2 ] . Daher gilt die Evidenz für silberhaltige Wundpflegemittel, wie für die meisten Therapeutika in der Wundbehandlung, bisher als unzureichend [ 3 ] . Auch wenn aktuelle Leitlinien den potenziellen Nutzen der meisten Wundversorgungsmittel hervorheben, bleibt es der individuellen Erfahrung des behandelnden Arztes überlassen, wann, wie lange und bei welchen Patienten diese Mittel eingesetzt werden sollen.

Empfehlungen in wissenschaftlichen medizinischen Leitlinien basieren auf klinischer Evidenz und/oder Expertenkonsens. Die zugrunde liegende wissenschaftliche Evidenz wird in Kategorien eingeteilt, die die Validität des Studientyps und der gewonnenen Daten widerspiegeln. Bei infizierten und bakteriell besiedelten Wunden sind diese Empfehlungen jedoch für eine topische antimikrobielle Behandlung im klinischen Alltag nicht ausreichend [ 4 ] . Ziel der Autoren war es daher, die wissenschaftlichen Grundlagen der Wundbehandlung mit Silber unter Berücksichtigung der zahlreichen Studien der letzten Jahre als Grundlage für eine

praktische Empfehlung für den klinischen Einsatz aufzuarbeiten.

## Material und Methoden

Eine Expertengruppe führte eine strukturierte Suche in den Datenbanken Pubmed, Embase und Cochrane für den Zeitraum vom 1. Januar 2000 bis 30. Juni 2015 durch. Folgende Suchbegriffe wurden verwendet: Silber (alle Formen), Wunde, antimikrobielle Wundauflagen, Biofilm, Wundheilung, präklinische Studien (in vitro und Tierversuche), Health Technology Assessment (HTA), Metaanalysen, Übersichtsarbeiten, randomisierte kontrollierte Studien (RCTs), klinische Wirksamkeits-/Verträglichkeitsstudien einschließlich Empfehlungen, Leitlinien und Best Practice. Dies wurde durch eine manuelle Suche ergänzt.

Artikel ohne (direkte) Bedeutung für die aufgeführten Themen wie Chemotherapie, beschichtete Katheter und Implantate sowie Artikel mit anderen antiseptischen Wirkprinzipien als Silber wurden ausgeschlossen. Eingeschlossen wurden RCTs (Evidenzgrad 1b) und vergleichende Studien (Evidenzgrad 2b individuelle Kohortenstudie) zu Silber.

Im Rahmen dieser Meta-Analyse wurden die Studien nicht wissenschaftlich neu bewertet, da alle eingeschlossenen Studien nach unabhängiger wissenschaftlicher Begutachtung in Fachzeitschriften veröffentlicht worden waren. Die Studien wurden nach Indikationen und Studientyp klassifiziert, nach Thema aufgelistet und nach Endpunkten kategorisiert. Eine gesonderte statistische Auswertung wurde nicht durchgeführt.

## Ergebnisse

Insgesamt wurden 851 Artikel anhand der oben genannten Suchparameter identifiziert. Eine anschließende Überprüfung ergab, dass 30 Artikel doppelt gesammelt wurden. Nach genauerer Betrachtung der Abstracts der verbleibenden 821 Artikel wurden 157 Artikel als Studien bestimmt, die die Einschlusskriterien erfüllten und eine weitere Analyse rechtfertigten. Diese Studien wurden in die folgenden Kategorien eingeteilt (Abbildung 1) Im Hinblick auf das primäre Ziel der vorliegenden Analyse waren die 39 klinischen Studien von besonderem Interesse. Sie umfassten 31 RCTs und acht kontrollierte Kohortenstudien. Von diesen 39 klinischen Studien zeigten 28 statistisch signifikante Ergebnisparameter zugunsten von Silber (Tabellen 1-5). Eine Studie zeigte eine vergleichbare Verringerung der Wundschmerzen und der bakteriellen Belastung für Silber und Polyhexanid (PHMB). Während neun dieser Studien Brandverletzungen untersuchten (darunter acht RCTs), befassten sich 20 mit anderen Indikationen (9: venöse Beingeschwüre; 3: Druckgeschwüre; 2: chronische Wunden; 1: diabetisches Fußgeschwür und 5: andere Arten von Wunden). In 16 Studien war der primäre Parameter die Wundheilung (Heilung, Wundverschluss, Wundgröße/-flächenreduktion, abgeschlossene Reepithelisierung). Zwölf Studien untersuchten die

Lebensqualität einschließlich Schmerzen; acht, Kosteneffizienz; und drittens die Reduzierung der Bakterienlast (Bioburden) (Tabelle 6).

