

# Modernes Wundmanagement – Umdenken beim Umgang mit bakteriellen Infektionen

Oliver Ließ, Ludo Stegen



Quelle: © mfotohaus – stock.adobe.com

Wunden kommen im tierärztlichen Praxisalltag häufig vor. Dieser Artikel soll einen Überblick über den richtigen Umgang mit offenen infizierten Wunden geben und zeigen, dass der Einsatz von Antibiotika nicht immer indiziert ist.

## Einleitung

Die richtige Vorgehensweise bei der Wundversorgung ist hinsichtlich der unterschiedlichen Erscheinungsmuster nicht immer einfach. Häufig sind Wundinfektionen die Ursache für nicht heilende Wunden. Ein gezieltes und phasengerechtes Wundmanagement, vor allem beim Nachweis von multiresistenten Keimen, ist hier besonders wichtig. Viele Patienten erhalten wochenlang eine falsche Antibiose, ohne dass sich klinisch eine Besserung zeigt. Tierärzte müssen sich bemühen den Einsatz von Antibiotika zu reduzieren und auf Antibiotikaalternativen zurückzugreifen.

## Wundheilung [1–3]

Die Wundheilung ist ein **dynamischer Prozess**, der durch verschiedene Faktoren verzögert werden kann. Der Prozess der Wundheilung wird in **3 Phasen** unterteilt (► **Tab. 1**), die zeitlich ineinander übergehen. Für einen durchdachten Ansatz der Wundversorgung ist es wichtig, die Prozesse der Wundheilung zu verstehen.

Die inflammatorische Phase stellt eine äußerst wichtige Phase der Wundheilung dar. Sie bildet die Grundlage für die weitere Wundheilung und ist sehr anfällig für Infektionen. Ob es zu einer Wundinfektion kommt, hängt davon ab, welche therapeutischen Maßnahmen in dieser Phase durchgeführt werden. Ziel sollte es sein, die Wunde so schnell wie möglich von der inflammatorischen in die proliferative Phase zu überführen, da Granulationsgewe-

► **Tab. 1** Pathophysiologie der Wundheilung.

Phase	Dauer	pathophysiologische Vorgänge
inflammatorische Phase	1.–3. Tag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Blutung → Reinigung → Vasokonstriktion</li> <li>▪ Vasodilatation → Extravasation von neutrophilen Granulozyten + Makrophagen → Phagozytose + Zytokinausschüttung/Chemotaxis</li> <li>▪ Blutgerinnungsbildung</li> </ul>
proliferative Phase	5.–20. Tag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Angiogenese + Fibroblasten- und Kollagenansiedlung im Wundbett → Granulationsgewebe</li> <li>▪ Re-Epithelisierung und Wundkontraktion</li> </ul>
Remodeling-Phase	20.–365. Tag	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reorganisation der Kollagenfasern → Narbengewebe</li> </ul>



► **Abb. 1** Wunde in der proliferativen Phase. Gesundes Granulationsgewebe ist rosarot, körnig und leicht feucht im Aussehen. Es ist aufgrund seiner ausgezeichneten Vasularität sehr resistent gegen Infektionen. © Oliver Ließ, Tierklinik Ahlen

be eine deutlich höhere Resistenz gegenüber Infektionen aufweist (► **Abb. 1**).

Ob eine Wunde primär verschlossen werden kann oder sekundär heilen muss, hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Lage und Grad der Kontamination
- Zeitraum von der Verletzung bis zur Behandlung
- prädisponierende Faktoren des Patienten: höheres Alter, Ernährungszustand, Allgemeinerkrankungen (maligne Tumore, Infektionskrankheiten, Allergien, Anämie, Eiweißmangel, Diabetes mellitus), herabgesetz-

te Immunitätslage (FeLV, FIV), Vitaminmangel, Medikamentengabe (Kortison, Zytostatika, Antibiotika)

Eine **primäre Wundheilung** ist nur in gut durchbluteten, nicht verunreinigten bzw. infizierten Wunden möglich, wo die Wundränder glatt, spannungsfrei und nicht zu weit auseinanderliegen. Dies ist zum Beispiel bei einem chirurgischen Schnitt der Fall. Die **sekundäre Wundheilung** ist bei anhaltend infizierten, schlecht durchbluteten Wunden mit großflächigem Gewebeerlust und Persistenz von nekrotischem Gewebe zu beobachten. Zu diesen gehören beispielsweise Verbrennungen und Bissverletzungen, deren Reparationsvorgänge deutlich mehr Zeit in Anspruch nehmen.

### Wundklassifikation [3, 4]

Wunden lassen sich anhand des Kontaminationsgrads in **4 Grade** einteilen (► **Tab. 2**).

