

3.2 Drainagen

Drainagen können bei einem Wundverschluss zusätzlich eingesetzt werden, um den Ablauf von Exsudat zu ermöglichen. Sie sind also immer dann erforderlich, wenn man mit einer starken Flüssigkeitsbildung rechnet (große Wundhöhle, nicht geschlossene Toträume, kontaminierter oder infizierter Wundgrund) oder wenn eine Serombildung den erfolgreichen Verschluss gefährdet (z. B. nach Rekonstruktion größerer Defekte). Die Intention dabei ist, dass die Drainage die Bildung flüssigkeitsgefüllter Wundtaschen mindert und somit die daraus resultierende Belastung für den Patienten geringer wird (weniger Schmerz, geringeres Infektionsrisiko, Vermeidung von Wundheilungsstörungen).

Das ist zu tun



Die Indikation zum Einsetzen einer Drainage besteht bei Wunden, bei denen aufgrund von

- nicht geschlossenen Toträumen und
- potenzieller Infektion/Kontamination

von einer erhöhten Wundexsudation auszugehen ist.

Aufgepasst! Bei stark infizierten Wunden ist ggf. eine offene Therapie dem Verschluss mit Drainage vorzuziehen!

Neuere Studien zeigen jedoch, dass der Einsatz von Drainagen durchaus komplikationsbehaftet ist. Das gilt insbesondere für saubere Operationen, bei denen es nur um die Prävention von Seromen geht. Zum einen bilden sich trotz Drainage in bis zu 18% aller sauberen Operationen Serome, zum anderen weisen saubere Wunden, bei denen ein Drain eingesetzt wurde, eine vergleichsweise hohe Rate an Dehiszenz (30%) und Infektion (6,6–15,6%) auf, die deutlich über den durchschnittlichen Werten für den jeweiligen Operationstyp liegt. Ob diese Beobachtung tatsächlich mit der Verwendung der Drainagen assoziiert ist oder sich aus der Tatsache ergibt, dass diese v. a. bei komplizierteren Operationen zum Einsatz kommen, ist aufgrund der Studiendesigns der aktuellen Untersuchungen jedoch nicht zu sagen.

Sowohl aktive (z. B. Redon-Drainage, Jackson-Pratt-Drainage) als auch passive Drainagesysteme (Penrose-Drainage) sind Fremdmaterialien, die in die Wunde eingebracht werden. Zudem wird an der Austrittspforte eine Verbindung zwischen der Wunde und der Umgebung hergestellt, die insbesondere bei initial sauberen Wunden durchaus kritisch zu sehen ist. Durch diese Öffnung können Keime entlang des Drains in die Wunde einwandern und zu einer Infektion führen.

Da passive Drainagen ausschließlich durch die Schwerkraft funktionieren, ist hier i. d. R. die Austrittsstelle (und damit das Kontaminationsrisiko) besonders groß. Die Gefahr besteht aber auch bei aktiven Drainagesystemen, die mittels Unterdruck funktionieren. Bei Verwendung einer Drainage muss darum die Austrittsstelle immer mit einer ausreichenden Hygiene (sterile Handhabung, Handschuhe, tägliche Reinigung, bei stärkerer Sekretion ggf. mehrmals täglich, sterile Abdeckung) gehandhabt werden.

Zudem ist zu beachten, dass eine Drainage niemals aus der primären Naht, sondern in jedem Fall über eine separate Öffnung ausgeführt wird. Andernfalls wird durch die Drainage und

die dadurch bedingte Akkumulation von Flüssigkeit unter der Naht die Wahrscheinlichkeit einer Nahtdehiszenz deutlich erhöht.



Steckbrief: Drainagesysteme

Ungeachtet des Drain-Typs müssen Drainagen immer steril gehandhabt und abgedeckt werden!

Passive Drainagen

- z. B. Penrose-Drainage
- arbeiten ausschließlich über Kapillarwirkung und Schwerkraft und müssen daher immer am tiefsten Punkt der Wunde ausgeführt werden
- brauchen eine relativ große Drain-Öffnung und bergen damit ein erhöhtes Risiko für aufsteigende Infektionen
- durch die große Austrittsöffnung kommt es häufig zu einer Akkumulation von Flüssigkeit auf der Haut, mögliche Folgen sind Dermatitis oder Mazeration (→ ggf. mehrmals tgl. die Auflagen wechseln, um die Haut trocken zu halten)
- sollten maximal 3–4 d belassen werden

Aktuell fehlen Studien, die die genaue Komplikationsrate nach der Verwendung von passiven Drainagen belegen. Auch die Empfehlungen für die Dauer des Einsatzes basieren aktuell auf allgemeinen Empfehlungen und nicht auf objektiv erhobenen Daten.