Zehn klinische Studien zeigten (nur) teilweise statistisch signifikante Outcome-Parameter zugunsten von Silber (Tabelle 7). In anderen klinischen Studien wurden andere Endpunkte teilweise für die Verwendung von Silber unterstützt, wie z. B. postoperative Wundinfektionen (SSIs), Verringerung der Wundgröße oder Resistenz gegenüber Silber (Tabelle 8).

## Diskussion

Silber ist in seiner elementaren Form nicht reaktiv und hat somit keine antimikrobielle Wirkung. Silberatome ( $\text{Ag}$  oder  $\text{Ag}^0$ ) erlangen solche Eigenschaften erst, wenn sie ein Elektron abgeben und zu positiv geladenen Silberionen ( $\text{Ag}^+$ ) werden. Letztere binden an Peptidoglykane in der Bakterienzellmembran und führen so zur Zerstörung der Bakterienzellwand. In die Zelle transportierte Silberionen stören zahlreiche Zellfunktionen, indem sie an Proteine binden und die Energieproduktion, Enzymfunktion und Zellreplikation stören. Angesichts dieser sehr unterschiedlichen Wirkungen auf verschiedene Zielstrukturen ist eine bakterielle Resistenzentwicklung gegenüber Silber eher unwahrscheinlich und klinisch irrelevant [ 44 ] .

Auf dem deutschen Markt sind mindestens sechs verschiedene Zubereitungen silberhaltiger Wundaufgaben erhältlich. Dazu gehören Produkte mit Aktivkohle, Alginat, Silikon-Wundkontaktschicht, Polyurethanschaum, Hydro-/ Aquafaser und Membranverbände. Das darin enthaltene Silber wird in den meisten Fällen erst bei Kontakt mit dem Wundexsudat aktiv und wird nur lokal freigesetzt. Je nach Produkt und Wundzustand können sowohl die Silberkonzentration in der Wundaufgabe als auch die lokal verfügbaren Silberionen starke Schwankungen aufweisen [ 45,46 ] . Für die klinische Wirksamkeit dürfte dies jedoch weniger relevant sein, da die angestrebte Silberionenfreisetzung aus der Wundaufgabe immer zu einer lokalen Konzentration führt, die zumindest eine Mindestwirksamkeit aufweist. Silberionen haben sich als wirksam gegen viele Bakterien, Pilze und Viren erwiesen [ 45 ] . In Biofilmen verringern Silberionen die bakterielle Adhäsion und destabilisieren die Biofilmmatrix, wodurch die Empfindlichkeit der Bakterien gegenüber Antibiotika erhöht wird [ 47 ] . Neben seiner antimikrobiellen Wirkung hat Silber nachweislich entzündungshemmende Wirkungen und fördert die Neovaskularisation [ 45 ] .

Eine der potenziellen Nebenwirkungen, die in Bezug auf die Verwendung von Silber in der Wundbehandlung genannt werden, bezieht sich auf das Risiko, Argyrie zu entwickeln. Nach systemischer Resorption wird Silber überwiegend über die Fäzes (biliärer Weg) ausgeschieden; ein Teil wird auch im Urin ausgeschieden. Im Gegensatz zur systemischen Gabe von (kolloidalem) Silber traten nach topischer Anwendung silberhaltiger Wundaufgaben

nur wenige Fälle von Argyrie auf. Es ist darauf hinzuweisen, dass der großflächige Einsatz von silberhaltigen Wundauflagen – beispielsweise mehr als 70 % der Körperoberfläche – vermieden werden sollte [ 48 ] . Eine weitere, selten beschriebene Nebenwirkung sind Verfärbungen durch Silberablagerungen im Narbengewebe. Dieses kosmetisch störende Phänomen wurde insbesondere bei Patienten mit Brandverletzungen beobachtet [ 49 ] .