### Wundinfektion [3, 5, 7, 8]

Als Wundinfektion wird jede Anwesenheit von **replizierenden Organismen** in einer Wunde verstanden, wenngleich zwischen Kontamination, Kolonisation und Infektion unterschieden werden muss. Als **Kontamination** wird die bloße Anwesenheit von Mikroorganismen an der Wundoberfläche bezeichnet. Kontamination kann zur **Kolonisation**, also zur Replikation der Keime an der Wundoberfläche führen. Kolonisation führt wiederum zur **Infektion**, d. h. zur Invasion und Replikation der Keime in der Tiefe der Wunde, wodurch die charakteristischen Anzeichen einer lokalen Entzündung sichtbar werden (► **Abb. 2**). Ein Bakterienwachstum von > 100 000 Organismen/g Gewebe ist notwendig, um eine Wundinfektion zu verursachen. Im Fall einer Infektion verzögert sich der Prozess der Wundheilung signifikant. Infizierte Wunden weisen eine verminderte Fibroblastenaktivität auf und Bakterien produzieren Kollagenasen, wodurch die Progression zum proliferativen Stadium verhindert wird.

Fremdkörper und nekrotisches Gewebe in Wunden sowie die Entwicklung eines Seroms oder Hämatoms verringern

► **Tab. 2** Kontaminationsgrade einer Wunde.

Kontaminationsgrad	Ätiologie	Infektionsrate
I: saubere Wunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>nicht traumatische, aseptische Operationswunden</li> <li>kein Bruch der Sterilität</li> <li>können primär verschlossen werden</li> </ul>	2–4,9%
II: sauber-kontaminierte Wunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>nicht traumatische Operationswunden</li> <li>minimaler Bruch der Sterilität</li> <li>können in saubere Wunden überführt und primär verschlossen werden</li> </ul>	3,5–4,5%
III: kontaminierte Wunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>traumatische Wunden</li> <li>wesentlicher Bruch der Sterilität</li> <li>primärer Verschluss ohne vorheriges Wundmanagement nicht indiziert</li> </ul>	4,6–9,1%
IV: infizierte Wunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>traumatische Wunden</li> <li>Perforation des Gastrointestinaltrakts oder deutliche Anzeichen einer bakteriellen Infektion</li> <li>kein primärer Verschluss</li> </ul>	6,7–17,8%



► **Abb. 2** Wunde in der inflammatorischen Phase. Es dominieren die typischen Entzündungsanzeichen wie vermehrte Wärme, Rötung und Schwellung im Wundbereich.  
© Oliver Ließ, Tierklinik Ahlen

die Anzahl der für eine Infektion benötigten Bakterien. Das Risiko einer Wundinfektion ist im gleichen Maße von der **Bakterienart** und deren vorhandenen **Virulenzfaktoren** abhängig.

## Problemkeime in der Veterinärmedizin [3, 5, 7, 8]

Ein Problemkeim ist ein Bakterium, das infolge einer **Resistenzentwicklung** nicht mehr mit Standardantibiotika behandelt werden kann. Dazu gehören v. a. die multiresistenten Keime, die eine Resistenz auf mindestens ein Antibiotikum in 3 oder mehr Antibiotikaklassen aufweisen.

Die meisten Bakterien, die im Zusammenhang mit Wundinfektionen nachgewiesen werden, sind **endogenen Ursprungs** und treten häufig opportunistisch auf. Andere Keime werden durch Schmier- oder Kontaktinfektionen, Aerosole oder Vektoren (Flöhe, Zecken) übertragen.

### Merke

**Hygienemaßnahmen (Handschuhe tragen, sauberer Behandlungstisch etc.) spielen bei der Vermeidung von Infektionen eine wichtige Rolle.**

Die bei Weichteilverletzungen am häufigsten nachgewiesenen Bakterienspezies sind:

- Methicillin-resistente Staphylokokken (MRSP [► **Abb. 3**], MRSA)
- Pseudomonas aeruginosa
- Pasteurella multocida
- Acinetobacter baumannii (► **Abb. 3**)

Aus Wunden mit Beteiligung des Gastrointestinaltrakts können häufig ESBL (extended spectrum beta-lactamase)-bildende Escherichia coli isoliert werden.

Die Ausbildung von **Multiresistenzen** gehört zu den speziellen Eigenschaften der oben genannten Erregergruppen und ist häufig der Grund für einen mangelnden Therapieerfolg. **Bei jeder Wunde** sollte eine **Tupferprobe aus der Tiefe** genommen und zur bakteriologischen Untersuchung und Generierung eines Resistogramms eingeschickt werden. Diese Probenentnahme sollte gegebenenfalls wiederholt werden, beispielsweise wenn kein Erreger nachgewiesen wurde oder bei nicht heilenden Wunden.

### MULTIRESISTENTE KEIME

Die antibiotikaresistente Variante eines Erregers ist weder aggressiver noch virulenter als die antibiotikempfindliche Variante desselben Erregers. Die Sterblichkeit bei Infektionen mit multiresistenten Keimen ist nur erhöht, weil die anfänglich kalkulierte Therapie nicht wirksam ist und die gezielte wirksame Antibiotikatherapie erst verspätet begonnen werden kann.