Aktive Drainagen

- z. B. Redon-Drainage, Jackson-Pratt-Drainage
- arbeiten durch einen lokalen Unterdruck, der (zumeist) mittels Saugbalg erzeugt wird
- für einen effektiven Unterdruck sollte das Reservoir geleert werden, sobald dieses zu $\frac{2}{3}$ gefüllt ist
- können ungeachtet der Schwerkraft auch neben oder über der Wunde über eine separate Öffnung ausgeleitet werden
- mithilfe des aufgefangenen Exsudats lässt sich dessen Menge und Qualität (zytologische Untersuchung) objektiv bewerten
- können länger in der Wunde verbleiben,
 - sollten aber gezogen werden, sofern weniger als 0,2 ml/kg/h Wundflüssigkeit anfallen oder
 - wenn sich die Menge des Exsudats trotz längerer Liegedauer nicht weiter verringert → erhöhte Wahrscheinlichkeit der Serombildung trotz Drainage
- müssen gleichfalls steril gehandhabt und abgedeckt werden

Im Gegensatz zu passiven Drainagen liegen für aktive Systeme aktuell 2 Studien im Kleintierbereich vor, die jedoch eine relativ hohe Komplikationsrate ergeben haben. Demzufolge muss der Einsatz immer gut abgewogen werden wie auch im Zweifelsfall geschlossenen (aktiven) Systemen gegenüber passiven Drainagen der Vorzug zu geben ist.



3.3 Prinzipien der offenen Wundtherapie

Die offene Wundtherapie zielt darauf ab, alle Faktoren, die einer Heilung entgegenstehen, zu optimieren und bestmögliche Konditionen für eine erfolgreiche Heilung zu schaffen. Die Kernelemente jeder offenen Therapie sind **Wunddebridement**, **Lavage** und die **Auswahl einer geeigneten Wundaufgabe** zur Förderung der zellulären Heilungsvorgänge.

3.4 Debridement

Das Debridement stellt den ersten Schritt der Wundversorgung dar. Dabei wird infiziertes, nekrotisches Gewebe sowie Fremdmaterial aus der Wunde entfernt. Dieser Schritt ist notwendig, um die Belastung der Wunde mit avitalem Gewebe oder Debris zu verringern. Gewebsanteile, bei denen keine ausreichende Perfusion (S.24) mehr besteht, wirken sich ebenso wie Fremdmaterial (S.44) von außen störend auf die Heilung aus. Frühere Ansätze, Nekrosen zunächst „ausreifen“ zu lassen, sind kontraproduktiv und veraltet.

Durch die Entfernung des entsprechenden Gewebes nimmt der Chirurg dem Körper wichtige Arbeit ab und ermöglicht einen raschen Abschluss der inflammatorischen Phase. Nur so kann die Wunde in die Proliferationsphase übergehen. Das Debridement ist der entscheidende Schritt der Wundtherapie, ohne ihn kommt es zu einer starken Beeinträchtigung der Heilungskapazität, im schlimmsten Fall versagt die Wundheilung.

Das ist zu tun



Belässt man eine Nekrose im Gewebe, muss man sich über die Folgen bewusst sein:

- Das tote Gewebe kann vom Körper nicht abgebaut werden und hält die Wunde in der Entzündungsphase, die Heilung wird dadurch anhaltend verzögert.
- Nekrosen sind nicht durchblutet, damit können sie weder vom Immunsystem noch durch systemische Antibiose erreicht werden. Sie bieten damit die perfekte Nische für Keime.
- Durch den Versuch des Körpers, die Nekrose zu beseitigen, werden Zytokine (z. B. MMP, TNF- α) ausgeschüttet, die eine weitere Gewebszerstörung bewirken. Das Ausmaß des Schadens wird also immer größer, die Nekrose wächst
- Neben dem lokalen Schaden birgt diese Situation ein hohes Risiko, dass sich systemische Infektionen und Sepsis etablieren (► Abb. 3.9).

Aus den genannten Gründen muss nekrotisches Gewebe **immer umgehend** entfernt werden, um nach Möglichkeit zu verhindern, dass sich der systemische Zustand des Patienten weiter verschlechtert.

Therapeutische Maßnahmen

Bei Vorliegen systemischer Infektionen, ggf. einer Sepsis mit Multiorganversagen, unterbleibt häufig die chirurgische Versorgung von Patienten mit nekrotischen Wunden, da man Bedenken hinsichtlich der Auswirkungen der Anästhesie hat.

Diese Sorge ist berechtigt, doch sofern die Nekrose Ursache der Sepsis ist, lassen sich solche Patienten erst wirklich stabilisieren, wenn der Herd beseitigt ist. Die Therapie entsprechender Fälle ist komplex. Die Patienten haben ein extrem hohes Narkoserisiko und bedürfen darüber hinaus einer umfangreichen intensivmedizinischen Therapie. Spezialisierte Kliniken sind jedoch heute in der Lage, die notwendige Versorgung zu bieten.