Kontinuierliche medizinische Vigilanzberichterstattung, Abbildung 1 Schematische Darstellung der Auswahl der hier vorgestellten und analysierten Studien [ 4 ] . [ 14 ] zu deren Durchführung Hersteller nach dem Medizinproduktegesetz verpflichtet sind, bestätigt, dass diese Phänomene im klinischen Alltag kaum zu beobachten sind. Die Empfehlungen wissenschaftlicher medizinischer Leitlinien basieren auf klinischer Evidenz und/oder Expertenkonsens. In Deutschland gilt die Evidenz für Silberauflagen, wie für die meisten Wundauflagen, bisher als unzureichend, trotz verschiedener Metaanalysen, die den Einsatz von Silber stützen:

„Diese Übersicht bestärkt die Argumente für die Verwendung von Silberverbänden bei der Behandlung infizierter chronischer Wunden. Sie scheinen wirksamer zu sein und werden von den Patienten gut vertragen. Ihre Verwendung sollte jedoch von einer umfassenden Wundbeurteilung begleitet werden“ [ 50 ] . „Diese Metaanalyse bestätigt die Wirksamkeit von Silberverbänden bei der Wundheilung und der Verbesserung der Lebensqualität der Patienten.“ „Die Ergebnisse dieser Studie liefern objektive Daten zur Wirksamkeit von Silberverbänden bei Anwendung auf nicht heilenden chronischen Wunden“ [ 51 ] . „Studien zu nachhaltig silberfreisetzenden Verbänden zeigten eine Tendenz zur Verringerung des Infektionsrisikos und zur Förderung einer schnelleren Heilung, aber die Stichprobengrößen waren zu klein für eine statistische Analyse oder um Schlussfolgerungen zu ziehen“ [ 52 ] .

Abk.: ns, nicht signifikant. Größere Wundreduktion nach 4 Wochen ( $p = 0,034$ ) Weniger Geruch ( $p = 0,04$ ) Weniger Exsudat ( $p = 0,002$ ) Weniger Mazeration ( $p = 0,008$ ) Jørgensen et al.

2005 [ 26 ] Kolonisierte chronische Wunden (Ulcus cruris cruris, Dekubitus); RCT; ( $n = 99$ )

Weniger Bakterien und klinische Infektionen nach 4 Wochen ( $p = 0,023$ ) Größere Wundverschlussrate nach 4 Wochen ( $p = 0,024$ ) Größere Verringerung des Wundschwere-Scores nach 4 Wochen ( $p = 0,063$ ) Größere Verringerung der Wundgröße ( $p = 0,034$ )

Meaume et al.

2005 [ 27 ] Kritisch kolonisierte und lokal infizierte Wunden; Vergleichsstudie; ( $n = 38$ )

PHMB- und silberhaltige Verbände sind wirksam bei der Reduzierung von Schmerzen und Bakterien . Kritische Besiedelungen und lokale Wundinfektionen wurden in der PHMB-BWD-Gruppe\* während der 28-tägigen Studiendauer schneller und besser ( $p < 0,001$ ) reduziert.

Eberleinet al. 2012 [ 28 ] Abk.: BWD+PHMB, polyhexanidhaltige Biocellulose-Wundaufgabe. \*Polyhexanid-haltiger Biozellulose-Wundverband (BWD) im Vergleich zum besten lokalen Standard von Silberverbänden (Ag). Abk.: NPWT, Unterdruck-Wundtherapie (NPWT); VAC, VAC ® Therapie; ns, nicht signifikant. Wirtschaftlichkeit 3 (n = 8)

Reduzierung der Bakterienlast 4 (n = 3)

## Lernen

x Adhya et al. 2014 [ 6 ] x Siegel et al. 2014 [ 29 ] x Senet et al. 2014 [ 15 ] Harding et al. 2012 [ 16 ] x x x Silverstein et al. 2011 [7] x Chuangsuwanich et al. 2011 [ 21 ] x Siah et al. 2011 [31] x Bailey et al. 2011 [ 32 ] x x x Opananon et al. 2010 [ 8 ] x x x Muangman et al. 2010 [ 9 ] x Beele et al. 2010 [ 25 ] x Dimakakos et al. 2009 [ 17 ] x

x Lohsiriwat et al. 2009 [ 33 ] x Lazareth et al. 2008 [ 18 ] x Silver et al. 2007 [ 10 ] x Jude et al. 2007 [ 22 ] x x Jurczak et al. 2007 [ 34 ] x x Caruso et al. 2006 [11] x Chen et al. 2006 [ 12 ] x x Li et al. 2006 [ 13 ] x x x Münter et al. 2006 [ 19 ] x Varas et al. 2005 [ 14 ] x Jørgensen et al. 2005 [ 26 ] x Meaume et al. 2005 [ 27 ] x Romanelli et al. 2005 [ 20 ] x x Russel et al. 2005 [ 23 ] x Verdu-Soriano et al. 2004 [ 24 ] 1

Wundheilung: Heilung = vollständige Auflösung, Wundverschluss, Verringerung der Wundgröße, vollständige Reepithelisierung. 2 Lebensqualität: Lebensqualität QoL = Verringerung des Schmerzwertes, weniger Schmerzen/Angst, allgemeiner Komfort, weniger Geruch, weniger Exsudat, einfache Anwendung/Entfernung. 3 Effizienz: Wirtschaftlichkeit, längere Verbandsdauer, geringere Häufigkeit von Verbandswechseln. 4 Reduzierung der Bakterienlast: Qualitative und quantitative Reduzierung der Bakterienlast (Bioburden), Reduzierung der Infektionsraten.