► **Abb. 3** Infizierte Wunde mit purulent-nekrotischen Arealen im inflammatorischen Stadium. Mischinfektion mit Methicillin-resistentem *Staphylococcus pseudintermedius* und *Acinetobacter baumannii*. © Oliver Ließ, Tierklinik Ahlen

Der Abstrich sollte möglichst aus der Tiefe des entzündlichen Prozesses entnommen werden. Oberflächliche Sekrete werden zuvor mit einem sterilen Tupfer abgewischt. Bei einem Verdacht auf anaerobe Keime stehen spezielle Transportmedien zur Verfügung (z. B. mit Kohlepartikeln), in die der Abstrich nach der Probenahme überführt wird. Das Transportgefäß muss anschließend gut verschlossen werden.

**Merke**

Die Anfertigung eines Resistenztests ist bei allen Wundheilungsstörungen mit Verdacht auf Anwesenheit von multiresistenten Keimen obligatorisch.

### Systemische antimikrobielle Therapie und „antibiotic stewardship“ [5, 9]

Die meisten **akuten Wunden** benötigen keine systemische antimikrobielle Therapie. Ein **lokales Wundmanagement** reicht häufig aus, um eine Wundinfektion zu verhindern. Selbst bei Bissverletzungen ist das Débridement zur Verringerung der Infektionsrate wirksamer als die Verabreichung von antimikrobiellen Mitteln.

**Merke**

Eine systemische antimikrobielle Therapie sollte nur dann erfolgen, wenn eine massive Infektion oder Anzeichen einer Septikämie vorliegen.

**Antimikrobielle Stewardship-Programme (ASP)** sind eine Reaktion auf die weltweite Resistenzproblematik. Sie regeln den **umsichtigen** und **vernünftigen Gebrauch** von antimikrobiellen Mitteln, um die klinische Wirksamkeit von Antibiotika zu erhalten. Sie besagen, dass vor dem Einsatz eines Antibiotikums die **Notwendigkeit** genauestens abgewogen und mögliche **Alternativen** in Betracht gezogen werden müssen. Eine antimikrobielle Therapie sollte, wenn möglich, nur nach **vorherigem Resistenztest** erfolgen, da es ansonsten infolge des indizierten Selektionsprozesses zu einer Dominanz der resistenten Keime kommt. Die genaue Dosierung sowie der vorgegebene Zeitraum der Verabreichung sind strikt einzuhalten und die Compliance der Besitzer ist regelmäßig zu kontrollieren.

### Offenes Wundmanagement

Beim Management von offenen Wunden ist darauf zu achten, dass stets ein **feuchtes Wundmilieu** vorherrscht, um die Bildung von Granulationsgewebe und die Re-Epithelisierung der Wunde zu fördern. Studien belegen, dass hydrophile Wundauflagen den besten Einfluss auf die Wundheilung haben, da sie die in ► **Tab. 1** beschriebenen Stoffwechselfprozesse unterstützen [4–6].

#### Lavage [11–13]

Die Wundspülung ist ein wichtiger Aspekt der Wundbehandlung. Sie hilft, die bakterielle Kontamination zu verringern und entfernt Fremdkörper sowie anderes loses Material aus der Wunde. Die Spülung sollte mit körperwarmer **Ringer-Lösung** oder **Polyhexaniden** (Prontovet®) durchgeführt werden. Eine In-vivo-Studie konnte zeigen, dass Leitungswasser und sterile Kochsalzlösung zytotoxisch für Fibroblasten sind [11]. Antiseptika sollten vermieden werden, da sie ebenfalls zytotoxisch für das Wundbett sind und den Heilungsprozess behindern [12]. Außerdem konnte nachgewiesen werden, dass die Verwendung eines Antiseptikums zur Vorbeugung einer Wundinfektion keinen signifikanten Vorteil gegenüber der Verwendung von Ringer-Lösung/Polyhexaniden aufweist [12].

#### Débridement [13–19]

Unter Débridement versteht man die Sanierung des Wundbetts durch Entfernung von Fremdmaterial und kontaminiertem oder nekrotischem Gewebe aus der Wunde. Nekrotisches Gewebe stellt die ideale Umgebung für ein Bakterienwachstum dar und verhindert das Eindringen von antimikrobiellen Wirkstoffen in das Gewebe. Das Débridement ist ein essenzieller Schritt der Wundversorgung zur **Reduktion der Keimlast** und **Förderung der**

**Wundheilung** und muss gegebenenfalls mehrmals wiederholt werden. Die besten Ergebnisse liefert zumeist das **chirurgische Débridement**, da nekrotisches Material schnell und vollständig entfernt werden kann.

Folgend sollen die gängigen **nicht chirurgischen Débridement-Techniken** während der inflammatorischen Phase der Wundheilung vorgestellt werden.