Neben Flüssigkeitstherapie, Antibiose, Behandlung mit Blutprodukten und Eiweißersatz ist die Operation integraler Bestandteil der Therapie und darf nicht aus Angst vor einer Anästhesie unterlassen werden (► Abb. 2.25). Gegebenenfalls sind zusätzliche Maßnahmen zur Stabilisierung des Patienten erforderlich. Hier ist die Absprache zwischen den verschiedenen Disziplinen (Chirurgie, Anästhesie und Intensivmedizin) extrem wichtig, um die Chance auf eine erfolgreiche Therapie zu erhöhen. Bestehen Begleiterkrankungen, die das Narkoserisiko zusätzlich erhöhen und zuerst therapiert werden müssen (z. B. schweres Schädel-Hirn-Trauma, dekompensierter Schock), sollte zumindest ein oberflächliches Debridement erfolgen (► Abb. 3.10). Fehlendes Debridement und die Ausweitung der Nekrose ist einer der häufigsten Fehler in der Wundtherapie, der das Leben des Patienten durch die Entwicklung einer Sepsis bedrohen kann.



Abb. 3.9 Nekrosen.

- a** Dieser 8 Jahre alte Siam-Mix-Kater hatte 10 d zuvor durch einen Autounfall Beckenfrakturen erlitten, die versorgt werden mussten. Zusätzlich bestand ein ausgedehntes Hämatom an der gesamten rechten Bauchwand, das sich im Verlauf infizierte. Die Haut wurde zunehmend nekrotisch, der Patient entwickelte eine Sepsis mit Nierenversagen und beginnendem Lungenödem. Bei der Vorstellung war die Katze somnolent und zeigte diese ausgeprägten Nekrosen. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)
- b** Auch wenn sich der Patient in einem kritischen Zustand befindet, ist es essenziell, derartige Nekrosen abzutragen, da sie sich sonst weiter ausbreiten und die Sepsis noch verschlimmern. Die Prognose für einen solchen Patienten ist jedoch sehr schlecht. Sofern ein Behandlungsversuch unternommen wird, muss neben der adäquaten Wundtherapie auch eine entsprechende intensivmedizinische Behandlung gewährleistet sein. Insbesondere Patienten, die wie dieser infolge der Sepsis bereits ein Lungenversagen entwickelt haben und kaum noch ansprechbar sind, können in den meisten Fällen nicht mehr gerettet werden. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)
- c** Auf ausdrücklichen Wunsch der Besitzer erfolgte in diesem Fall ein Therapieversuch. Das Debridement mit Entfernung aller nekrotischen Areale wurde in Allgemeinanästhesie durchgeführt, die Wunde mit einem Unterdruckverband verschlossen. Obwohl der Patient die Anästhesie überlebte, erlag er innerhalb der nächsten 24 h einem Lungenödem. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)



Abb. 3.10 Debridement am wachen Patienten.

- a** Dieser Hund wurde vorgestellt, nachdem er 1 Wo zuvor eine Abrasionsverletzung am Sternum und an allen 4 Gliedmaßen erlitten hatte. Die initiale Wundtherapie bestand darin, die Wunden mit Silberspray abzudecken. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)
- b** Bei der Vorstellung befand sich der Patient in einem akuten Nierenversagen. Aufgrund dessen erfolgte zunächst ein Debridement der Wunden unter Lokalanästhesie. Die Wunden wurden anschließend mit einer Polymerschäumstoffauflage abgedeckt. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)

3.4.1 Chirurgisches Debridement

Indikationen

Traumatische Verletzungen erfordern im ersten Schritt immer ein Debridement (S.86); dabei werden grobe Verschmutzungen und schlecht perfundierte Gewebsanteile entfernt. Eine weitere Indikation zum Debridement ist die Ausbildung von Nekrosen (► Abb. 3.11). Nekrosen entstehen dann, wenn es zu einer Minderperfusion des Gewebes kommt oder Gewebe aufgrund von toxischen Mediatoren zugrunde geht. Nekrosen können die Wundheilung lokal oder global beeinflussen.



Abb. 3.11 Verzögerte Wundheilung durch Nekrosen.

- a** Dieser 6 Mo alte Golden Doodle war 4 Wo zuvor im Garten in eine Fackel gelaufen. Die lokale Therapie in den folgenden Wochen blieb ohne nennenswerte Fortschritte, die Besitzer hatten eher den Eindruck, dass sich die zunächst kaum sichtbare Wunde vergrößerte. Bei der Vorstellung erfolgte im Wachzustand eine Entfernung der Nekrose über der Wunde, auf der hier gezeigten Abbildung ist diese im kaudalen Anteil der Wunde bereits abgelöst. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)
- b** Mit etwas Ablenkung war es möglich, die gesamte Nekrose ohne Anästhesie abzutragen. Darunter wird eine Wunde sichtbar, die in großen Teilen bereits Anzeichen einer Epithelisierung zeigt. Durch die Nekrose war es dem Körper nicht möglich, die Heilung der Wunde in einem normalen Zeitrahmen zu erreichen. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)
- c** Die Wunde wurde anschließend mit einer Polymerschaumstoffauflage abgedeckt. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)
- d** Bei der Kontrolle 5 d nach initialer Vorstellung war die Wunde vollständig abgeheilt. Außer des Debridements und der interaktiven Wundauflage erfolgte keinerlei weitere Therapie (keine antibiotische Behandlung). Dieser Fall zeigt eindrucksvoll, wie schnell die Epithelisierung eine Wunde schließen kann, sobald die störende Nekrose beseitigt ist. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)



Abb. 3.12 Nekrosebildung nach chirurgischer Versorgung.

