

## EXPERTENEMPFEHLUNG

# Antimikrobielle silberhaltige Wundverbände zur Lokaltherapie infizierter und infektionsgefährdeter Wunden – Empfehlungen für die Praxis unter Berücksichtigung der verfügbaren Evidenz

Local therapy of infected wounds and wounds with the risk of infection with silver-containing dressings – Recommendations for practical use based on clinical evidence

H. Braunwarth, J. G. Böttrich, H. Brill, M. Drzezla, K.-C. Münter, F. Schümmelfeder, P. Wilken

## Korrespondierende Autorin

Dr. rer. nat. Patricia Wilken  
URGO GmbH  
Justus-von-Liebig-Straße 16  
66280 Sulzbach  
E-Mail: p.wilken@urgo.de

## Interessenkonflikt

Die Informationen zu Interessenkonflikten finden Sie auf Seite 11.

## Zitierweise

H. Braunwarth, J. G. Böttrich, H. Brill H, M. Drzezla, K.-C. Münter, F. Schümmelfeder, P. Wilken. Antimikrobielle silberhaltige Wundverbände zur Lokaltherapie infizierter und infektionsgefährdeter Wunden – Empfehlungen für die Praxis unter Berücksichtigung der verfügbaren Evidenz. WUNDmanagement Supplement 2; 2021; 15: 4-15.

## Manuskriptdaten

Eingereicht: 09.07.2021  
Revidierte Fassung  
angenommen: 27.07.2021

## ZUSAMMENFASSUNG

Eine Wundinfektion stellt ein Kernproblem einer gestörten Wundheilung dar. Gleichwohl gibt es bislang keine allgemein akzeptierte Behandlungsleitlinie für die lokale antimikrobielle Behandlung durch silberhaltige Wundauflagen. Die bakterizide Wirkung von Silberionen ( $Ag^+$ ) ist bereits seit der Antike bekannt. In dieser Arbeit haben wir die hierzu verfügbare Evidenz durch systematische Literaturrecherchen und unter Berücksichtigung der klinischen Erfahrung anerkannter Wundexperten zusammengefasst.

Auf dieser Grundlage haben wir Empfehlungen für die Anwendung von silberhaltigen Wundauflagen für die Praxis erarbeitet.

## SCHLÜSSELWÖRTER

Lokale antimikrobielle Wundtherapie, Silber-Wundverbände oder -auflagen, loka-

le Wundinfektion, Behandlungsalgorithmus, klinische Evidenz, Best Practice-Empfehlung

## SUMMARY

*Wound infection is a core problem of impaired wound healing. However, there is no generally accepted treatment guideline for local antimicrobial treatment with silver dressings. The bactericidal effect of silver ions ( $Ag^+$ ) has been known since ancient times. In this paper, we have reviewed the available evidence through systematic literature searches and by considering the clinical experience of recognized wound experts.*

*On this basis, we have developed recommendations for the use of silver-containing wound dressings in practice.*

## KEYWORDS

*Local antimicrobial wound therapy, silver dressings, local wound infection, treatment algorithm, clinical evidence, best practice recommendation*

## Einleitung

Die Wundinfektion gilt immer noch als ein Kernproblem einer gestörten Wundheilung [1, 2] und ist eine gefürchtete Komplikation in der Therapie akuter wie chronischer Wunden [3]. Eine Folge kann die Verzögerung des normalen Heilungsprozesses sein [4]. Eine Möglichkeit für die lokale Therapie dieser Wunden sind silberhaltige Wundverbände. Diese lokalen antimikrobiellen Behandlungsprinzipien entsprechen internationalen Empfehlungen von Experten und Leitlinien

### Horst Braunwarth

Coloplast GmbH, Hamburg

### Johannes Georg Böttrich

B. Braun Avitum AG, Melsungen

### Holger Brill

Institut für Hygiene und Mikrobiologie, Hamburg

### Michael Drzezla

Mölnlycke Healthcare GmbH, Düsseldorf

### Karl-Christian Münter

Wundzentrum Hamburg e. V., Hamburg

### Frank Schümmelfeder

Smith & Nephew GmbH, Hamburg

### Patricia Wilken

URGO GmbH, Sulzbach

[5, 6]. Insbesondere im Kontext der Zunahme bakterieller Antibiotikaresistenzen [7, 8], die bereits gegenüber Reserveantibiotika beobachtet werden [9], ist diese Form der antimikrobiellen Lokalthherapie von besonderer Relevanz.

Gleichwohl existiert bisher keine allgemein akzeptierte Empfehlung zur Anwendung von lokalen antimikrobiellen Behandlungsprinzipien. Die Gründe hierfür sind vielschichtig. Die Heterogenität der Interventionen, des Studiendesigns und der Bewertungskriterien des Therapieerfolges von Wundinfektionen erschweren die Bewertung der vorliegenden Evidenz [39].

Eine Empfehlung auf Basis der vorliegenden klinischen Daten zur Evidenz erscheint möglich, notwendig und sinnvoll, um dem Praktiker eine Entscheidungsgrundlage für seine tägliche Praxis an die Hand zu geben.

Formal gliedert sich die Arbeit in die zwei Bereiche „1. Evidenzsituation und Stand des Wissens“ und „2. Wund-Assessment“ (Tab. 1). Im ersten Teil werden die Aspekte der derzeitigen Evidenzsituation, der Richt- oder Leitlinien bzw. Empfehlungen und Aspekte der Wunddokumentation auf der Grundlage systematischer Literaturrecherchen dargestellt.

Die Aspekte für das praktische Wund-Assessment sind in Teil 2, gegliedert nach Aussagen zu silberhaltigen Wundaufgaben, dargestellt. Dieser Teil ist als Best Practice zu verstehen, d. h. die für eine erfolgreiche Behandlung erforderlichen Schritte wurden in Bezug auf vorliegende Evidenz und klinische Erfahrung von anerkannten Praktikern bewertet.

## Methoden

Eine systematische Literatursuche wurde in PubMed und Embase für den Zeitraum Anfang 2010 bis Ende 2020 durchgeführt. Die Suchbegriffe waren „wound OR ulcer OR sore AND treat OR treatment OR therapy AND silver AND dressing OR bandage AND guideline OR position document OR consensus document OR recommendation AND English OR French OR German“ (Stand 25. November 2020).

Eine weitere Recherche in PubMed und Embase wurde mit den Suchbegriffen „Abstract, Books and Documents, Meta-Analysis, Review, Systematic Review“ für einen Zeitraum von zehn Jahren (Stand 06. Januar 2021) durchgeführt. Ergänzend wurde eine Handsuche durchgeführt, in Bezug auf Artikel wissen-

schaftlicher Fachgesellschaften und renommierter Experten der antimikrobiellen Wundtherapie.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse der Literaturrecherche wurden im Schema nach Moher et al. 2009 [12] erfasst und sind in Tabelle 2 zusammenfassend dargestellt.

### 1. Evidenzsituation und Stand des Wissens

#### 1.1 Allgemeine Aspekte der klinischen Evidenz

In der Literatur finden sich Ergebnisse zu verschiedenen Evidenzstufen: von systematischen Übersichtsarbeiten (Reviews oder Metaanalysen, Evidenzstufe Ia), über randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) bis hin zu Real-World-Daten oder Einzelfallberichten (Fallberichte, Evidenzstufe V). Zusammengenommen dokumentieren diese Daten Erfahrungen, die insgesamt an mehr als 22.000 Patienten erhoben wurden.

Ein internationaler Konsens [10] stellt neben der antimikrobiellen Wirksamkeit *in vitro* die klinische Evidenz zusammenfassend dar. Adäquate Endpunkte zur Bewertung der Wirksamkeit und Eignung von Silberverbänden sind eine Reduktion der bakteriellen Last, der bakteriellen Kolonisation, eine Verbesserung des bakteriologischen Status oder der klinischen Indikatoren der Infektion. Dies ergibt sich aufgrund des Therapiezieles dieses zeitlich befristeten Behandlungsschrittes, nämlich der Kontrolle der mikrobiellen Belastung und nicht der Abheilung der Wunde. Die Wundheilung oder der Wundverschluss als Bewertungsparameter sind daher ungeeignet [10].