### Mechanisches Débridement (wet to dry)

Nass-zu-Trocken-Wundauflagen wurden lange zur Standardbehandlung von offenen Wunden eingesetzt. Da es zu einer Adhäsion mit der Wundoberfläche kommt, sind sie mittlerweile als obsolet anzusehen. In Kochsalzlösung getränkte sterile Gaze werden direkt auf die Wundoberfläche aufgetragen und mit sekundären absorbierenden Schichten verbunden. Totes Gewebe und Fremdkörper werden hydratisiert, in die Gaze eingezogen und beim Verbandwechsel entfernt. Bei jedem Verbandwechsel werden neue Epithelzellen entfernt und es bleiben Faserreste zurück. Außerdem ist der Vorgang äußerst unangenehm und schmerzhaft für den Patienten.

### Enzymatisches Débridement

Beim enzymatischen Débridement werden Agenzien wie Trypsin, Kollagenasen oder Urea verwendet, die in der Lage sind, das nekrotische Gewebe aufzulösen. Sie brauchen jedoch mehrere Tage um zu wirken, sind teuer, führen zur Austrocknung und sind nicht selektiv, weshalb sie sogar schädlich für das körpereigene Gewebe sein können.

### Autolytisches Débridement

#### Medizinischer Honig

Durch seine hyperosmotische Natur wird den Bakterien Wasser entzogen, was einen negativen Einfluss auf deren Wachstum und Stoffwechsel hat. Gleichzeitig wird die Wundoberfläche feucht gehalten, wodurch die **Wundheilung gefördert** wird. Medizinischer Honig produziert in geringen Maßen Wasserstoffperoxidasen, wodurch Sauerstoffradikale entstehen, die schädlich für die Mikroorganismen sind. Da sich gleichzeitig Antioxidanzien im Honig befinden, kommt es zu keiner Schädigung des körpereigenen Gewebes. Außerdem enthält Honig Phenole und organische Säuren, die den pH-Wert in der Wunde herabsetzen und die Bakterien in ihrer Vermehrung hemmen. Zusätzlich reduziert es die übelriechende bakterielle Fäulnis von devitalisiertem Gewebe. Medizinischer Honig wirkt bakteriostatisch auf alle bekannten Bakterienarten und wird v. a. in der **inflammatorischen Phase der Wundheilung** eingesetzt. Um eine Kontamination mit Clostridien- und Bacillus sporen zu vermeiden, muss stets steriler medizinischer Honig verwendet werden.

### Polyurethanschaum, Hydrogel, Hydrokolloid und Alginat

Die Hauptfunktion all dieser Wundauflagen besteht darin, die Wundoberfläche feucht zu halten und das autolytische Débridement zu erleichtern, um somit die Granulationsgewebbildung und Re-Epithelisierung zu fördern. Sie werden deshalb hauptsächlich in der **proliferativen Phase der Wundheilung** eingesetzt. Die Wundauflagen sind außerdem sehr saugfähig, wodurch Ödeme im Bereich der Wunde reduziert werden. Zur Fixation der Wundauflage ist ein sekundärer Verband notwendig, der je nach Produktivität der Wunde alle 2–4 Tage gewechselt werden muss.

Die Hauptfunktion des **Polyurethanschaums** besteht in der Absorption von überschüssigem Wundexsudat, weshalb diese Wundauflagen v. a. bei mittel- bis hochgradig produktiven Wunden angewendet werden. Der Einsatz bei infizierten Wunden ist kontraindiziert.

Als **Hydrogele** werden gelartige Wundauflagen bezeichnet, die einen hohen Wassergehalt aufweisen und v. a. bei trockenen bis geringgradig exsudativen Wunden zum Einsatz kommen.

**Hydrokolloide** umfassen eine große Gruppe von Polysacchariden und Proteinen, die in Wasser als Kolloide in Lösung gehen und bei Kontakt mit Exsudat ein (an Eiter erinnerndes) Gel bilden. Überschüssiges Wundexsudat sowie Zelltrümmer und Keime werden aufgenommen und beim Verbandwechsel entfernt.

**Alginat** sind saure Polysaccharide, die in den Zellwänden von Braunalgen gebildet werden und einen guten wundreinigenden Effekt besitzen. Sie können ca. das 20-Fache ihres Eigengewichts an Wundexsudat aufnehmen, weshalb sie sich hervorragend für mittel- bis hochgradig exsudative und infizierte Wunden eignen.

### Vacuum-Assisted Closure (VAC) [17, 20–23]

Bei der Vakuumtherapie handelt es sich um ein **nicht invasives aktives Wunddrainagesystem**, welches einer Wunde lokal subatmosphärischen Druck aussetzt. Dadurch wird übermäßige Flüssigkeit entzogen, die Durchblutung verbessert und die Sauerstoffspannung im Gewebe erhöht.