- a** Die Abbildung zeigt einen Pinscher, der vor 5 d von einem Berner Sennenhund gebeutelt worden war. Dabei kam es zu einem großflächigen Trauma der Thoraxwand mit Rippenfrakturen. Die Verletzung wurde bei Vorstellung als Notfall versorgt und der Patient unter eine systemische Antibiose mit Amoxicillin/Clavulansäure gestellt. 5 d nach der Erstversorgung zeigte sich eine Sekretion aus der Naht, eine Nekrose der Haut und ein Anstieg der Entzündungsparameter (CrP) im Blut. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)
- b** Bei Debridement der nekrotischen Haut wurde eine eitrig-einschmelzende Infektion der Muskulatur der Thoraxwand sichtbar. Die mikrobiologische Untersuchung erbrachte ein multiresistentes *Staphylococcus-pseudintermedius*-Isolat. Der Fall demonstriert anschaulich, dass eine Antibiotikatherapie bei entsprechender Beeinträchtigung der Weichteile eine Infektion nicht alleine unterbinden, sondern erst nach vorhergehendem Debridement wirksam werden kann. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)
- c** Zur Therapie dieser Wundkomplikation war ein erneutes Debridement aller betroffenen Gewebsschichten erforderlich. Hierzu mussten große Teile der Thoraxwand und der angrenzenden Abdominalwand reseziert werden. Der resultierende Defekt wurde mit einem Omentum-Lappen verschlossen und über 12 d mittels Unterdrucktherapie und Instillation behandelt, bevor ein erneuter und diesmal erfolgreicher Wundverschluss erfolgen konnte. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)

Entwickeln sich im Nachhinein Nekrosen über bereits verschlossenen Wunden, kann das ein Hinweis auf eine tiefe Infektion sein. Auch in solchen Fällen ist immer ein chirurgisches Debridement notwendig, das ggf. wiederholt werden muss, wenn sich danach noch weitere Nekrosen bilden (► Abb. 3.12).

Methoden

Die **klassische Form** des Debridements erfolgt chirurgisch mittels Skalpell und Schere. Hierbei trägt der Chirurg unter Schonung vitaler Strukturen das veränderte, entzündete und nekrotische Gewebe ab (► Abb. 3.13). Dabei muss jegliches Gewebe, das nicht blutet, entfernt werden. In der Regel arbeitet man sich Schicht für Schicht voran, um wichtige Strukturen wie Nerven und Gefäße zu schonen.

Diese Form des Debridements ist zeitaufwendig und die Schonung vitaler Strukturen (z. B. große Gefäße, Nerven) kann schwierig sein.

Aus diesem Grund wurden Alternativen zum konventionellen scharfen Debridement entwickelt, die v. a. beim Menschen bereits routinemäßig zum Einsatz kommen. Hierbei finden insbesondere wasserstrahlassistierte oder ultraschallbasierte Verfahren Anwendung, die sehr effektiv verändertes Gewebe abtragen können, ohne dabei vitale Strukturen zu verletzen.

Memo



Beim scharfen Debridement werden Nekrosen und stark entzündlich verändertes Gewebe mittels Skalpell und Schere abgetragen.

Alternative Verfahren wie hydrochirurgisches oder ultraschallassistiertes Debridement sind genauer, kommen derzeit aber aus Kostengründen in der Kleintiermedizin nur selten zum Einsatz.

Zum **wasserstrahlassistierten (hydrochirurgischen) Debridement** ist ein spezielles Instrument erforderlich. Hierbei wird sterile Kochsalzlösung mit Hochgeschwindigkeit in ein gewinkeltes Handstück injiziert. Durch den sog. Venturi-Effekt entsteht eine Sogwirkung, die ein gleichmäßiges, präzises Abtragen der Oberfläche ermöglicht (► Abb. 3.14). Experimentelle Studien belegen, dass der Einsatz der Hydrochirurgie die Keimlast im Vergleich zum konventionellen Debridement signifikant stärker reduziert. Zusätzlich wird die Belastung des Patienten durch eine Verkürzung der Operationsdauer deutlich verringert wie auch durch die verbesserte Dekontamination ein schnellerer Wundverschluss erreicht werden kann. Aus Kostengründen kommen entsprechende Systeme in der Kleintiermedizin aktuell jedoch nur selten zum Einsatz.