„Metaanalysen fanden starke Hinweise auf eine Wundheilung basierend auf einer Reduzierung der Wundgröße, aber keine Hinweise auf eine vollständige Wundheilung oder Heilungsraten“ [ 53 ] .

In Bezug auf das Wundmanagement beziehen sich aktuelle Leitlinien überwiegend auf den vollständigen Wundverschluss als primären Endpunkt. Dies entspricht jedoch nicht der Komplexität infizierter Wunden und der zeitlich begrenzten Nutzung von Tabelle 7  
Tabellarische Übersicht über klinische Studien (RCTs, Multicenter-Studien) mit deskriptiven, statistisch nicht signifikanten Ergebnissen zugunsten von Silber.

## Methode Ergebnisstudie

Multizentrische Real-Life-Studie (n = 121) NGAD\* spielt möglicherweise eine Rolle bei der Wundheilung durch Eliminierung des Biofilms. Kostenreduktion um 30 % Walker et al. 2015 [ 35 ] RCT; Hautentnahmestellen, Ag-Hydrofaser vs. Standard (n = 70)

Wundschmerz reduziert bei beiden Behandlungsmethoden Blome-Eberwein et al. 2010 [ 36 ] RCT; Silber vs. Cadexomer-Jod (n = 281)

Silber zeigt schnellere Wundheilung Miller et al. 2010 [ 37 ] RCT; Ag-Alginat vs. Alginat (n = 42)

Kein Unterschied in lokalen Infektionszeichen und Verträglichkeit Unterschied im bakteriologischen Wundstatus zugunsten von Silber Trial et al. 2010 [ 38 ] Multizentrische, nicht vergleichende Studie bei Verbrennungen 2. Grades (n = 41)

Keine Sekundärinfektionen Nur eine Besiedelung mit Staphylococcus aureus aus 121 Proben Carsin et al. 2004 [ 39 ] Abk.: NGAD, antimikrobieller Verband der nächsten Generation. \*NGAD = Aquacel ® vs. Standardprotokoll. [ 40 ] RCT (n = 500); Silber freisetzender Wundverband vs. Gaze in der Gefäßchirurgie der unteren Extremitäten

Die 30-Tage-Komplikationsrate betrug 30 %; Postoperative Wundinfektionen (SSIs) waren die häufigsten Komplikationen In der ITT-Analyse gab es keine Komplikationen bei der Verwendung des Silberverbands Ozaki et al. 2015 [ 41 ] Vergleichsstudie von PHMB vs. Silber in kritisch kolonisierten oder infizierten Wunden (n = 38)

Nach 28 Tagen zeigte sich eine statistisch signifikant stärkere Reduktion der Wundgröße ( $p < 0,001$ ) zugunsten von PHMB.

Eberleinet al. 2012 [ 28 ] RCT (n = 110) in der kolorektalen Chirurgie

Statistisch signifikant weniger Wundinfektionen nach 30 Tagen Nachsorge einer silberhaltigen Wundaufgabe vs. Gaze ( $p = 0,011$ ) Krieger et al. 2011 [ 30 ] Klinische Studie In Wunden oder der Nase wurden nur geringe Mengen Sil-Gen-resistenter Bakterien (MRSA und MR-CNS) nachgewiesen. Diese Bakterien werden durch Silber abgetötet. Lohet al. 2009 [ 42 ] RCT (n = 213) von Ulzerationen;

## VULCAN-Versuch

Keine statistisch signifikanten Wirkungen von Silber Michaels et al. 2009 [ 43 ] Fallstudie; silberresistenter Enterobacter cloacae isoliert aus einem Ulcus cruris Silberresistenz von Bakterien ist extrem selten Lansdown et al. 2007 [ 43 ] Abk.: PHMB, Polyhexanid; Wundinfektionen, postoperative Wundinfektionen .