Eine Metaanalyse zur klinischen Evidenz silberhaltiger Wundaufgaben [11] identifizierte 851 Artikel und schloss 173 Artikel zu silberhaltigen Wundverbänden ein. Hierbei fanden sich 31 randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) und acht Kohortenstudien. Bei 28 dieser Studien fanden sich statistisch signifikante Ergebnisse zugunsten der lokalen Wundtherapie mit Silber für verschiedene Indikationen akuter oder chronischer Wunden, wie z. B. Verbrennungen oder Ulcus cruris, Dekubitalulcus, diabetisches Fußulcus und anderer Wunden.

In einer weiteren Metaanalyse zur Verbrennungsbehandlung wurden insgesamt 14 vergleichende Studien eingeschlossen, von denen eine Studie eine bessere Heilungszeit für Silber im Vergleich zur Kontrolle zeigte [13]. Daraus schließen die Autoren, dass silberhaltige Wundverbände und topisch angewendetes Silber nicht besser oder schlechter als die Kontroll-Wundverbände zur Prävention einer Wundinfektion und zur Förderung der Heilung sind. Im Gegensatz dazu schreiben Wilkinson et al. [14] silberhaltigen Wundverbänden das Potenzial zu, sowohl die Bakterienlast in der Wunde als auch die Heilungszeit zu reduzieren. Dabei wird ionisches Silber ( $Ag^+$ ) als die aktive antimikrobielle Entität dargestellt.

Dumville et al. [15] finden in einem systematischen Review der Cochrane-Datenbank 22 Studien zu diabetischen Fußulzera und der Behandlung durch eine topische antimikrobielle Therapie. Daraus ergeben sich Hinweise auf eine höhere Zahl an abgeheilten Fußulzera in der mit dem antimikrobiellen Wundverband therapierten Patientengruppe. Ein evidenzbasiertes Review zur gleichen Indikation findet für die Mehrzahl der klinischen Studien positive Ergebnisse mit

**Tabelle 1: Inhaltliche Gliederung der Arbeit**

1. Evidenzsituation und Stand des Wissens		2. Wund-Assessment	
1.1	Allgemeine Aspekte der Klinischen Evidenz	2.1	Kontamination / Kolonisation
1.2	Silber und Antibiotika	2.2	Lokale Infektion / Wundabstrich / Wundbiopsie
1.3	Internationale Richtlinien und Empfehlungen	2.3	Wundreinigung oder Débridement
1.4	Wunddokumentation	2.4	Wundspülung (Cleansing)
		2.5	Lokale Therapie mit antimikrobiellen silberhaltigen Wundverbänden

antibakteriellen Kollagen-Wundverbänden, wobei die Autoren die Evidenz als nicht ausreichend robust für eine Schlussfolgerung sehen [16].

Ein systematisches Review zur Versorgung maligner Wunden mit einer Pilzinfektion betrachtete 11 Studien. Es wurde eine Verbesserung der Symptome und eine signifikante Reduktion von Geruch und Exsudat durch die Anwendung von silberhaltigen Wundverbänden festgestellt [17].

Für verschiedene metallische, dermatologisch angewendete Nanopartikel, u. a. Silber, beschreiben Mihai et al. [18] die Wundheilung begünstigende Effekte, wie die Beschleunigung der Wundheilung sowie die Behandlung oder Prävention bakterieller Infektionen.

Zum Risiko der Toxizität von ionischem Silber stellen Walker et al. [19] fest, dass dieses Risiko bei bestimmungsgemäßer Anwendung sowohl lokal als auch systemisch gering oder vernachlässigbar ist. Hierfür spricht, dass trotz der kontinuierlichen Anwendung von Silberverbindungen seit mehr als 50 Jahren nur über wenige toxikologische Nebenwirkungen in der Literatur berichtet wurde [19, 50–52]. Präklinische *in-vitro*-Daten zeigen eine für Zellen in dreidimensionalen Zellkulturen geringere Sensitivität verglichen mit zweidimensionalen Kulturen [20].

**Fazit für die tägliche Praxis**

**Allgemeine Aspekte der klinischen Evidenz**

- Therapieziel der lokalen antimikrobiellen Behandlung ist die Kontrolle der mikrobiellen Belastung der Wunde und nicht die Wundheilung [10].
- Klinische Studien zeigen statistisch signifikante Ergebnisse auch in Bezug auf die Schmerzreduktion (als Teil der „Quality of Life“) zugunsten der lokalen Wundtherapie mit Silber für verschiedene Indikationen akuter und chronischer Wunden [11].
- Silberhaltige Wundverbände können sowohl die Bakterienlast in der Wunde als auch die Heilungszeit bei der Verbrennungsbehandlung reduzieren [14].
- Bei malignen Wunden mit einer Pilzinfektion wurden eine Verbesserung der Symptome und eine signifikante Reduktion von Geruch und Exsudat durch die Anwendung von silberhaltigen Wundverbänden festgestellt [17].
- Das Risiko der Toxizität von ionischem

**Tabelle 2: Flussdiagramm zu den genannten Recherchen bzgl. Identifizierung, Screening und Einschluss der Literatur nach Moher et al. 2009 (PRISMA) [12].**

<b>Identifizierung</b>	<b>1. Recherche:</b> Identifizierte Treffer <b>n = 45;</b> 01/2010-12/2020 PubMed-Datenbank n = 14 Embase-Datenbank n = 31	Search string: wound OR ulcer OR sore AND treat OR treatment OR therapy AND silver AND dressing OR bandage AND guideline OR position document OR consensus document OR recommendation AND English OR french OR german
	<b>2. Recherche:</b> Identifizierte Treffer <b>n = 167;</b> 01/2010-01/2021 PubMed-Datenbank n = 146 Embase-Datenbank n = 21	Search string: Abstract, Books and Documents, Meta-Analysis, Review, Systematic Review
	<b>Manuelle Recherche</b> zu Recherche 1 und 2 <b>n = 40</b>	EWMA (12), NICE (2), AwMA (5), IWII (4), WU-WHS (5), SAFW (1), ÖGVP (1) und Experten (8)
	<b>Gesamt n = 252</b>	
<b>Screening</b>	<b>1. Recherche</b>	Ausgeschlossene Treffer n = 26 (Duplikate oder nach Ausschlusskriterien)
	<b>2. Recherche</b>	Ausgeschlossene Treffer n = 94 (Duplikate oder nach Ausschlusskriterien)
<b>Einschluss</b>	<b>1. Recherche</b> Anzahl der relevanten und eingeschlossenen Treffer <b>n = 19</b> (n = 12 PubMed und 7 Embase)	
	<b>2. Recherche</b> Anzahl der relevanten und eingeschlossenen Treffer <b>n = 73</b> (n = 55 PubMed und 18 Embase)	
	<b>Manuelle Recherche</b> zu Recherche 1 und 2 <b>n = 40</b>	
	<b>Gesamtzahl der eingeschlossenen Treffer: n = 132</b>	

Silber ist bei bestimmungsgemäßigem Gebrauch gering bis vernachlässigbar [20, 52].

**1.2 Silber und Antibiotika**

Angesichts der zunehmenden Bedeutung antibiotikaresistenter Erreger wurde auch das Risiko der Resistenzentwicklung bei antimikrobiellen Prinzipien wie z. B. Wundverbänden mit Silber diskutiert. Ein aktuelles systematisches Review kam zu dem Schluss, dass Resistenzen gegen Silber keine klinische Relevanz besitzen [21].

In der Literatur finden sich Hinweise auf einen positiven Effekt von Silber im Zusammenwirken mit Antibiotika:

- Silber kann eine alternative effektive Behandlung anstatt von Antibiotika bei lokal infizierten Wunden sein [22, 23].
- Nanokristallines Silber erhöht die antibakterielle Wirksamkeit in Kombination mit Antibiotika, z. B. Cefotaxim,

Ceftazidim, Meropenem, Ciprofloxacin, Gentamicin [24].

- Silberionen (Ag<sup>+</sup>) erhöhen die Wirksamkeit von Antibiotika gegenüber gramnegativen Bakterien [25].
- *In-vitro*-Analysen zeigten bei zwei von fünf Wundisolaten eine Resistenz gegenüber Silber (AgNO<sub>3</sub>) und in einem Fall eine Resistenz gegenüber Imipenem und Meropenem [26].
- Eine Plasmid-übertragene Silberresistenz wurde bei klinischen Isolaten von *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii* und *Staphylococcus aureus* sowie bei Isolaten von *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* und *Enterobacter cloacae* nachgewiesen [27].
- Eine Kreuzresistenz zwischen Silber und Beta-Lactamen bei klinischen und nicht-klinischen Isolaten von *Klebsiella pneumoniae* sowie NDM-1-produzierender *Klebsiella pneumoniae*-Resistenz gegenüber Silber wurde beschrieben [28].