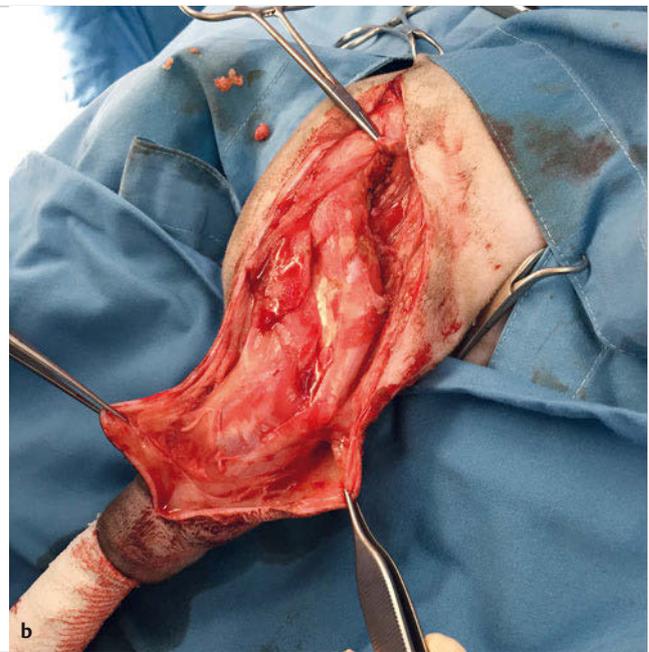


Abb. 3.13 Konventionelles chirurgisches Debridement: Beim konventionellen chirurgischen Debridement wird mittels Schere und Skalpell das gesamte verschmutzte und nekrotische Gewebe aus der Wunde entfernt.

- a** Diese Katze wurde überwiesen, nachdem sich nach einer vorangegangenen Wundrevision mit primärem Wundverschluss eine eitrig-nekrotisierende Infektion gebildet hatte. (Quelle: bvv. FAQ - Berufseinstieg Kleintierpraxis. 1. Auflage. Stuttgart: Enke; 2016)
- b** Zu Beginn der offenen Therapie erfolgte zunächst ein scharfes chirurgisches Debridement, bei dem die Hautnekrose, die Oberarmfaszie und Anteile des Caput laterale des M. trizeps abgetragen werden mussten. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)

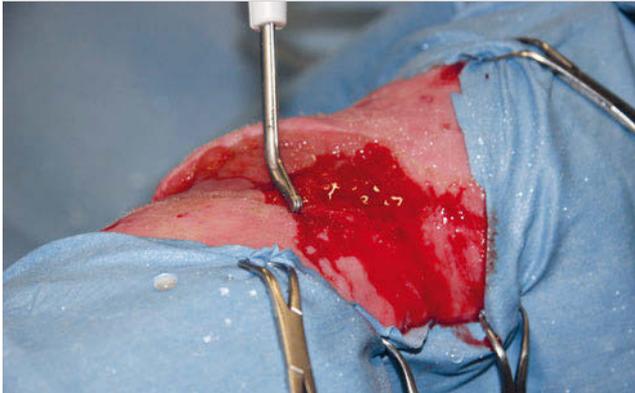


Abb. 3.14 Hydrochirurgisches Debridement: Der Vorteil des hydrochirurgischen Debridements besteht darin, dass in kürzester Zeit sehr exakt die oberflächliche Gewebsschicht abgetragen werden kann. Dadurch wird unter Schonung wichtiger Strukturen nachweislich die Bakterienlast reduziert. Der debridierte Anteil der Wunde zeigt eine gesunde rote Farbe und eine gute Blutungstendenz, im hinteren Bereich ist das Gewebe hingegen blass-gelblich verfärbt. (Quelle: Jacintha Wilmink, Woumarec, Wageningen, NL)

Bei **ultraschallassistiertem Debridement** wird der sog. Kavitationseffekt, der bei einer Ultraschallfrequenz von 25 Hz unter der Sonotrode entsteht, genutzt. Dadurch lassen sich gezielt Beläge und Fremdmaterialien aus der Wunde entfernen, gesundes Gewebe wird dabei belassen. Aus Kostengründen kommt auch das ultraschallassistierte Debridement in der Kleintiermedizin bislang noch nicht zum Einsatz, sodass Daten zu der tatsächlichen Effizienz bei unseren Patienten fehlen.

Auf den Punkt gebracht



Obwohl das endgültige chirurgische Debridement in den meisten Fällen einer Allgemeinanästhesie bedarf, ist es die einzige Methode, die makroskopisch sichtbare Nekrosen und lokale Infektionsherde effektiv zu kontrollieren vermag!

Andere Formen wie das chemische oder biologische Debridement können i. d. R. das chirurgische Debridement nicht ersetzen, sondern nur als Überbrückungsmaßnahme bis zu einem endgültigen Debridement oder zur Beseitigung kleinerer Nekrosen eingesetzt werden.

3.4.2 Enzymatisches Debridement

Eine besondere Situation liegt vor, wenn der Patient aus anderen Gründen als der Wundinfektion nicht narkosefähig und deshalb ein chirurgisches Debridement unmöglich ist. In solchen Fällen kann als Erste-Hilfe-Maßnahme ein enzymatisches Debridement durchgeführt werden (► Abb. 3.15). Diese Maßnahme eignet sich auch hervorragend für Risikopatienten, bei denen sich im Anschluss an ein chirurgisches Debridement noch kleinere Nekrosen und Infektionsherde bilden, die einer weiteren Wundpflege bedürfen.