antimikrobielle Strategien wie die Anwendung von silberhaltigen Wundauflagen. Da die vorliegende Meta-Analyse daher auch andere Endpunkte einbezog, konnten wir klinische Evidenz für silberhaltige Wundauflagen für verschiedene Indikationen finden. In einigen Fällen war dieser Nachweis sogar statistisch signifikant. Im Zeitraum 2000-2015 wurden zahlreiche klinische Studien zu Silber in der Wundversorgung veröffentlicht, darunter 31 RCTs. Die Mehrzahl dieser Studien liefert – häufig signifikante – Belege für positive Effekte auf verschiedene Aspekte der Wundheilung bei verschiedenen Indikationen. Neben antimikrobiellen Effekten sind dies die Förderung der Wundheilung, die Verbesserung der Lebensqualität und Kostenvorteile -Wirksamkeit. In die vorliegende Metaanalyse wurden auch Studien zu sehr unterschiedlichen Wundtypen und Therapeutika einbezogen. Somit ist eine abschließende Beurteilung der Verwendung einer bestimmten Wundauflage für einen bestimmten Wundtyp weiterhin schwierig. Betrachtet man dagegen die vorliegende Evidenz für einen bestimmten silberhaltigen Schaumverband, findet man vier RCTs mit insgesamt 685 Patienten mit Ulcus cruris venosum. Für diese spezifische Indikation zeigte sich diese spezielle Wundauflage hinsichtlich verschiedener Parameter wie der Reduktion der Wundgröße (43,5 % vs. 26,3 %) objektiv einer nicht aktiven Wundauflage statistisch signifikant überlegen [ 54 ] .

Im klinischen Alltag erfolgt die Auswahl einer Wundauflage nach den Grundsätzen der besten medizinischen Praxis unter Berücksichtigung der besten verfügbaren Evidenz, wie sie von Sackett et al. Somit ist „evidenzbasierte Medizin die gewissenhafte, explizite und umsichtige Verwendung der derzeit besten Evidenz bei Entscheidungen über die Behandlung einzelner Patienten“ [ 55 ] . Als Konsequenz aus den oben genannten Daten haben die Autoren des vorliegenden Artikels einen klinischen Behandlungsalgorithmus für die Verwendung von Silberverbänden bei lokal infizierten, mit multiresistenten Erregern (MRPs) kontaminierten oder infektionsgefährdeten Wunden entwickelt ( Abbildung 2 ) . Es wird empfohlen, zunächst eine klare Indikation für eine antimikrobielle Therapie zu stellen. Dies kann z. B. lokale Infektionszeichen kritisch kolonisierter oder infizierter Wunden umfassen und umfasst ausdrücklich Wunden mit Nachweis von MRPs [ 56,57 ] . Darüber hinaus kann ihr Einsatz bei infektionsgefährdeten Wunden erwogen werden, beispielsweise bei immunsupprimierten Patienten mit erhöhtem Infektionsrisiko [ 58 ] .

Vor dem Einsatz moderner Wundauflagen sollte bei Bedarf immer auch ein Débridement oder eine Wundreinigung durchgeführt werden [ 59 ] . Eine antimikrobielle Behandlung lokal infizierter Wunden kann anschließend mit silberhaltigen Verbänden erfolgen [ 60 ] . 14 Tage nach Behandlungsbeginn sollte kritisch überprüft werden, ob das Therapieziel erreicht wurde ( Abbildung 3 ) . Ist dies der Fall, kann die Therapie umgestellt werden, siehe Abbildung 2  
Behandlungspfad für den Einsatz von Silber in verschiedenen Phasen der Wundheilung.  
\*Wenn multiresistente Erreger (MRP) in der Wunde vorhanden sind, kann auch Silber verwendet werden, auch im Falle einer bloßen Kontamination oder Besiedelung.

B. zu einem silberfreien Verband; wenn nicht, sollten die Indikationskriterien neu bewertet werden. Abhängig von dieser Einschätzung kann die Wundbehandlung mit Silber fortgesetzt oder angepasst werden.

## Fazit für die Praxis

Der Einsatz von Silber in der Wundversorgung hat eine lange Tradition. Wie die vorliegende Meta-Analyse zeigt, ist die Evidenzbasis für Silber viel günstiger als in der aktuellen wissenschaftlichen Debatte gemeinhin angenommen wird. Abgesehen von der antimikrobiellen Wirkung gibt es Hinweise darauf, dass der gezielte und zeitlich begrenzte Einsatz von Silber die Lebensqualität verbessert und gleichzeitig kostengünstig ist. Daher spielen silberhaltige Wundaufgaben eine Schlüsselrolle in modernen Wundversorgungskonzepten. Abbildung 3 Algorithmus zur Behandlung von Wunden mit silberhaltigen Verbänden.