Eine Kombination von Silber und Antibiotika könnte eine sinnvolle Ergänzung hinsichtlich der Therapieoptionen bei lokal infizierten Wunden sein, wobei bisher keine Hinweise auf eine klinische Relevanz einer Resistenz gegen Silber vorliegen [21].

Die Verallgemeinerung dieser Befunde und ihre klinische Relevanz im Hinblick auf einen möglichen Nutzen von Silberpräparaten im Kampf gegen die Zunahme von Multiresistenzen gegenüber Antibiotika sollten Ziel weiterer Untersuchungen sein.

### Fazit für die tägliche Praxis

#### Silber und Antibiotika

- Im Gegensatz zu Antibiotika haben Resistenzen gegen Silber keine klinische Relevanz [21].
- Silber kann eine effektive Behandlungsalternative für Antibiotika bei lokal infizierten Wunden sein [22, 23].
- Bei infizierten diabetischen Fußulzera sollte ein antimikrobieller Wundverband z. B. mit Silber in Betracht gezogen werden, wobei üblicherweise eine systemische Antibiotikatherapie erforderlich ist [35].

## 1.3 Internationale Richtlinien und Empfehlungen

### 1.3.1 Internationale Richtlinien

Wundinfektionen erfordern eine kausale und angemessene lokale Therapie. Für venöse Unterschenkelulzera mit klinischen Infektionszeichen wird eine antimikrobielle Therapie z. B. mit Silber-Wundverbänden empfohlen [4]. Wenn keine klinischen Zeichen einer Infektion vorliegen, wird die topische antimikrobielle Wundtherapie nicht als Standardversorgung empfohlen. Zur Behandlung einer leichten diabetischen Fußinfektion empfiehlt die International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF) keines der topischen antimikrobiellen Mittel [53].

Eine Datenanalyse mit insgesamt 945 Patienten, in der vergleichend antimikrobielle versus nicht-antimikrobielle Wundverbände untersucht wurden, ergab eine höhere Anzahl abgeheilte Wunden in der mit dem antimikrobiellen Wundverband behandelten Gruppe [15].

Im Update zur Wundantiseptik von Kramer et al. [6] wird Polihexanid (PHMB) für Patienten mit chronischen Wunden als ein Mittel der ersten Wahl eingestuft. Die Notwendigkeit einer antimikrobiel-

len Therapie sollte dabei regelmäßig überprüft und kritisch in Frage gestellt werden. In der Auflistung einer Empfehlung zur indikationsabhängigen Auswahl antiseptischer Wirkstoffe wird auch Silber als zweite Wahl bei kritisch kolonisierten und infektionsgefährdeten Wunden und bei mit multiresistenten Erregern (MRE) kolonisierten oder infizierten Wunden genannt [6].

### Fazit für die tägliche Praxis

#### Internationale Richtlinien

- Für chronische Wunden, wie venöse Unterschenkelulzera, mit klinischen Infektionszeichen wird eine antimikrobielle Therapie z. B. mit Silber-Wundverbänden empfohlen [4].
- OHNE Vorliegen klinischer Infektionszeichen wird die topische antimikrobielle Wundtherapie nicht als Standardversorgung empfohlen [4].

### 1.3.2 Internationale Empfehlungen oder Leitlinien

In Empfehlungen internationaler Experten und in Konsensuspapieren sind silberhaltige Wundverbände fester Bestandteil der lokalen Wundtherapie. Verschiedene Kernaussagen dieser Empfehlungen sind in Tabelle 3 (Seiten 13–15) zusammenfassend dargestellt.

#### 1.3.2.1 Antimikrobielle Wirksamkeit

Die Erfahrungen vieler Kliniker, neuerer systematischer Überprüfungen und Meta-Analysen bestätigen die positiven Wirkungen von silberhaltigen Wundverbänden bei sachgemäßer Anwendung [10].

Das International Wound Infection Institute (IWII) empfiehlt Silber für topische Wundinfektionstherapien mit einer Wirksamkeit gegenüber Biofilmen [32]. In der Praxis bilden das Débridement sowie die Reinigung die Grundlage, gefolgt von der Anwendung antimikrobieller Wundverbände, z. B. mit Silber zum Schutz vor einer Neubildung von Biofilm [36].

Eine kontinuierliche Freisetzung der antimikrobiellen Komponente über einen längeren Zeitraum, der das Wachstum von Bakterien und Pilzen hemmt, erscheint sinnvoll [32].

Nach Carter et al. [56 in 37] ergab eine Metaanalyse keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen silberhaltigen Wundverbänden und der Kontrolle in Bezug auf die komplette Wundheilung (7 RCTs, n = 1.118). Allerdings war die Reduktion der Wundfläche mit Silber-Wundverbänden größer (5 RCTs, n = 1.000).

### Fazit für die tägliche Praxis

#### Antimikrobielle Wirksamkeit

- Positive Wirkungen von Silber-Wundverbänden bei sachgemäßer Anwendung werden berichtet [10].
- Der Einsatz von Silber bei Wunden mit Biofilm erscheint sinnvoll zum Schutz vor einer Neubildung [32].
- Verbände mit kontinuierlicher Freisetzung von Silber hemmen das Wachstum von Bakterien und Pilzen. Der Einsatz besonders im nicht-stationären Bereich ist daher sinnvoll [32].
- Die Anwendung von Silber-Wundverbänden zeigt eine klinisch signifikante Reduktion der Wundgröße bei infizierten Wunden [37].

#### 1.3.2.2 Klinische Evidenz

Der Einsatz von Silber wird durch klinische Erfahrungen und klinische Studien gestützt, wobei sich die verfügbare Datenlage sehr unterschiedlich zu den verschiedenen Produkten darstellt [33].

#### 1.3.2.3 Praktische Anwendung

Eine klare Indikationsstellung, eine regelmäßige Evaluierung des Behandlungserfolges und der Notwendigkeit der antimikrobiellen lokalen Wundtherapie sind erforderlich [30]. Eine Wunde muss als infiziert eingestuft werden, sobald klinische Anzeichen einer lokalen Infektion vorliegen, auch wenn die Ergebnisse eines Wundabstrichs nicht auf eine Infektion hinweisen [30].

Eine antimikrobielle Therapie z. B. mit Silber-Wundverbänden ist bei Vorliegen von klinischen Infektionszeichen indiziert [4]. Die „Evidence Summary“ von NICE (The National Institute for Health and Care Excellence; England) [37] empfiehlt die Anwendung von Silber bei chronischen Wunden, wenn klinische Zeichen oder Symptome einer Infektion vorliegen. Die Verwendung eines antimikrobiellen Wundverbandes sollte nur bei einer bestätigten Diagnose und durch spezialisierte Kliniker erfolgen [31]. Das International Wound Infection Institute (IWII) empfiehlt bei Wunden mit hoher Keimbelastung oder bei Patienten mit Faktoren eines erhöhten Infektionsrisikos eine lokale antimikrobielle Behandlung [10, 32].

Topische antimikrobielle Wundverbände können verwendet werden, um die Konzentration an Bakterien auf der Wundoberfläche zu reduzieren, eine systemische Ausbreitung der Infektion werden sie alleine nicht verhindern können [37].

Eine Infektion beim DFU erfordert in der Regel eine Behandlung mit systemischen Antibiotika. Bei einer leichten Form einer Infektion kann ein antimikrobieller Wundverband, z. B. mit Silber, eingesetzt werden, eine zweiwöchentliche Überprüfung des Therapieerfolges („two-week challenge“) wird empfohlen [10, 35].

Bei hohem Infektionsrisiko können silberhaltige Wundverbände eingesetzt werden. Bei Dekubitalulzera können diese bei einer klinischen Infektion oder starker Kolonisation eingesetzt werden. Silbersulfadiazin kann bei stark kontaminierten oder infizierten Druckgeschwüren in Betracht gezogen werden, bis zur Durchführung eines Débridements. Der Einsatz von Silber-Wundverbänden sollte zeitlich befristet erfolgen. Sobald die Wundinfektion unter Kontrolle ist, sollte die antimikrobielle Behandlung beendet werden [34].