In der Veterinärmedizin wird bei Wunden häufig ein **kontinuierlicher Unterdruck von – 125 mmHg** verwendet [23]. Das System besteht aus einer offenporigen Schaumstoffplatte aus Polyurethan und einer Vakuumpumpe (► **Abb. 4**), die mittels einer Kunststoffolie eine luftdichte Abdichtung über den gesamten Wundbereich bildet. Die Schaumplatte dient einerseits als Plattform für die gleichmäßige Verteilung der Vakuumkraft auf die Wundoberfläche. Andererseits zieht es die überschüssige Flüssigkeit (Wundexsudat) in ihre Matrix, die über die Vaku-



► **Abb. 4** a Zustand 5 Tage nach operativer Versorgung einer Torsio ventriculi. Wundheilungsstörung mit Nekrose im mittleren Bereich der Wunde (Demarkierung). b Zustand 3 Tage nach Wundrevision mit Nahtdehiszenz. Bakteriologischer Tupfer ergab mäßigen Gehalt an *Staphylococcus pseudintermedius* (keine Methicillin-Resistenz). c Wunde nach chirurgischem Débridement vorbereitet zum Anlegen eines Vakuumverbands. Die Entfernung von nekrotischem Gewebe ist notwendig, bevor diese Unterdrucksysteme verwendet werden dürfen. d Wunde nach dem Anlegen des Vakuumverbands. Die Vakuumtherapie vermindert Ödeme, stimuliert die Durchblutung und fördert die Granulationsgewebebildung. © Oliver Ließ, Tierklinik Ahlen

umpumpe abgesaugt wird. Die Vakuumtherapie kann bei jeder offenen infizierten Wunde angewendet werden.

**Merke**

Die Vakuumtherapie eignet sich für großflächige, kontaminierte Wunden (inkl. multiresistenter Keime) an schwer zugänglichen Körperregionen, an denen herkömmliche Verbände zur Fixation der Wundauflage nur schwer zu applizieren sind (z. B. Kopf, Rumpf, Inguinalgegend).

Der Polyurethanschaum muss alle 2–3 Tage unter Sedation steril ersetzt werden. Zur Überwachung des Systems und Kontrolle des permanenten Vakuums und aufgrund der begrenzt mobilen Vakuumpumpen sollten die Patienten stationär aufgenommen werden.

**Kaltplasmatherapie [24–27]**

Plasma bezeichnet per physikalischer Definition den 4. Aggregatzustand der Materie und entsteht, wenn einem Gas zusätzliche Energie zugeführt wird. Es kann

als ein angeregtes (ionisiertes) Gas verstanden werden, das aus

- freien Ladungsträgern (Ionen, Elektronen),
- elektromagnetischer Strahlung (UV-/Infrarot-/Wärmestrahlung),
- elektromagnetischen Feldern und
- reaktiven Sauerstoff- und Stickstoffspezies (z. B. Ozon, Stickstoffdioxid) besteht.

In Studien konnte nachgewiesen werden, dass die Kombination der oben genannten Komponenten eine gleichermaßen **antibakterielle, antivirale, antimykotische und antiparasitäre Wirkung** besitzt. Die keimtötenden Effekte beruhen im Wesentlichen auf der Oxidation von Zellwänden bzw. Membranbestandteilen sowie der DNS von Mikroorganismen. Multiresistente Keime werden gleichermaßen effektiv abgetötet und Resistenzbildungen gegen die Wirkung von Plasma konnten bislang nicht beobachtet werden.

In-vitro-Studien konnten zusätzlich die **wundheilungsfördernde Wirkung** von medizinisch eingesetztem Kalt-



► **Abb. 5 a** Zustand nach Autotrauma. Abrasionsverletzung mit Beteiligung tieferliegender Strukturen (Ruptur des medialen Seitenbands, Gelenksbeteiligung fraglich). Wunde befindet sich im inflammatorischen Stadium. **b** Zustand nach Kaltplasmatherapie (insgesamt 9 Anwendungen im Abstand von 2–3 Tagen). Wunde in Abheilung mit sichtbarem Granulationsgewebe. Wachstum von Epithelzellen wird als rosafarbener glatter Rand um die Wunde herum sichtbar. © Oliver Ließ, Tierklinik Ahlen



► **Abb. 6** Kaltplasmatherapie in Anwendung. Hochgradige Ulzerationen am Sohlenballen und 5. Pfotenballen mit sekundärer Entzündung aufgrund einer medikamentös induzierten toxisch-epidermalen Nekrolyse. © Oliver Ließ, Tierklinik Ahlen

plasma aufzeigen, wonach die Geweberegeneration durch erhöhte Zellmigration und -proliferation von Fibroblasten verbessert, die Angiogenese gefördert und gleichzeitig das Immunsystem stimuliert wird (► **Abb. 5**) [25].

Die Kaltplasmatherapie wird in der Veterinärmedizin vorrangig zur Behandlung von **chronisch-therapieresistenten Wunden** genutzt. Diese weisen häufig eine fehlgeleitete Redoxbalance in den Zellen auf, was eine überschießende Entzündung begünstigt. Mithilfe der Kaltplasmatherapie werden die generierten redoxaktiven Spezies gezielt lokal in das Gewebe appliziert, wodurch die zelluläre Redoxbalance moduliert wird. Die Plasmawirkung beruht somit auf der **Unterstützung körpereigener Funktionen**, die im Fall von chronischen Wunden nicht ausreichend wirksam werden (► **Abb. 6**).