## Referenzen

Wasiak J , Cleland H , Campbell F , Spinks A . Dressings for superficial and partial thickness burns . Cochrane Database Syst Rev 2013 ; 3 : CD002106 .

Storm-Versloot MN , Vos CG , Ubbink DT , Vermeulen H . Topical silver for preventing wound infection . Cochrane Database Syst Rev 2010 ; 3 : CD006478 .

Klein S , Schreml S , Dolderer J et al. Evidence-based topical management of chronic wounds according to the T.I.M.E. principle . J Dtsch Dermatol Ges 2013 ; 11 : 819 – 29 .

Dissemond J , Assenheimer B , Engels P et al. M.O.I.S.T. – ein Konzept für die Lokalthherapie chronischer Wunden . J Dtsch Dermatol Ges [in press].

Moher D , Liberati A , Tetzlaff J , Altman DG . The PRISMA Group . Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement . PLoS Med 2009 ; 6 : e1000097 .

Adhya A , Bain J , Ray O et al. BK. Healing of burn wounds by topical treatment: A randomized controlled comparison between silver sulfadiazine and nano-crystalline silver . J Basic Clin Pharm 2014 ; 6 : 29 – 34 .

Silverstein P , Heimbach D , Meites H et al. An open, parallel, randomized, comparative, multicenter study to evaluate the cost-effectiveness, performance, tolerance, and safety of a silver-containing soft silicone foam dressing (intervention) vs. silver sulfadiazine cream . J

Burn Care Res 2011 ; 32 : 617 – 26 .

Opasanon S , Muangman P , Namviriyachote N . Clinical effectiveness of alginate silver dressing in outpatient management of partial thickness burns . Int Wound J 2010 ; 7 : 467 – 71 .

Muangman P , Pundee C , Opasanon S , Muangman S . A prospective, randomized trial of silver containing hydrofiber dressing versus 1 % silver sulfadiazine for the treatment of partial thickness burns . Int Wound J 2010 ; 7 : 271 – 6 .

Silver GM , Robertson SW , Halerz MM et al. A silver-coated antimicrobial barrier dressing used postoperatively on meshed autografts: a dressing comparison study . J Burn Care Res 2007 ; 28 : 715 – 9 .

Caruso DM , Foster KN , Blome-Eberwein SA et al. Randomized clinical study of Hydrofiber dressing with silver or silver sulfadiazine in the management of partial-thickness burns . J Burn Care Res 2006 ; 27 : 298 – 309 .

Chen J , Han CM , Lin XW et al. Effect of silver nanoparticle dressing on second degree burn wound . Zhonghua Wai Ke Za Zhi 2006 ; 44 : 50 – 2 .

Li XL , Huang YS , Peng YZ et al. Multicenter clinical study of acticoat (nanocrystalline silver dressing) for the management of residual burn wounds . Zhonghua Shao Shang Za Zhi 2006 ; 22 : 15 – 8 .

Varas RP , O’Keeffe T , Namias N et al. A prospective, randomized trial of Acticoat versus silver sulfadiazine in the treatment of partial-thickness burns: which method is less painful? J Burn Care Rehabil 2005 ; 26 : 344 – 7 .

Senet P , Bause R , Jørgensen B , Fogh K . Clinical efficacy of a silver-releasing foam dressing in venous leg ulcer healing: a randomised controlled trial . Int Wound J 2014 ; 11 : 649 – 55 .

Harding K , Gottrup F , Jawień A et al. A prospective, multi-centre, randomised, open label, parallel, comparative study to evaluate effects of AQUACEL ® Ag and Urgotul ® Silver dressing on healing of chronic venous leg ulcers . Int Wound J 2012 ; 9 : 285 – 94 .

Dimakakos EP , Katsenis K , Kalemikerakis J et al. Infected venous leg ulcers: management with silver-releasing foam dressing . Wounds 2009 ; 21 : 4 – 8 .

Lazareth I , Meaume S , Sigal-Grinberg ML et al. The role of a silver releasing lipido-colloid contact layer in venous leg ulcers presenting inflammatory signs suggesting heavy bacterial

col-onization: Results of a randomized controlled study . Wounds 2008 ; 20 : 158 – 66 .

Münter KC , Beele H , Russell L et al. Effect of a sustained silver-releasing dressing on ulcers with delayed healing: the CON-TOP study . J Wound Care 2006 ; 15 : 199 – 206 .

Romanelli M , Price P . Health-related quality of life aspects after treatment with a foam dressing and a silver-containing foam dressing in chronic leg ulcers . J Am Acad Dermatol 2005 ; 52 : 21 .