Infizierte Wunden infolge von Epidermolysis bullosa sollten abhängig vom Zustand des Patienten mit topischen antimikrobiellen Produkten behandelt werden. Empfohlen werden hierzu auch silberhaltige Wundverbände, bei Säuglingen unter einem Jahr jedoch nur bei strenger Indikationsstellung [38]. Die Anwendung sollte auf 14 Tage beschränkt bleiben [38].

Generell orientiert sich die Behandlungsdauer am Fortschritt der Wundheilung und den Erfordernissen des Patienten [30]. Silberhaltige Wundverbände sollten nur in klinisch begründeten Fällen länger als zwei Wochen angewendet werden [10].

### Fazit für die tägliche Praxis

#### Praktische Anwendung

- Die klare Indikationsstellung und regelmäßige Evaluierung des Behandlungserfolges sind bei der Behandlung mit Silber-Wundverbänden erforderlich [4, 30, 37].
- Eine Wunde muss als infiziert eingestuft werden, sobald klinische Anzeichen einer lokalen Infektion vorliegen [30].
- Der Einsatz von silberhaltigen Wundverbänden sollte spätestens nach zwei Wochen kritisch überprüft werden und zeitlich befristet erfolgen [34].
- Spezifische Herstellerhinweise sind zu berücksichtigen.

#### 1.3.2.4 Resistenzrisiko

Resistenzmechanismen gegen Silber sind beschrieben worden. Ihre Folgen und kli-

nischen Konsequenzen wurden und werden kontrovers diskutiert [3].

Ein scheinbar fehlendes Ansprechen auf eine Silberanwendung ist nicht gleichzusetzen mit fehlender Wirksamkeit, sondern ist die Folge einer nicht adäquaten Behandlung der zugrunde liegenden Infektion und/oder der Wundätiologie [10].

Auf Grund der breiten antimikrobiellen Wirksamkeit und der multiplen Wirkorte von Silber an der Bakterienzelle ist das Risiko der Entwicklung einer klinisch relevanten Resistenz im Gegensatz zu Antibiotika gering.

Topische Antibiotika sollten aufgrund des Risikos der Resistenzentwicklung nur in Ausnahmefällen verwendet werden [30].

#### 1.4 Wunddokumentation

Eine detaillierte, lückenlose Dokumentation der Wundsituation und der lokalen antimikrobiellen Behandlung ist von besonderer Bedeutung. Diese unterstützt neben der Kontinuität der Therapie auch die fortlaufende Beurteilung der Entwicklung des Heilungsverlaufes.

Eine wöchentliche, fotografische Wunddokumentation wird empfohlen [49].

#### Fazit für die tägliche Praxis

##### Wunddokumentation

- Notwendigkeit einer detaillierten, lückenlosen Dokumentation der Wundsituation.
- Die Dokumentation sollte eine wöchentliche Fotodokumentation enthalten [49].

### 2. Wund-Assessment

#### 2.1 Kontamination / Kolonisation

Die Kontamination oder Kolonisation einer Wunde stellt per se keine Indikation für die Anwendung von Silber-Wundverbänden dar [40].

Der prophylaktische Einsatz eines Silber-Wundverbandes ist nur in begründeten Fällen sinnvoll. Die Sinnhaftigkeit ist regelmäßig, spätestens alle zwei Wochen, zu überprüfen und zu dokumentieren [10].

Bei Fehlen von lokalen Infektionszeichen, bei sauberen chirurgischen Wunden mit geringem Infektionsrisiko, bei chronischen Wunden, die je nach Komorbiditäten und Alter erfahrungsgemäß abheilen und bei kleinen akuten Wunden mit geringem Infektionsrisiko ist der Einsatz von silberhaltigen Wundverbänden nicht indiziert [10]. Bei bekannter Emp-

findlichkeit gegenüber Silber oder einen der Bestandteile des Verbandes [10, 34], bei enzymatisch zu debridierenden Wunden und während der Schwangerschaft oder Stillzeit sowie bei Kontraindikationen nach Herstellerangaben [10] sollten Silber-Wundverbände nicht eingesetzt werden.

#### 2.2 Lokale Infektion / Wundabstrich / Biopsie

Nach Böttrich et al. [40] bestätigt eine Expertenbefragung, dass in der Praxis die Diagnose einer lokalen Wundinfektion anhand der fünf klassischen Infektionszeichen Rötung (Rubor), Schwellung (Tumor), Überwärmung (Calor), Schmerz (Dolor) und Funktionseinschränkung (Functio laesa) erfolgt. Wobei nicht alle fünf Infektionszeichen vorliegen müssen, da z. B. im Fall eines neuropathischen DFU der Wundschmerz nicht empfunden wird.

Generell sollte ein Wundabstrich genommen werden, um eine zielgerichtete Antibiotikatherapie zu ermöglichen [30]. Dabei können auch multiresistenter Erreger durch bakteriologische Wundabstriche entnommen werden [41].

Mikrobiologische Untersuchungen werden von NICE nur empfohlen, wenn klinische Zeichen einer Infektion vorliegen [37]. Routinemäßige bakteriologische Abstriche werden nicht empfohlen [4].

Eine ergänzende mikrobiologische Untersuchung ist aus Gründen der Dokumentation, der forensischen/rechtlichen Aspekte der krankenhaushygienischen und epidemiologischen Implikationen sowie im Fall einer systemischen Ausbreitung und der Notwendigkeit einer systemischen Antibiotikatherapie erforderlich. Schlager et al. [42] empfehlen einen bakteriologischen Abstrich vor der Einleitung einer kalkulierten Antibiose sowie eine antibiogrammgerechte Anpassung, wenn sich der klinische Befund nicht bessert.

In einer Expertenbefragung wurde in verschiedenen Situationen die Durchführung eines bakteriologischen Abstriches zur Diagnostik im Fall der Anwendung eines Silber-Wundverbandes befürwortet [40]:

- Bei chronischen Wunden mit Anzeichen einer sich ausbreitenden lokalen oder systemischen Infektion und bei infizierten chronischen Wunden, die auf eine geeignete antimikrobielle Behandlung nicht ansprechen oder sich trotz dieser verschlechtern.

- Zur Erfüllung lokaler Überwachungsprotokolle gegen wirkstoffresistente Mikroorganismen.
- Bei Patienten mit Anzeichen einer Sepsis sind Blutkulturen indiziert.
- Bei Hochrisiko-Patienten, in Bereichen mit hohem Infektionsrisiko, verzögerter oder stagnierender Heilung, bei Patienten mit Diabetes mellitus oder peripherer arterieller Erkrankung oder Einnahme von Immunsuppressiva oder Kortikosteroiden sollte eine mikrobiologische Verlaufskontrolle erfolgen.
- Bei mit *Pseudomonas aeruginosa* besiedelten Wunden.

Zum Nachweis von Bakterien in der Wunde stehen verschiedene Techniken zur Verfügung. Hierfür werden unterschiedliche Empfehlungen gegeben:

- Eine Biopsie bei atypischen Wunden oder Wunden, die auf eine Therapie nicht ansprechen [4].
- Eine Biopsie/Exzision zur Feststellung einer Wundinfektion bei tiefen Ulzerationen, wie z. B. beim DFU, zur Untersuchung von Fistelgewebe, wenn kein Fistelinhalt gewonnen werden kann, wenn Mykobakterien, Leishmanien, Aktinomyzeten, Nocardien oder Schimmelpilze als Erreger vermutet werden oder bei Wundinfektionen ohne Erregernachweis im Abstrich [43].
- Ein bakteriologischer Abstrich ohne vorherige Wundsäuberung zum Nachweis oder Ausschluss multiresistenter Erreger (MRE), wie z. B. MRSA, z. B. mit dem „Essener Kreisel“ [43].
- Ein bakteriologischer Abstrich mit vorheriger Wundsäuberung, um kausale Erreger bei Wundinfektionen oder die Besiedelung mit Hefepilzen zu finden, z. B. mit der Levine-Technik [43].