Die Temperatur des medizinisch eingesetzten Plasmas liegt bei körpernahen 40°C, wodurch Behandlungen von Patienten sehr gut toleriert werden. Durch den leichten Vorwärtsstrom des austretenden Plasmastrahls kann Kaltplasma auch in Wundhöhlen, beispielsweise bei Otitiden, sehr gut eingesetzt werden.

## Mikrosilber [14]

Schon seit der Antike ist die bakterizide Wirkung von Silber bekannt und wird v. a. bei **Brandwunden eingesetzt**. Viele silberhaltige Auflagen geben elementares Silber an die Wunde ab oder setzen bei Kontakt mit Exsudat Silberionen frei. Diese dringen über die Zellwand in die Mikroorganismen ein und stören deren Zellfunktion durch Blockierung von Transportenzymen oder Beeinträchtigung der Zellteilung durch Behinderung der DNA-Replikation. Vorteil bei der Anwendung von Mikrosilber ist die langanhaltende Wirkung über mehrere Tage und dass bisher kaum Resistenzenentwicklungen oder Nebenwirkungen beim Patienten beobachtet werden konnten [14].

## Fazit

Das primäre Ziel des Wundmanagements besteht darin, Infektionen vorzubeugen und eine schnellstmögliche Heilung zu bewirken. Massive Entzündungen, Infektionen oder Nekrosen verzögern die Wundheilung und sollten daher angemessen behandelt werden. Wie im Artikel beschrieben, existieren verschiedene Optionen zur Behandlung von offenen infizierten Wunden. Mehrere Faktoren wie die Zeitverzögerung zwischen Verletzung und Behandlung, der Grad der Kontamination und die Ausdeh-

nung und Tiefe der Wunde beeinflussen die Behandlung und Prognose und betonen die Bedeutung eines patientenspezifischen Ansatzes. Obwohl alle traumatischen Wunden kontaminiert sind, ist eine Antibiotikatherapie nur selten erforderlich, wenn ein korrektes Wundmanagement durchgeführt wird.

### Korrespondenzadresse

**Oliver Lieb**

Tierärztliche Klinik Ahlen  
 Bunsenstraße 20, 59229 Ahlen  
 Oliver.liess@web.de

**Ludo Stegen, Dipl. ECVS**

Tierärztliche Klinik Ahlen  
 Bunsenstraße 20, 59229 Ahlen  
 ludo.stegen@tierklinik-ahlen.de

### Literatur

[1] Cornell K. Wound Healing. In: Spencer J, Tobias KM, eds. *Veterinary Surgery: Small Animal Expert Consult (Vol 1)*. 2<sup>nd</sup> ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier; 2017

[2] Pavletic MM. Basic Principles of Wound Healing. In: Pavletic MM, ed. *Atlas of Small Animal Wound Management and Reconstructive Surgery*. 3<sup>rd</sup> ed. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2010

[3] Vogt S. Wundinfektionen bei Hund und Katze [Dissertation]. Gießen: VVB Laifersweiler; 2013

[4] Pavletic MM. Basic Principles of Wound Management. In: Pavletic MM, ed. *Atlas of Small Animal Wound Management and Reconstructive Surgery*. 3<sup>rd</sup> ed. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2010

[5] Brown CD. Wound Infections and Antimicrobial Use. In: Spencer J, Tobias KM, eds. *Veterinary Surgery: Small Animal Expert Consult (Vol 1)*. 2<sup>nd</sup> ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier; 2017

[6] Campbel BGI. Bandages and Drains. In: Spencer J, Tobias KM, eds. *Veterinary Surgery: Small Animal Expert Consult (Vol 1)*. 2<sup>nd</sup> ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier; 2017

[7] Stull JW, Weese JS. Hospital-associated infections in small animal practice. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2015; 45 (2): 217–233

[8] Meyers B, Schoemann JP, Goddard A et al. The bacteriology and antimicrobial susceptibility of infected and non-infected dog bite wounds: Fifty cases. *Vet Microbiol* 2008; 127: 360–368

[9] Guardabassi L, Prescott JF. Antimicrobial stewardship in small animal veterinary practice: from theory to practice. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2015; 45 (2): 361–376

[10] Devriendt N, de Rooster H. Initial management of traumatic wounds. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2017; 47 (6): 1123–1134

[11] Buffa EA, Lubbe AM, Verstraete FJ et al. The effects of wound lavage solutions on canine fibroblasts: an in vitro study. *Vet Surg* 1997; 26 (6): 460–466

[12] Hirsch T, Jacobsen F, Rittig A et al. A comparative in vitro study of cell toxicity of clinically used antiseptics. *Hautarzt* 2009; 60 (12): 984–991

[13] Stanley BJ. Open Wounds. In: Spencer J, Tobias KM, eds. *Veterinary Surgery: Small Animal Expert Consult. (Vol 2)*. 2<sup>nd</sup> ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier; 2017