Chuangsuwanich A , Charnsanti O , Lohsiriwat V et al. The efficacy of silver mesh dressing compared with silver sulfadiazine cream for the treatment of pressure ulcers . J Med Assoc Thai 2011 ; 94 : 559 – 65 .

Jude EB , Apelqvist J , Spraul M , Martini J . Silver Dressing Study Group . Prospective randomized controlled study of hydrofiber dressing containing ionic silver or calcium alginate dressings in non-ischaemic diabetic foot ulcers . Diabet Med 2007 ; 24 : 280 – 8 .

Russell L. The CONTOP multinational study: preliminary data from the UK arm . Wounds UK 2005 ; 1 : 44 – 54 .

Verdú Soriano J , Rueda López J , Martínez Cuervo F , Soldevilla Agreda J . Effects of an activated charcoal silver dressing on chronic wounds with no clinical signs of infection . J Wound Care 2004 ; 13 : 419 : 421 – 3 .

Beele H , Meuleneire F , Nahuys M , Percival SL . A prospective randomised open label study to evaluate the potential of a new silver alginate/carboxymethylcellulose antimicrobial wound dressing to promote wound healing . Int Wound J 2010 ; 7 : 262 – 70 .

Jørgensen B , Price P , Andersen KE et al. The silver-releasing foam dressing, Contreet Foam, promotes faster healing of critically colonised venous leg ulcers: a randomised, controlled trial . Int Wound J 2005 ; 2 : 64 – 73 .

Meaume S , Vallet D , Morere MN , Téot L . Evaluation of a silver-releasing hydroalginate dressing in chronic wounds with signs of local infection . J Wound Care 2005 ; 14 : 411 – 9 .

Eberlein T , Haemmerle G , Signer M et al. Comparison of PHMB-containing dressing and silver dressings in patients with critically colonised or locally infected wounds . J Wound Care 2012 ; 21 : 12 – 20 .

Siegel HJ , Herrera DF , Gay J . Silver negative pressure dressing with vacuum-assisted closure of massive pelvic and extremity wounds . Clin Orthop Relat Res 2014 ; 472 : 830 – 5 .

Krieger BR , Davis DM , Sanchez JE et al. The use of silver nylon in preventing surgical site infections following colon and rectal surgery . *Dis Colon Rectum* 2011 ; 54 : 1014 – 9 .

Siah CJ , Yatim J . Efficacy of a total occlusive ionic silver- containing dressing combination in decreasing risk of surgical site infection: an RCT . *J Wound Care* 2011 ; 20 : 561 – 8 .

Bailey S , Carmean M , Cinat M et al. A randomized comparison study of Aquacel Ag and Glucan II as donor site dressings with regard to healing time, cosmesis, infection rate, and patient's perceived pain: a pilot study . *J Burn Care Res* 2011 ; 32 : 627 – 32 .

Lohsiriwat V , Chuangsuwanich A . Comparison of the ionic silver-containing hydrofiber and paraffin gauze dressing on split-thickness skin graft donor sites . *Ann Plast Surg* 2009 ; 62 : 421 – 2 .

Jurczak F , Dugré T , Johnstone A et al. Aquacel Ag Surgical/ Trauma Wound Study Group . Randomised clinical trial of hydrofiber dressing with silver versus povidone-iodine gauze in the management of open surgical and traumatic wounds . *Int Wound J* 2007 ; 4 : 66 – 76 .

Walker M , Metclaf D , Parsons D , Bowler P . A real-life clinical evaluation of a next-generation antimicrobial dressing on acute and chronic wounds . *J Wound Care* 2015 ; 24 : 11 – 22 .

Blome-Eberwein S , Johnson RM , Miller SF et al. Hydrofiber dressing with silver for the management of split-thickness donor sites: a randomized evaluation of two protocols of care . *Burns* 2010 ; 36 : 665 – 72 .

Miller CN , Newall N , Kapp SE et al. A randomized-controlled trial comparing cadexomer iodine and nanocrystalline silver on the healing of leg ulcers . *Wound Repair Regen* 2010 ; 18 : 359 – 67 .

Trial C , Darbas H , Lavigne JP et al. Assessment of the antimicrobial effectiveness of a new silver alginate wound dressing: a RCT . *J Wound Care* 2010 ; 19 : 20 – 6 .

Carsin H , Wassermann D , Pannier M et al. A silver sulphadiazine-impregnated lipidocolloid wound dressing to treat second-degree burns . *J Wound Care* 2004 ; 13 : 145 – 8 .