### 2.3 Wundreinigung oder Débridement

Die Wundreinigung und das Débridement, die auch vor einer lokalen antimikrobiellen Therapie angezeigt sind, dienen der Abtragung von avitalem Gewebe, Nekrosen, Belägen und/oder der Entfernung von Fremdkörpern bis an die intakten anatomischen Strukturen unter Erhalt des Granulationsgewebes.

Zum Débridement ergaben die Statements einer Expertenbefragung folgende Empfehlungen für die Praxis [40]:

- Jede Wunde ist auf das Erfordernis einer Reinigung, Säuberung oder eines Débridements zu prüfen [40].
- Bei belegten Wunden dürfen antimikrobielle Wundverbände, wie z. B. mit Silber, erst nach einem Débridement

und/oder der Entfernung eines Biofilmes, also der Darstellung eines möglichst vitalen Wundgrundes, angewendet werden [40].

- Dabei gilt das chirurgische Débridement in Kombination mit einer lokalen antimikrobiellen Nachbehandlung z. B. mit silberhaltigen Wundverbänden unter Anwendern als wirksamste Methode zur Behandlung eines Biofilms [40].

### 2.4 Wundspülung (Cleansing)

In der Regel folgt auf eine mechanische Reinigung von lokal infizierten Wunden eine Spülung mit einer antiseptischen Lösung und die anschließende lokale antimikrobielle Therapie z. B. mit silberhaltigen Wundverbänden.

Im Rahmen der Infektionskontrolle werden zur Infektionsprophylaxe, zur Bekämpfung multiresistenter Erreger und zur Therapie lokaler Infektionen nach Dissemund und Kröger [44] antimikrobiell wirksame Substanzen wie z. B. Polihexanid, Octenidin oder Silber eingesetzt.

Nach Böttrich et al. [40] wird grundsätzlich für die Wundreinigung eine Wundspülung empfohlen, mit steriler physiologischer Kochsalz- oder Ringerlösung mit oder ohne konservierende, antimikrobielle Zusätze. Auf Grund möglicher Wechselwirkungen sind dabei Herstellerhinweise zu berücksichtigen und es ist darauf zu achten, dass Spüllösungen nur zum Einmal-Gebrauch bestimmt sind [40].

Bei der Anwendung von Leitungswasser zur Spülung oder zum Ausduschen von Wunden fordert die Initiative chronische Wunden ICW e. V., dass nur gefiltertes Leitungswasser verwendet werden darf [45].

Im Fall infizierter oder kritisch kolonisierter Wunden empfehlen Schlager et al. [42] tägliche Verbandwechsel und antiseptische Spülungen mit Polihexanid. Auch Octenidin wird empfohlen, sollte aber nicht in Wundhöhlen oder unter Druck verwendet werden, da das Risiko einer Gewebnekrose besteht. Des Weiteren werden Lösungen auf Hypochlorit-Basis und Povidon-Iod nur für einen kurzfristigen Einsatz bei akuten Wunden gesehen [42].

### 2.5 Lokale Therapie mit antimikrobiellen silberhaltigen Wundverbänden

Wundinfektionen verzögern den Prozess der Wundheilung [4]. Im Fall einer lo-

kalen manifesten Infektion einer Wunde gilt der Grundsatz, dass eine lokale Infektion auch lokal antimikrobiell behandelt werden sollte. Wenn klinische Zeichen oder Symptome einer Infektion vorliegen, sind nach NICE [37] Wundverbände mit Silber indiziert. Nach einer eingehenden Untersuchung kann bei venösen Unterschenkelulzera mit klinischen Infektionszeichen eine antimikrobielle Therapie z. B. mit silberhaltigen Wundverbänden verordnet werden [4]. Kramer erwähnt Silber als Wirkstoff der zweiten Wahl für die lokale Wundantiseptik [6].

Zur lokalen Therapie mit antimikrobiellen, silberhaltigen Wundverbänden ergab eine Expertenbefragung folgende Empfehlungen für die Praxis [40]:

- Die Art des Silbers ist nicht ausschlaggebend für die Auswahl eines Wundverbandes, da in allen Formen Silberionen ( $\text{Ag}^+$ ) das aktive Wirkprinzip darstellen.
- Für die Auswahl des Verbandes entscheidend sind die kontinuierliche Wirksamkeit von Silberionen sowie der Zustand der Wunde (Wundbelag, -tiefe und Exsudationsgrad) und der Umgebungshaut.
- Vereinzelt kann es bei der Anwendung von silberhaltigen Wundverbänden zu Verfärbungen kommen. Dabei handelt es sich meist um Silberablagerungen auf der Haut, die i. d. R. mit der normalen Erneuerung der Epithelschicht nach ca. einem Monat von selbst verschwinden.
- Generell gilt, dass vor der Anwendung silberhaltiger Wundverbände die jeweiligen Herstellerhinweise beachtet werden sollten.
- Eine adjuvante systemische Antibiose sollte nicht generell, sondern nur nach strenger Indikationsstellung erfolgen. Für metallische Nanopartikel (wie z. B. Silber) beschreiben Mihai et al. [18] einen begünstigenden Effekt hinsichtlich einer Beschleunigung der Wundheilung. Ebenfalls empfehlen die Autoren den Einsatz zur Vorbeugung bakterieller Infektionen [18].

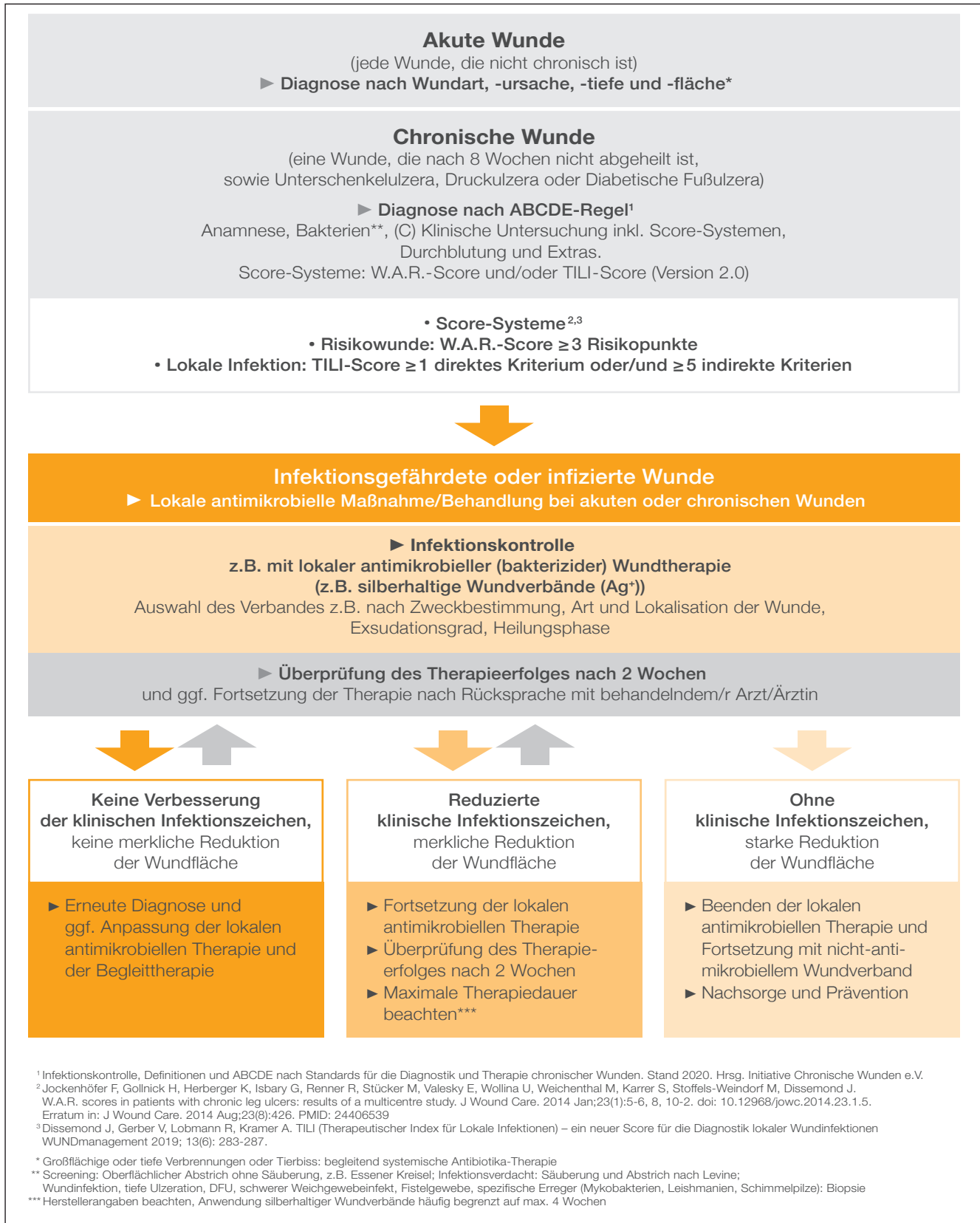
Bonkowski et al. empfehlen bei verzögerter Wundheilung, bedingt durch eine bakterielle Belastung oder eine lokale Infektion, Verbandstoffe mit bakterizider Wirkung [46]. Dies gilt insbesondere auf Grund ihrer kontinuierlichen Wirkung für die ambulante Versorgung [46].