[14] Pavletic MM. Wound Care Products and Their Use. In: Pavletic MM. *Atlas of Small Animal Wound Management and Reconstructive Surgery*. 3<sup>rd</sup> ed. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2010

[15] Pavletic MM. Dressings, Bandages, External Support, and Protective Devices. In: Pavletic MM. *Atlas of Small Animal Wound Management and Reconstructive Surgery*. 3<sup>rd</sup> ed. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2010

[16] Pavletic MM. Common Complications in Wound Healing. In: Pavletic MM. *Atlas of Small Animal Wound Management and Reconstructive Surgery*. 3<sup>rd</sup> ed. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2010

[17] Pavletic MM. Management of Specific Wounds. In: Pavletic MM. *Atlas of Small Animal Wound Management and Reconstructive Surgery*. 3<sup>rd</sup> ed. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2010

[18] Tobias KM, Ayers J. Wound management in action: case presentations. *Procedures Pro/NAVC Clinician's Brief* 2012; 61–66

[19] Doyle R. Making Ends Meet: Wound Management and Closure in Dogs and Cats. *CVE Soft Tissue Surgery 2*. Dublin: VICAS; 2012: 1–52

[20] Kirkby KA, Wheeler J, Farese J et al. Surgical views: Vacuum-assisted wound closure: application and mechanism of action. *Compend Contin Educ Vet* 2009; 31 (12): E1–5, E7

[21] Thompson E. Debridement techniques and non-negative pressure wound therapy wound management. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2017; 47 (6): 1181–1202

[22] Demaria M, Stanley BJ, Hauptman JG et al. Effects of negative pressure wound therapy on healing of open wounds in dog. *Vet Surg* 2011; 40: 658–669

[23] Stanley BJ. Negative pressure wound therapy. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2017; 47 (6): 1203–1220

[24] von Woedtke T, Schmidt A, Bekeschus S, Wende K. Wissenschaftliche Grundlagen, Stand und Perspektiven der Plasmamedizin. In: Metelmann HR, von Woedtke T, Weltmann KD. *Plasmamedizin: Kaltplasma in der medizinischen Anwendung*. Berlin: Springer; 2016

[25] Heimke A. Niedertemperaturplasma: Eigenschaften, Wirkungen und Gerätetechnik. In: Metelmann HR, von Woedtke T, Weltmann KD. *Plasmamedizin: Kaltplasma in der medizinischen Anwendung*. Berlin: Springer; 2016

[26] Daeschlein G. Antimikrobielle Wirksamkeit von Plasma. In: Metelmann HR, von Woedtke T, Weltmann KD. *Plasmamedizin: Kaltplasma in der medizinischen Anwendung*. Berlin: Springer; 2016

[27] Tiede R, Emmer S. Plasmabehandlung von Wunden. In: Metelmann HR, von Woedtke T, Weltmann KD. *Plasmamedizin: Kaltplasma in der medizinischen Anwendung*. Berlin: Springer; 2016

### Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0601-3885>  
 kleintier konkret 2018; 21: 25–34 © Georg Thieme Verlag KG  
 Stuttgart · New York ISSN 1434-9132





### Frage 1

Welche Phase der Wundheilung ist am anfälligsten für Infektionen?

- A inflammatorische Phase
- B proliferative Phase
- C Remodeling-Phase
- D inflammatorische und proliferative Phase
- E in jeder Phase der Wundheilung besteht das gleiche Infektionsrisiko

### Frage 2

Welcher allgemeine prädisponierende Faktor des Patienten beeinflusst die Wundheilung?

- A Hämatombildung
- B Leukozytose
- C Unterernährung
- D Serumbildung
- E Nahtdehiszenz

### Frage 3

In welche 4 Grade lassen sich Wunden anhand des Kontaminationsgrads einteilen?

- A steril – sauber – kontaminiert – infiziert
- B sauber – sauber-kontaminiert – kontaminiert – infiziert
- C sauber – kontaminiert – schmutzig – infiziert
- D sauber – schwach kontaminiert – stark kontaminiert – infiziert
- E sauber – sauber-kontaminiert – schmutzig – infiziert

### Frage 4

Welche der genannten Bakterienspezies gehört zu den typischen Erregern einer Wundinfektion?

- A Clostridium spp.
- B Helicobacter spp.
- C Leptospira spp.
- D Pseudomonas spp.
- E Enterococcus spp.

### Frage 5

Womit sollte die Lavage beim offenen Wundmanagement erfolgen?

- A Leitungswasser
- B isotone Kochsalzlösung
- C Polyhexanide
- D Antiseptika
- E Lavage nicht notwendig

### Frage 6

Welche nicht chirurgische Débridement-Technik eignet sich am besten in der inflammatorischen Phase der Wundheilung?

- A mechanisches Débridement mittels "wet to dry"
- B enzymatisches Débridement mittels Trypsin, Kollagenasen oder Urea
- C autolytisches Débridement mittels medizinischem Honig
- D autolytisches Débridement mittels Polyurethanschaum
- E Débridement während der inflammatorischen Phase nicht notwendig

### Frage 7

Welche Wundauflage eignet sich am ehesten in der proliferativen Phase der Wundheilung?