Dickinson JC , Culver CR , Baker JW . A prospective, randomized controlled trial comparing 3 dressing types following stoma . *Ostomy Wound Manage* 2015 ; 61 : 42 – 9 .

Ozaki CK , Hamdan AD , Barshes NR et al. Prospective, randomized, multi-institutional clinical trial of a silver alginate dressing to reduce lower extremity vascular surgery wound complications . *J Vasc Surg* 2015 ; 61 : 419 – 27 .

Loh JV , Percival SL , Woods EJ et al. Silver resistance in MRSA isolated from wound and nasal sources in humans and animals . *Int Wound J* 2009 ; 6 : 32 – 8 .

Michaels JA , Campbell WB , King BM et al. A prospective randomised controlled trial and economic modelling of antimicrobial silver dressings versus non-adherent control dressings for venous leg ulcers: the VULCAN trial . *Health Technol Assess* 2009 ; 13 : 1 – 114 .

Landsdown AB , Williams A . Bacterial resistance to silver in wound care and medical devices . *J Wound Care* 2007 ; 16 : 15 – 9 .

45 International consensus . Appropriate use of silver dressings in wounds . An expert working group consensus. London: Wounds International, 2012 , [www.woundsinternational.com](http://www.woundsinternational.com). Available on [http://www.woundsinternational.com/media/issues/567/files/content\\_10381.pdf](http://www.woundsinternational.com/media/issues/567/files/content_10381.pdf) [Last accessed November 10, 2016].

Kostenko V , Lyczak J , Turner K , Martinuzzi RJ . Impact of silver- containing wound dressings on bacterial biofilm viability and susceptibility to antibiotics during prolonged treatment . *Antimicrob Agents Chemother* 2010 ; 54 : 5120 – 31 .

McCague A , Joe VC . A case of argyria and acute leukopenia associated with the use of an antimicrobial soft silicone foam dressing . *J Burn Care Res* 2016 ; 37 ( 5): e493 - 6 .

Wang XQ , Chang HE , Francis R et al. Silver deposits in cutaneous burn scar tissue is a common phenomenon following application of a silver dressing . *J Cutan Pathol* 2009 ; 36 : 788 – 92 .

Lo SF , Hayter M , Chang CJ et al. A systematic review of silver- releasing dressings in the management of infected chronic wounds . *J Clin Nurs* 2008 ; 17 : 1973 – 85 .

Lo SF , Chang CJ , Hu WY et al. The effectiveness of silver- releasing dressings in the management of non-healing chronic wounds: a meta-analysis . *J Clin Nurs* 2009 ; 18 : 716 – 28 .

Health Quality Ontario . Management of chronic pressure ulcers: an evidence-based analysis . *Ont Health Technol Assess Ser* 2009 ; 9 : 1 – 203 .

Carter MJ , Tingley-Kelley K , Warriner RA . Silver treatments and silver-impregnated dressings for the healing of leg wounds and ulcers: a systematic review and meta-analysis . *J Am Acad Dermatol* 2010 ; 63 : 668 – 79 .

Leaper D , Münter C , Meaume S et al. The use of biatain Ag in hard-to-heal venous leg ulcers: meta-analysis of randomised controlled trials . PLoS One 2013 ; 8 : e67083 .

Sackett DL , Rosenberg WM , Gray JAM et al. Evidence based medicine: what it is and what it isn't . BMJ 1996 ; 312 : 71 .

Dissemond J. Methicillin resistant Staphylococcus aureus (MRSA): Diagnostic, clinical relevance and therapy . J Dtsch Dermatol Ges 2009 ; 7 : 544 – 51 .

Schwarzkopf A , Dissemond J . Indications and practical implementation of microbiologic diagnostics in patients with chronic wounds . J Dtsch Dermatol Ges 2015 ; 13 : 203 – 9 .

Dissemond J , Assadian O , Gerber V et al. Classification of wounds at risk and their antimicrobial treatment with poli- hexanide: a practice-oriented expert recommendation . Skin Pharmacol Physiol 2011 ; 24 : 245 – 55 .

Strohal R , Dissemond J , Jordan O'Brien J et al. An updated overview and clarification of the principle role of debride- ment . J Wound Care 2013 ; 22 ( Suppl. ) : 1 – 52 .

Dissemond J , Augustin M , Eming SA et al. Modern wound care – practical aspects of non-interventional topical treatment of patients with chronic wounds . J Dtsch Dermatol Ges 2014 ; 12 : 541 – 54 .