Silberhaltige Wundverbände sind für infektgefährdete oder kritisch kolonisierte Wunden geeignet [44]. Silberhaltige Wundverbände zeichnet ein breites Wirkungsspektrum gegen grampositive und -negative Bakterien aus, einschließlich mul-

tiresistenter Erreger, wie z. B. multiresistenter *Staphylococcus aureus* (MRSA), Vancomycin-resistente Enterokokken (VRE) sowie Pilze [44].

Innerhalb des M.O.I.S.T-Konzeptes (Moisture, Oxygen, Infection, Support,

Tissue) für die Lokalthherapie chronischer Wunden stellt die Infektionskontrolle einen eigenen Aspekt im Behandlungsregime dar. Silberhaltige Wundverbände dienen dabei der lokalen Wundantiseptik oder der lokalen Infektbehandlung



**Abb. 1** Pfad zu Diagnose und Therapie für infizierte oder infektionsgefährdete Wunden. Maßnahmen zur Infektionskontrolle und Kriterien zur Überwachung des Therapieerfolges

und nicht primär der Wundheilung [44]. Daher müssen sie nach klarer Indikationsstellung und zeitlich begrenzt angewendet werden.

Abbildung 1 fasst die wichtigsten Aspekte zu Diagnose und Therapie infizierter oder infektionsgefährdeter Wunden in Form eines einfachen Therapiepfades zusammen.

### Fazit für die tägliche Praxis

#### Wund-Assessment

- Die Kontamination oder eine Kolonisation einer Wunde stellt keine Indikation für die Anwendung von Silber-Wundverbänden dar [40].
- Der prophylaktische Einsatz eines Silberverbandes ist nur in begründeten Fällen sinnvoll und zu dokumentieren. Die Sinnhaftigkeit ist regelmäßig und spätestens alle zwei Wochen zu überprüfen und zu dokumentieren [10].
- Generell sollte ein Wundabstrich genommen werden, um eine zielgerichtete Antibiotikatherapie zu ermöglichen [30].
- Eine Biopsie sollte bei atypischen Wunden oder Wunden, die auf eine Therapie nicht ansprechen, erfolgen [4].
- Ein bakteriologischer Abstrich ohne vorherige Wundsäuberung kann zum Nachweis oder zum Ausschluss multiresistenter Erreger, wie z. B. MRSA, dienen (Screening-Methode z. B. mit dem „Essener Kreisel“ [43]).
- Ein bakteriologischer Abstrich mit vorheriger Wundsäuberung kann erfolgen, um kausale Erreger bei Wundinfektionen oder die Besiedelung mit Hefepilzen zu diagnostizieren. (Methode: z. B. mit der Levine-Technik [43])
- Bei belegten Wunden sollte der silberhaltige Wundverband erst nach einem Débridement und/oder der Entfernung des Biofilmes angewendet werden [40].
- Silberhaltige Wundverbände sind für infektionsgefährdete oder kritisch kolonisierte Wunden geeignet [44]. Silberhaltige Wundverbände zeichnen sich durch ein breites Wirkungsspektrum gegen grampositive und -negative Bakterien aus, einschließlich multiresistenter Erreger wie z. B. MRSA, VRE sowie Pilze [44].

#### Limitationen

Diese Empfehlungen basieren auf systematischen Literaturrecherchen und Expertenmeinungen. Expertenmeinungen sind nur eingeschränkt repräsentativ mit limitierter Evidenzstärke.

### Fazit für die Praxis

Antimikrobielle, silberhaltige Wundverbände sind nach klarer Indikationsstellung ein wichtiger Schritt in der Lokaltherapie infizierter und infektionsgefährdeter Wunden. Bei der Bewertung der klinischen Evidenz sollte berücksichtigt werden, dass das Ziel dieses Therapie-schrittes zunächst die erfolgreiche Kontrolle der Infektion ist, um die spätere Wundheilung und den Wundverschluss zu ermöglichen. Neben der klinischen Evidenz belegen insbesondere auch die internationalen Empfehlungen die Bedeutung dieser insbesondere im ambulanten Bereich wichtigen Therapieoption.

### Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei Jette Brandt, Coloplast GmbH, für ihre Unterstützung im Rahmen der Literatursuche sowie bei Dorothee Schmidt (Schmidt Visuelle Kommunikation) für die graphische Umsetzung der Abbildung 1 dieses Beitrages.

### Interessenkonflikt

H. Braunwarth ist freier Berater, J.G. Böttrich, M. Drzezla, F. Schümmelfeder und P. Wilken sind Angestellte der genannten Unternehmen und Mitglieder der unternehmensübergreifenden Projektgruppe „Lokale antimikrobielle Wundbehandlung mit Silber“ im Bundesverband Medizintechnologie (BVMed). Dr. med. K.C. Münter hat Beratungshonorar erhalten von URGO, Coloplast und Smith & Nephew. Horst Braunwarth ist freiberuflicher Berater und hat Beratungshonorar von Coloplast erhalten. Dr. Holger Brill hat keinen Interessenkonflikt.

### Literatur

1. Dreifke MB, Jayasuriya AA, Jayasuriya AC: Current wound healing procedures and potential care. *Materials Science and Engineering* 2015; 48: 651–62. [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0928493114008662](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0928493114008662) (abgerufen am 11.05.2021)
2. Han G, Ceilley R: Chronic Wound Healing: A Review of Current Management and Treatments. *Adv Ther.* 2017; 34: 599–610. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12325-017-0478-y.pdf> (abgerufen am 11.05.2021)
3. Gottrup F, Apelqvist J, Bjarnsholt T et al.: EWMA Document: Antimicrobials and Non-healing Wounds – Evidence, Controversies and Suggestions. *J Wound Care* 2013; 22 (5 Suppl.): S1–S92.