In diesen Fällen können beispielsweise Salben oder Gele auf Basis von **Trypsin** oder **Papain** eingesetzt werden. Dabei ist aber immer zu beachten, dass diese Medikamente das chirurgische Debridement nicht ersetzen können. Zudem führt die Anwendung auf Wunden, die keines weiteren Debridements bedürfen, zu einer Verzögerung der Heilung, da auch Granulationsgewebe und Epithelzellen angegriffen werden.

Auf den Punkt gebracht



Durch ein enzymatisches Debridement lassen sich Nekrosen nur sehr begrenzt ablösen, darum kann es die Chirurgie nicht vollständig ersetzen.

Eine prophylaktische Anwendung ist nicht zu empfehlen, da auch Granulationsgewebe und Epithelisierung angegriffen werden, womit sich die Wundheilung verzögert. Bei Wunden in Granulation oder Epithelisierung ohne jeden Hinweis auf Nekro-
susbildung sind diese Medikamente daher kontraindiziert.



Abb. 3.15 Enzymatisches Debridement: Granulierende Wunden ohne Nekrosen dürfen **nicht** mit proteolytischen Salben behandelt werden. Im gezeigten Beispiel kam es durch Anwendung einer chymotrypsin- und papainhaltigen Salbe (Necrolyt-Salbe) auf einer Wunde in der Granulationsphase zu einer kontinuierlichen, iatrogen verursachten Größenzunahme der Wundfläche mit Zerstörung des Neopithels und des umliegenden Hautrandes. (Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München)

3.4.3 Biologisches Debridement

Neben dem chemischen/enzymatischen Debridement ist das biologische Debridement eine besonders interessante Alternative. Hierbei werden spezielle medizinische Larven der Goldfliege (*Lucilia sericata*, 5–10 Larven/cm² Wundfläche) eingesetzt. Medizinische Maden sind in der Humanmedizin als Arzneimittel zugelassen und müssen somit zur Anwendung beim Kleintier umgewidmet werden. Sie können entweder direkt auf die Wunde aufgebracht (Freiläufer) oder in einem speziellen Beutelchen in die Wunde eingelegt werden. Die Problematik besteht darin, die Fliegenlarven in der Wunde zu fixieren, da sich Hunde und Katzen bewegen. Aus diesem Grund empfiehlt sich die indirekte Anwendung im Beutel, der sich auf der Wunde aufnähen lässt. Von einem weiteren Verband ist dringend abzuraten, da sonst die Gefahr besteht, dass die Larven ersticken oder erdrückt werden (► Abb. 3.16).

Lucilia-sericata-Larven bilden ein proteolytisches Sekret (*Lucilia-sericata*-Trypsin und *Lucilia-sericata*-Chymotrypsin), das ausschließlich totes Gewebe (Nekrosen) in der Wunde auflöst. Durch das Sekret findet eine extrakorporale Proteinverdauung statt, das entstehende Lysat nehmen die Maden wieder auf und nutzen es als Proteinquelle. Das Larven-Sekret hat zudem eine ausgeprägte antiseptische Wirkung (direkt durch Sekretion des antiseptischen Wirkstoffs Lucifensin, indirekt durch Sekretion von Ammoniumkarbonat, Allantoin und Harnstoff). Der antibakterielle Effekt besteht auch gegen methicillinresistente Staphylokokken-Stämme sowie multiresistente *E.-coli*-Stämme (S.40). Der Hersteller gibt an, dass sogar Biofilme angegriffen werden können. Nicht zuletzt modifizieren die Larven durch ihr Sekret das Zytokinprofil der Wunde und induzieren die Fibroblastenmigration.

Die Larventherapie wird pro Zyklus 4 d lang angewendet. Da jedes Larvenstadium seinen eigenen spezifischen Effekt erzielt, kommt die antibakterielle Wirkung bei kürzerer Anwendung nicht zur vollen Geltung. Der Einsatz über Tag 4 oder 5 hinaus bringt keine zusätzlichen Vorteile. Nach Tag 3–4 muss entschieden werden, ob ein weiterer Zyklus notwendig wird.

Maden sind eine interessante Option für eine lokale antibakterielle Therapie abseits von Antiseptik und Antibiose. Vereinzelt Fallserien beschreiben einen guten Effekt beim Kleintier, leider fehlen auch hier bislang eingehende Studien, die den tatsächlichen Erfolg bestätigen.

Auf den Punkt gebracht



- Maden unterliegen weiterhin einer Stigmatisierung.
- Obwohl ihre Anwendung nicht ganz einfach ist, stellen sie v. a. aufgrund ihres antibakteriellen Potenzials eine sehr interessante Option zur Therapie von multiresistent besiedelten und lokal infizierten Wunden dar.
- Um den genauen Effekt und damit auch die Wirtschaftlichkeit dieser Anwendung zu beurteilen, bedarf es in Zukunft weitergehender Untersuchungen im Kleintierbereich.