- A in Kochsalzlösung getränkte sterile Gaze
- B medizinischer Honig
- C mit Silberionen imprägnierte Wundauflagen
- D hydrophile Wundauflagen
- E Wundauflagen eignen sich nicht in der proliferativen Phase

### Frage 8

Für welche Art von Wunden eignet sich die Vakuumtherapie?

- A Die Vakuumtherapie eignet sich für großflächige, kontaminierte Wunden an schwer zugänglichen Bereichen.
- B Die Vakuumtherapie eignet sich für großflächige, nicht infizierte Wunden an leicht zugänglichen Bereichen.
- C Die Vakuumtherapie eignet sich für kleine, nicht infizierte Wunden an schwer zugänglichen Bereichen.
- D Die Vakuumtherapie eignet sich für kleine, kontaminierte Wunden an leicht zugänglichen Bereichen.
- E Die Vakuumtherapie eignet sich für großflächige, kontaminierte Wunden, kann jedoch nur an bestimmten Stellen des Körpers angewendet werden.

### Frage 9

Bei welcher Temperatur liegt das medizinisch eingesetzte Plasma?

- A 20–25 °C
- B 25–30 °C
- C 30–35 °C
- D ca. 40 °C
- E 45–50 °C

### Frage 10

Welcher Druck wird standardmäßig bei der Vakuumtherapie verwendet?

- A 125 mmHg
- B 100 mmHg
- C 50 mmHg
- D –100 mmHg
- E –125 mmHg

# Modernes Wundmanagement – Umdenken beim Umgang mit bakteriellen Infektionen

Oliver Ließ, Ludo Stegen



## A Lernerfolgskontrolle

Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an! Es ist jeweils nur 1 Antwort pro Frage richtig!

Frage 1  a  b  c  d  e

Frage 2  a  b  c  d  e

Frage 3  a  b  c  d  e

Frage 4  a  b  c  d  e

Frage 5  a  b  c  d  e

Frage 6  a  b  c  d  e

Frage 7  a  b  c  d  e

Frage 8  a  b  c  d  e

Frage 9  a  b  c  d  e

Frage 10  a  b  c  d  e

## B Teilnehmer

\_\_\_\_\_

Titel | Name | Vorname

\_\_\_\_\_

Straße | Hausnummer

\_\_\_\_\_

PLZ | Ort

\_\_\_\_\_

Beruf

## C Ihr Ergebnis wird vom Verlag ausgefüllt

Sie haben \_\_\_\_\_ von \_\_\_\_\_ Fragen  
richtig beantwortet und somit

bestanden und 1 ATF-Stunde erhalten

nicht bestanden.

\_\_\_\_\_

Stuttgart, den

\_\_\_\_\_

Stempel | Unterschrift

## D Teilnahmebedingungen für Abonnenten der kleintier.konkret kostenlos

Für diese Fortbildung können Sie 1 ATF-Fortbildungsstunde anerkannt bekommen. Hierfür ...

- ▶ müssen mindestens 70% der Fragen richtig beantwortet sein.
- ▶ muss der Antwortbogen vollständig ausgefüllt sein. Unvollständig ausgefüllte Bögen können nicht berücksichtigt werden.

- ▶ muss im markierten Feld\* Ihre Abonnen-  
tennummer eingetragen oder eine **Kleintier  
konkret**-CVE-Wertmarke aufgeklebt sein.

Kleintier konkret-CVE-Wertmarken für Nicht-  
abonnenten können beim Verlag zu folgenden  
**Bedingungen** erworben werden: 6er-Pack  
Wertmarken, Preis 49,95 € inkl. MwSt., Artikel-  
Nr. 903000. Bitte richten Sie die Bestellungen an:  
Georg Thieme Verlag KG,  
KundenServiceCenter Buch,  
Postfach 30 11 20, 70451 Stuttgart.

## E Erklärung

Ich versichere, dass ich die Beantwortung der Fragen selbst und ohne fremde Hilfe durchgeführt habe.

\_\_\_\_\_

Ort, Datum

\_\_\_\_\_

Unterschrift

\* Nichtabonnenten bitte hier **Klein-  
tier-konkret**-CVE-Wertmarke  
aufkleben. Abonnenten bitte  
Abonnen-tennummer eintragen:

Bitte senden Sie den vollständig ausgefüllten Antwortbogen und einen an Sie selbst adressierten Rückumschlag an den Georg Thieme Verlag KG, Kleintier konkret-CVE, Kennwort: Kleintier konkret, Postfach 30 11 20, 70451 Stuttgart. Die Zertifikate werden spätestens 14 Tage nach Erhalt des Antwortbogens versandt. Von telefonischen Anfragen bitten wir abzusehen. Einsendeschluss: 21.10.2019 (12 Monate, Datum des Poststempels).