4. Franks P, Barker J, Collier M et al.: Management of patients with venous leg ulcer: challenges and current best practice. *J Wound Care* 2016; 25 (6 Suppl.): 1–67.
5. Cooper R, Kirketerp-Moller K: Non-antibiotic antimicrobial interventions and antimicrobial stewardship in wound care: EWMA's antimicrobial stewardship programme. *J Wound Care* 2018; 27 (5): 1–18.
6. Kramer A, Dissemond J, Willy C et al.: Konsensus: Auswahl von Wundantiseptika - Aktualisierung des Expertenkonsensus 2018. *WundManagement* 2019 (1): 1–23.
7. Doron S, Davidson LE: Antimicrobial stewardship. *Mayo Clinic Proceedings* 2011; 86 (11): 1113–23. [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025619611652026](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025619611652026) (abgerufen am 23.07.2021)
8. Kampf G: Antiseptic Stewardship. *Biocide Resistance and Clinical Implications*. Springer Nature Switzerland AG; 1. Auflage 2018.
9. Benning R: Analyse von Hähnchenfleisch auf antibiotikaresistente Erreger. *Germanwatch-Recherche* 2019. [www.germanwatch.org/sites/default/files/Analyse%20von%20H%C3%A4hchenfleisch%20auf%20antibiotikaresistente%20Erreger\\_0.pdf](http://www.germanwatch.org/sites/default/files/Analyse%20von%20H%C3%A4hchenfleisch%20auf%20antibiotikaresistente%20Erreger_0.pdf) (abgerufen am 23.07.2021)
10. International Consensus. Appropriate use of silver dressings in Wounds. An expert working group consensus. London: Wounds International. 2012. Available to download from: [www.woundsinternational.com](http://www.woundsinternational.com)
11. Dissemond J, Böttrich JG, Braunwarth H, Hilt J, Wilken P, Münter KC: Evidence of silver in wound care – Meta-analysis of clinical trials of 2000–2015. *J Dtsch Dermatol Ges* 2017; 15 (5): 524–36.
12. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG: The PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine* 2009; 6 (7): e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
13. Aziz Z, Abu SF, Chong NJ: A systematic review of silver-containing dressings and topical silver agents (used with dressings) for burn wounds. *Burns* 2012; 38 (3): 30718
14. Wilkinson LJ, White RJ, Chipman JK: Silver and nanoparticles of silver in wound dressings: a review of efficacy and safety. *J Wound Care* 2011; 20 (11): 543–9.
15. Dumville JC, Lipsky BA, Hoey C et al.: Topical antimicrobial agents for treating foot ulcers in people with diabetes. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2017; 6 (6): CD011038. doi: 10.1002/14651858.CD011038.pub2.
16. N Amirrah I, Mohd Razip Wee MF, Tabata Y, Bt Hj Idrus R, Nordin A, Fauzi MB: Antibacterial-Integrated Collagen Wound Dressing for Diabetes-Related Foot Ulcers: An Evidence-Based Review of Clinical Studies. *Polymers (Basel)*. 2020; 12 (9): 2168. doi: 10.3390/polym12092168. PMID: 32972012; PMCID: PMC7570079.
17. Tsihlikidou A, Govina O, Vasilopoulos G, Kavga A, Vastardi M, Kalemikerakis I: Intervention for symptom management in patients with malignant fungating wounds – a systematic review. *J BUON* 2019; 24 (3): 1301–1308. PMID: 31424694.



18. **Mihai MM, Dima MB, Dima B, Holban AM:** Nanomaterials for Wound Healing and Infection Control. *Materials* 2019; 12 (13): 2176. <https://doi.org/10.3390/ma12132176> (abgerufen am 23.07. 2021)
19. **Walker M, Parsons D:** The biological fate of silver ions following the use of silver-containing wound care products – a review. *Int Wound J* 2014; 11 (5): 496–504.
20. **Stojkowska J, Zvicer J, Obradovic B:** Preclinical functional characterization methods of nanocomposite hydrogels containing silver nanoparticles for biomedical applications. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2020; 104 (11): 4643–4658.
21. **Dissemond J, Steinmann J, Münter KC et al.:** Systematic literature review of the risk of bacterial resistance/susceptibility to silver-based wound dressings and its potential clinical impact. *J Wound Care* 2020; 29 (4): 221–34.
22. **Peter A, Tellis R:** Assessment of antibacterial activity of silver ions in infected diabetic foot ulcers – An answer to antibiotic resistance. *International Journal of Infectious Diseases* 2012; 16 (Suppl.1): e429–e430.
23. **Randall CP, Oyama LB, Bostock JM, Chopra I, O’Neill AJ:** The silver cation (Ag<sup>+</sup>): antistaphylococcal activity, mode of action and resistance studies. *J Antimicrob Chemother* 2013; 68 (1): 131–8.
24. **Panaček A et al.:** Silver nanoparticles strongly enhance and restore bactericidal activity of inactive antibiotics against multiresistant Enterobacteriaceae. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 2016; 142 (1): 392–99.
25. **Morones-Ramirez JR et al.:** Silver Enhances Antibiotic Activity Against Gram-negative Bacteria. *Sci Transl Med* 2013; 5 (190): 190ra81.
26. **Sutterlin S, Tano E, Bergsten A, Tallberg AB, Melhus A:** Effects of silver-based wound dressings on the bacterial flora in chronic leg ulcers and its susceptibility in-vitro to silver. *Acta Dermato-Venereologica* 2012; 92 (1): 34–39.
27. **Hosny AEM, Rasmy SA, Aboul-Magd DS, Kashef MT, El-Bazza ZE:** The increasing threat of silver-resistance in clinical isolates from wounds and burns. *Infect Drug Resist* 2019; 12: 1985–2001. doi: 10.2147/IDR.S209881
28. **Ben Miloud S, Ali MM, Boutiba I, Van Houdt R, Chouchani C:** First report of cross resistance to silver and antibiotics in *Klebsiella pneumoniae* isolated from patients and polluted water in Tunisia. *Water Environ J* 2021; 35: 730–39. <https://doi.org/10.1111/wej.12665>
29. **World Union of Wound Healing Societies:** Evidence in wound care. London: Wounds International 2020. [www.wounds-international.com](http://www.wounds-international.com)
30. **Australian Wound Management Association Inc:** Position document of the Australian Wound Management Association: Bacterial impact on wound healing: From contamination to infection. October 2011. [www.awma.com.au](http://www.awma.com.au)
31. **World Union of Wound Healing Societies:** The role of non-medicated dressings for the management of wound infection. London: Wounds International 2020. [www.woundsinternational.com](http://www.woundsinternational.com)
32. **International Wound Infection Institute (IWII):** Wound infection in clinical practice. Wounds International 2016
33. **Principles of best practices: Wound infection in clinical practice.** An international consensus. WUWHS 2008
34. **Prevention and Treatment of Pressure Ulcers.** Position document NPUAP/EPUAP/PPPIA 2016
35. **Local management of diabetic foot ulcers.** WUWHS Position document; Wounds International 2016
36. **Management of Biofilm.** WUWHS Position document. Wounds International 2016
37. **NICE.** Chronic wounds: advanced wound dressings and antimicrobial dressings. Evidence summary. Published 30 March 2016. [www.nice.org.uk/guidance/esmpb2](http://www.nice.org.uk/guidance/esmpb2)
38. **Denyer J:** Wound management in epidermolysis bullosa. *EWMA Journal* 2016; 16 (1): 39–43.
39. **Rodriguez-Arguello J, Lienhard K, Patel P et al.:** A Scoping Review of the Use of Silver-impregnated Dressings for the Treatment of Chronic Wounds. *Ostomy Wound Management* 2018 ; 64(3): 14–31.
40. **Bötttrich JG, Braunwarth H, Dissemond J, Münter K-C, Schümmelfeder F, Wilken P:** Best Practice zu Silber-Wundverbänden – Ergebnisse einer Expertenurfrage mit dem Ziel einer Konsentierung. *WUNDmanagement* 2018; 12 (6): 311–21.
41. **Dissemond J, Kröger K für die Initiative Chronische Wunden ICW eV:** Chronische Wunden. Diagnostik – Therapie – Versorgung. 1. Auflage. 2020. Elsevier GmbH
42. **Schlager JG, Hartmann D:** Wundheilungsstörungen – und wie man damit umgeht. In: *Kompodium Dermatologie 2021;* Thieme-Verlag: 57–63
43. **Schwarzkopf A, Dissemond J:** Indications and practical implementation of microbiologic diagnostics in patients with chronic wounds. *J Dtsch Dermatol Ges* 2015; 13 (3): 203–9
44. **Protz K, Dissemond J:** Systematik der Wundtherapeutika. In: Dissemond J; Kröger K für die Initiative Chronische Wunden (ICW) e. V. (Hrsg.): *Chronische Wunden. Diagnostik–Therapie–Versorgung.* 1. Auflage; Elsevier-Verlag: 203–39
45. **Schwarzkopf A, Assenheimer B, Bültemann A:** Hygienefachliche und rechtliche Bewertung der Anwendung von Leitungswasser als Wundspülung. *WUNDmanagement* 2012; 6 (5): 195–7
46. **Bonkowski T, Eder S, Forster J et al.:** Versorgung von Menschen mit chronischen Wunden – Fokus Wundinfektion in der außerklinischen Versorgung. *WUNDmanagement* 2019; 13 (5): 244–48.
47. **Jockenhöfer F, Gollnick H, Herberger K et al.:** W.A.R. scores in patients with chronic leg ulcers: results of a multicentre study. *J Wound Care* 2014; 23 (1): 5–6, 8, 10–2. doi: 10.12968/jowc.2014.23.1.5. Erratum in: *J Wound Care* 2014; 23 (8): 426. PMID: 24406539
48. **Dissemond J, Gerber V, Lobmann R, Kramer A:** TILI (Therapeutischer Index für Lokale Infektionen) – ein neuer Score für die Diagnostik lokaler Wundinfektionen. *WUNDmanagement* 2019; 13 (6): 283–87.
49. **Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege (Hrsg.):** Expertenstandard „Pflege von Menschen mit chronischen Wunden – 1. Aktualisierung 2015“ Schriftenreihe des Deutschen Netzwerks für Qualitätsentwicklung in der Pflege. Osnabrück.
50. **Hadrup N, Sharma AK, Loeschner K:** Toxicity of silver ions, metallic silver, and silver nanoparticle materials after in vivo dermal and mucosal surface exposure: A review. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2018; 98: 257–67. doi: 10.1016/j.yrtph.2018.08.007. Epub 2018 Aug 17.
51. **Oaks RJ, Cindass R:** Silver Sulfadiazine. [Updated 2021 Feb 13]. In: *Stat Pearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan. Available from: [www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556054/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556054/) (abgerufen am 23.07. 2021)
52. **Fuller FW:** The side effects of silver sulfadiazine. *J Burn Care Res* 2009; 30(3): 464–70. doi: 10.1097/BCR.0b013e3181a28c9b. PMID: 19349889.
53. **Rayman G, Vas P, Dhataria K et al.:** On behalf of the International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF). IWGDF Guidance document 2019. IWGDF Guidelines on the Prevention and Management of Diabetic Foot Disease (<https://iwgdf-guidelines.org/wound-healing-interventions-guideline/>) Part: IWGDF Guideline on the diagnosis and treatment of foot infection in persons with diabetes.
54. **Leg ulcer infection: antimicrobial prescribing NICE guideline** Published: 11 February 2020 [www.nice.org.uk/guidance/ng152](http://www.nice.org.uk/guidance/ng152).
55. **BVMed-Positionspapier I** Bewertungskriterien zur klinischen Evidenz; Stand Mai 2021; [www.bvmed.de/de/bvmed/publikationen/broschueren-moderne-wundversorgung](http://www.bvmed.de/de/bvmed/publikationen/broschueren-moderne-wundversorgung) (abgerufen am 23.07. 2021)
56. **Carter M J, Tingley-Kelley K, Warriner R A:** Silver treatments and silver-impregnated dressings for the healing of leg wounds and ulcers: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Academy of Dermatology* 2010; 63 (4): 668-679. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2009.09.007> (abgerufen am 23.07. 2021)