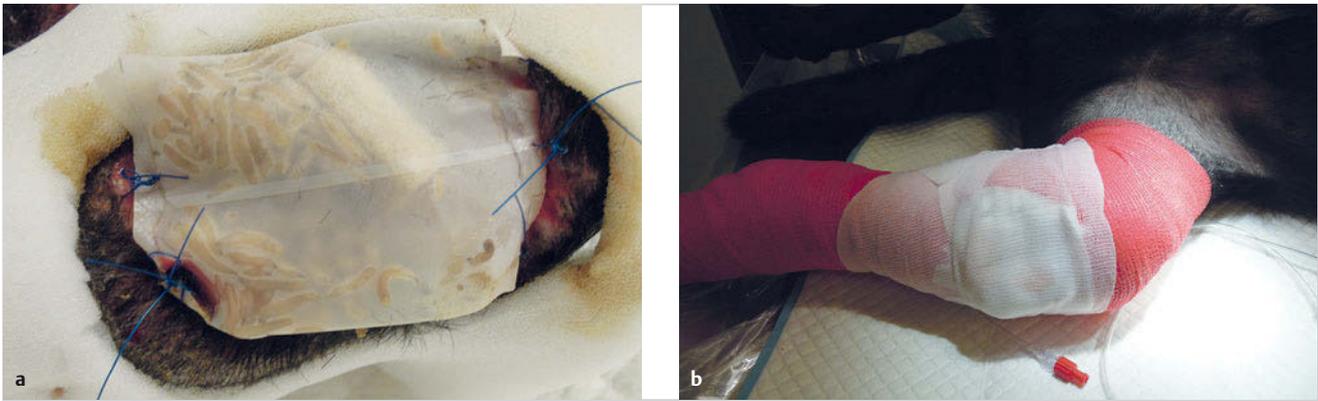


Abb. 3.16 Madentherapie beim Hund: Insbesondere bei Infektionen mit multiresistenten Erregern bietet die Madentherapie eine gute Möglichkeit, die Wunde zu säubern.

- a** Kommen die Maden im BioBag zum Einsatz, kann dieser an der Wunde aufgenäht werden. Gezeigt ist ein Patient mit Wundinfektion kurz vor Abnahme des BioBags. (Quelle: Mathias Kuhn, Tierärztliches Kleintierzentrum Wahlstedt GmbH)
- b** Damit die Maden nicht ersticken, muss in den schützenden Verband über dem BioBag ein Fenster geschnitten werden. In diesem Bereich sind Wunde und Maden nur durch eine Baumwollkomresse mit einer einfachen Mullbindenlage geschützt. (Quelle: Mathias Kuhn, Tierärztliches Kleintierzentrum Wahlstedt GmbH)

3.4.4 Mechanisches Debridement

Zuletzt soll noch eine weitere Form des Debridements Erwähnung finden, die häufig unbewusst zum Einsatz kommt. Um ein oberflächliches Debridement der Wunde herbeizuführen, kann auch eine Wundkomresse oder adhäsive Wundauflage für einige Stunden auf der Wunde belassen werden (früher Dry-to-dry- oder Dry-to-wet-Verband). Innerhalb einiger Stunden kommt es zu einem Eintrocknen der Komresse an der Oberfläche. Mit Entfernung der Auflage wird die eingetrocknete Wundoberfläche zugleich mit abgerissen und damit debridiert.

Tatsächlich kann man diese Form des Debridements bewusst nutzen, wenn man bei einem instabilen Patienten wiederholt Nekrosen und Eiter von der Wundoberfläche entfernen will. Dieses Vorgehen hat jedoch einige wesentliche Nachteile:

- Entsprechende Verbände saugen das gesamte Wundexsudat und damit auch die wichtigen Mediatoren auf und entfernen sie damit aus der Wunde.
- Das entstehende Milieu entspricht nicht der geforderten feuchten Umgebung, unter der die Zellen am besten arbeiten.
- Die Entfernung ist jedes Mal mit erheblichem Schmerz für den Patienten verbunden.

Wichtiger ist jedoch der Aspekt, dass diese Form des Debridements oft unbewusst erfolgt, wenn eine adhäsive Komresse oder adhäsive Wundauflage statt einer modernen Wundauflage Anwendung findet. Zu den oben genannten Nachteilen werden dann bei jedem Wechsel die neu eingewanderten Epithelzellen und oberflächlichen Fibroblasten traumatisch aus der Wunde entfernt, was deren Heilung deutlich beeinträchtigen kann. Wunden können allein durch die ungewollte Anwendung dieses wiederholten Debridements über Wochen unnötig offengehalten werden.

Auf den Punkt gebracht



- Eine trockene, adhäsive Auflage wie eine Baumwollkomresse ist keine geeignete Wundauflage, sondern stellt eine (sehr schmerzhaft) Form des Debridements dar.
- Da diese Form des Debridements nur sehr selten indiziert ist und sich erhebliche Nachteile für die Heilung ergeben, wird ein solches Vorgehen heute von Experten nicht mehr empfohlen.



3.5 Wundlavage

Sinn der Lavage ist, die Keimbelastung der Wunde zu reduzieren und Fremdmaterialien herauszuspülen. Dabei spricht man bei Anwendung einer reinen Spüllösung ohne antibakteriellen Wirkstoff von einer Lavagelösung, ist ein solcher enthalten, handelt es sich um ein Wundantiseptikum.

Die Wundlavage folgt in der offenen Therapie i. d. R. auf das Debridement und soll evtl. verbliebene Keime und Fremdsubstanzen sowie Endo- und Exotoxine möglichst effektiv verdünnen. Eine reine Lavage mit einer Spüllösung ohne Wirkstoff (physiologische Kochsalzlösung, Ringer-Laktat-Lösung oder sauberes Wasser) kann aber auch schon vor dem Debridement eingesetzt werden, um grobe Verschmutzungen auszuspülen und die Keimlast zu verringern.

3.5.1 Wundlavagelösungen ohne antiseptische Wirkung

Eine Lavage mit Ringer-Laktat, physiologischer Kochsalzlösung oder sauberem Wasser hat den Vorteil, dass sie überall angewendet werden kann. Denn selbst wenn Verbindungen zu Ohr, Auge, Gelenk oder Körperhöhlen bestehen, in die die Lavage potenziell eindringen kann, besteht keine Kontraindikation.

Memo



Sterile physiologische Kochsalzlösung oder sterile Vollelektrolytlösung bzw. Ringer-Laktat-Lösung haben im Gegensatz zu den meisten zugelassenen Antiseptika keine lokalisationsabhängigen Applikationseinschränkungen. Sie können auch zur Lavage von Körperhöhlen, exponierten ZNS-Anteilen und Gelenken eingesetzt werden.

Unsteriles Wasser ist zur Reinigung von Wunden nicht Mittel der Wahl, allerdings ist es im Gegensatz zu sterilen Wundspüllösungen fast immer und überall erhältlich. Aktuelle Studien haben gezeigt, dass eine Lavage der Wunde mit sauberem Leitungswasser eine vergleichbare Keimreduktion erreicht wie die Lavage mit steriler Kochsalzlösung.

Sauberes Wasser ist also gut geeignet, um eine Wunde im Rahmen der „Erstversorgung“ schon einmal vorzureinigen, bevor der Patient zum Tierarzt transportiert wird.

Das ist zu tun

Die erste Reinigung einer Verletzung vor Ort kann bereits durch den Besitzer erfolgen, indem die Wunde so schnell wie möglich mit sauberem Wasser ausgespült wird. Für die Fahrt zum Tierarzt empfiehlt sich eine trockene und sterile (Verbandskasten!) oder zumindest trockene und saubere Abdeckung. In der tierärztlichen Praxis kann dann eine weitere Lavage mit sterilen Wundspüllösungen erfolgen.

Typische Lavageflüssigkeiten sind jedoch sterile Kochsalzlösung oder Ringer-Laktat. Ziel der Lavage ist eine möglichst starke Verdünnung der Keime in der Wunde, der Erfolg dieser Maßnahme hängt von der Menge der verwendeten Spüllösung ab. Es gibt keine definierte Angabe zum notwendigen Volumen, aber in diesem Kontext trifft der Merksatz zu: „Viel hilft viel.“ Selbst bei kleinen Verletzungen sollte die Menge entsprechender Lösungen im Literbereich liegen, größere Wunden benötigen mehrere Liter Lavage-Flüssigkeit und bei Verletzungen mit Kontamination der Körperhöhlen (Thorax/Abdomen) sollte die Lavage je nach Größe des Patienten mit Volumina im zweistelligen Literbereich erfolgen, um effektiv zu sein.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei dieser Form der Lavage ist der Druck, mit dem die Spüllösung aufgebracht wird. Zum Spülen einer Wunde kann man die sterile Flüssigkeit entweder aus der Flasche über die Wundfläche laufen lassen (Niederdrucklavage) oder mit Druck (8–10 Psi) applizieren.

Das ist zu tun

Neuere Studien haben gezeigt, dass sich durch eine Lavage mit Druck keine bessere Dekontamination und damit kein Therapievorteil ergibt, sodass sich aktuelle Empfehlungen für die Spülung mit Niederdruck (gravity lavage) aussprechen.

Die Drucklavage wurde über lange Zeit empfohlen, da man davon ausging, dass sich dadurch insbesondere grobe Verschmutzungen besser von der Wundoberfläche ablösen lassen. Es besteht allerdings auch immer das Risiko, die Keime durch den Druck in tiefere Gewebsschichten zu verschleppen, weswegen dieses Vorgehen zunehmend kontrovers diskutiert wird. Aktuelle Studien (Trauma und Orthopädie) konnten keine Vorteile nachweisen und empfehlen die Hochdruck-Lavage auch nicht mehr. Die Applikation unter Nutzung der Schwerkraft (Ausgießen über der Wunde) ist die Anwendungsform der Wahl.

Eine Drucklavage zur Wundreinigung ist auch aufgrund der Gefahr, mit der falschen Lösung schwerwiegende Nebenwirkungen auszulösen, nicht mehr zu empfehlen.