**Tabelle 3 (Teil 1): Internationale Empfehlungen aus den Jahren 2011-2020 zu silberhaltigen Wundverbänden und der Diagnostik, den Indikationen und Kontraindikationen sowie zu deren Anwendung, der Wirksamkeit, dem Risiko der Resistenz und der klinischen Evidenz \***

Cluster der Kriterien	Cluster aus Best Practice 2018 nach Böttlich et al. 2018 [40]	Kriterien	AWMA 2011 [30]	International consensus 2012 [10]	Anti-microbials EWMA 2013 [3]	Wound management epidermolysis bullosa [38]	Management of patients with venous leg ulcer 2016 [4]	Wound Infection in Clinical Practice 2016 [32]	NICE 2016 [37]	NPUAP/ EPUAP/ PPPIA 2016 [34]	WUWHS 2016 [35]	WUWHS Biofilm 2016 [36]	IWGDF 2019 [53]	NICE 2020 [54]	WUWHS Evidence 2020 [29]
Anwendung	a) Wundauflagen und Therapie	Begrenzte Anwendungsdauer, Überprüfung der Therapie („Challenge“) nach 2 Wochen Zeitlich befristet		•	•	•		•		•	•	•			•
Indikation	b) Indikationen und Kontraindikationen	Anfeuchten Wundverband (Statements 33/34) Grundsatz lokale Infektion = lokale antimikrobielle Behandlung (Statement 4) Indikation: Hohe Keimlast Indikation: Risiko lokale Infektion Indikation: Infektion Strenge Indikationsstellung Indikation: Prophylaxe Kontraindikationen		•	•			•		•	•				
Wundspülung	c) Wundspüllösungen	Empfehlung zur Wundspülung zielgerichtet und auf kritische Phase begrenzt (Statements 19, 20)	•	•				•				•			
Wirksamkeit	d) Resistenz und Toleranz	Silberresistenz Keine klassische Resistenz, sondern Risiko einer Silber-Toleranz (Statement 11)		•	•										

Tabelle 3 (Teil 2)															
Cluster der Kriterien	Cluster aus Best Practice 2018 nach Böttlich et al. 2018 [40]	Kriterien	AWMA 2011 [30]	Inter-national consens 2012 [10]	Anti-micro-bials EWMA 2013 [3]	Wound management epider-molysis bullosa [38]	Manage-ment of patients with venous leg ulcer 2016 [4]	Wound Infection in Clinical Practice 2016 [32]	NICE 2016 [37]	NPUAP/ EPUAP/ PPIIA 2016 [34]	WUWHS 2016 [35]	WUWHS Biofilm 2016 [36]	IWGDF 2019 [53]	NICE 2020 [54]	WUWHS Evidence 2020 [29]
Behandlungspfad	e) Behandlungspfad und Antibiose	Empfehlung Behandlungspfad (Statement 10)		•											
Biofilm	f) Biofilm und Débridement	Kriterien erfolgreiche antimikrobielle Behandlung, u. a. 5 klassische klinische Infektionszeichen (Statement 23) Empfehlung Reinigung - Débridement - antimikrobielle Behandlung (Statements 26/28) Rolle Silberverband bei Biofilm (Statement 28)		•								•		•	
Diagnose	g) Wundabstrich	Wundabstrich Klimische Infektionszeichen Diagnoseparameter für Wundinfektionen (Statement 24)	•				•	•	•	•					
Empfehlung		Empfehlung Silber		•		•	•	•	•	•	•	•	•		•
Wirksamkeit		Positive Wirksamkeit Silber		•					•		•			•	

Tabelle 3 (Teil 3)

Cluster der Kriterien	Cluster aus Best Practice 2018 nach Böttlich et al. 2018 [40]	Kriterien	AWMA 2011 [30]	International consensus 2012 [10]	Antimicrobials EWMA 2013 [3]	Wound management epidermolysis bullosa [38]	Management of patients with venous leg ulcer 2016 [4]	Wound Infection in Clinical Practice 2016 [32]	NICE 2016 [37]	NPUAP/ EPUAP/ PPIA 2016 [34]	WUWHS 2016 [35]	WUWHS Biofilm 2016 [36]	IWGDF 2019 [53]	NICE 2020 [54]	WUWHS Evidence 2020 [29]
Klinische Evidenz		Studienendpunkt Zeit bis zum Abklingen der Infektion													•
Klinische Evidenz		Wundheilungsfortschritt	•	•			•								•
		Evidenzkriterien (Positionspapier des BVMed 2021- 05) [55]													
Klinische Evidenz		Infektionsvermeidung/-bekämpfung		•											
		Reduktion der klassischen klinischen Infektionszeichen		•											•
		Reduktion der Keimlast/Keimzahl in der Wunde (in vitro / in vivo)		•					•						
		Reduktion der Wundfläche		•					•					•	
		Reduktion der Schmerzen		•										•	
		Heilungs-/Tragedauer (Frequenz der Verbandwechsel)		•				•							
		Gesundheitsbezogene Lebensqualität und Patientenakzeptanz													•
		Verbesserung der Wundumgebung													•
		Verbesserung des Wundzustandes													•

\* Zu folgenden Aspekten wurden keine Einträge gefunden: Anwendung auf freiliegenden Sehnen/Knochen (Statement 31), Indikation Palliativmedizin (Statement 29), Behandlung bei *Pseudomonas aeruginosa* (Statement 41/42), Empfehlung einer adjuvanten lokalen antimikrobiellen Behandlung unterstützend bei systemischer Antibiose (Statement 16) sowie zu den Evidenzkriterien (Mazerationsvermeidung, Handling (Einfachheit der Anwendung), Leistungsfähigkeit (feuchte Wundbehandlung, Unterstützung der Wundheilung), Geruchsminderung, ggf. auch Vermeidung einer systemischen Antibiotikagabe oder der Reduktion stationärer Aufenthalte).