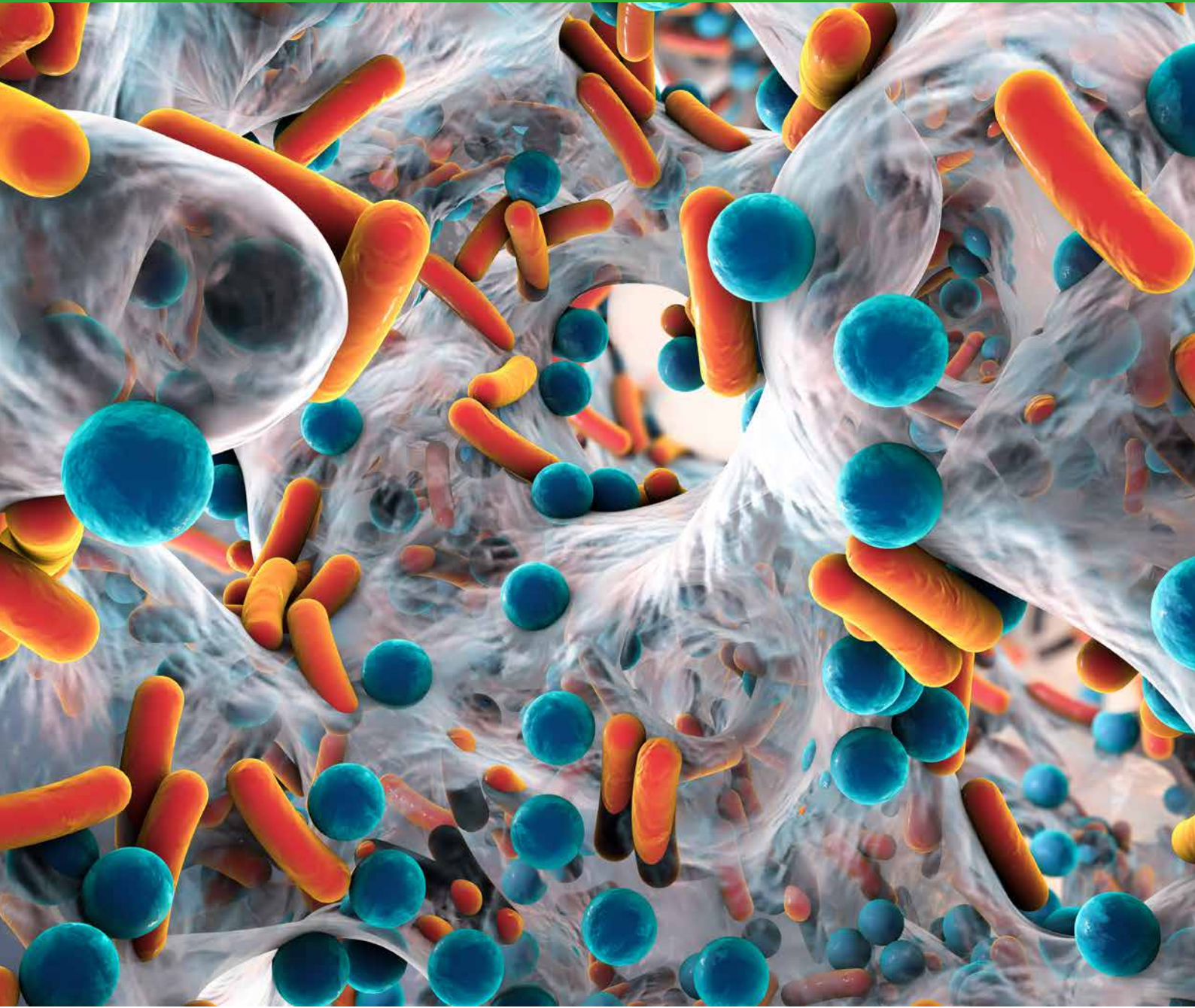


Biofilm – eine schleimige WG*

Autorinnen: Marianne Hintner, Kerstin Protz
* Wohngemeinschaft



Expertenwissen


Mölnlycke®

Biofilme sind Ansammlungen und Zusammenschlüsse von Mikroorganismen, insbesondere Bakterien und auch Pilze, die auf Oberflächen anhaften. Hierzu bilden sie eine schleimige Matrix aus, die den Biofilm zudem vor Lokalthherapie mit Antibiotika und Antiseptika sowie der Immunantwort des Wirts schützt.

Nur auf 6 % der akuten Wunden besteht Biofilm. Im Gegensatz dazu weisen bis zu 78 % der chronischen Wunden Biofilm auf [Malone M 2017].

Eine stagnierende Wundheilung kann ein Hinweis auf das Vorliegen von Biofilm sein, und man geht davon aus, dass die meisten schwer heilenden Wunden Biofilm aufweisen.

Wie erkenne ich Biofilm auf der Wunde?

Biofilme sind zu Beginn mikroskopisch kleine Strukturen. Ein unbehandelter herangewachsener Biofilm kann als gelartig-glänzender Belag auf Wunden erkennbar sein. Er ist aber üblicherweise nicht zuverlässig per Inaugenscheinnahme zu identifizieren, sondern erfordert eine mikroskopische Untersuchung.

ACHTUNG!

Oft wird ein dünner schleimiger Belag auf Wunden als Biofilm eingestuft. Mikroorganismen sind jedoch mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen. Daher ist ein Mangel an sichtbarem Belag kein Beweis dafür, dass eine Wunde biofilmbefrei ist. Die Unsichtbarkeit des Biofilms erschwert somit eine direkte Erfolgskontrolle im Anschluss an die Behandlung.

Was ist Biofilm?

In Biofilmen finden sich aerobe und anaerobe Bakterien sowie Pilze zu einer komplexen mikrobiellen Wohngemeinschaft (WG) zusammen und hüllen sich in eine schleimige Matrix aus Polysacchariden, Glykolipiden, Proteinen sowie extrazellulärer bakterieller DNA und weiterem organischen Material. Durch diese

extrazelluläre polymerische Substanz (EPS) kann sich der Biofilm an vitalen und avitalen Oberflächen anhaften und ist vor äußeren Einwirkungen geschützt. Große Strukturen, wie Antibiotikamoleküle, aber auch die kleineren Moleküle der Antiseptika, können nur schwer durch die EPS dringen. Dies bedeutet, Bakterien, die tief im schützenden Schleim siedeln, werden nicht ausreichend erreicht. Die EPS bietet somit Lebensgrundlage und schützt den Biofilm gleichzeitig vor Phagozytose, Temperaturschwankungen und mechanischen Einflüssen (z. B. weg-/ausspülen per Wundspülung) oder Antiseptikum. Die Folgen der Besiedlung mit Biofilm sind Wundheilungsstörungen, ggf. chronische Entzündungen und Infektionen. Ein anschauliches Beispiel für die Geschwindigkeit der Entstehung von Biofilm ist der Zahnbelag. Trotz morgendlichen gründlichen Zähneputzens hat sich bereits am Abend wieder mit der Zunge fühlbarer Plaque gebildet. Biofilme kommen im Alltag überall dort vor, wo viel Feuchtigkeit ist, z. B. Leitungsrohre (**Abb. 1**), Zahnputzbecher (**Abb. 2**), Kaffeefollautomaten, Blumenwasser, aber auch Katheterspitzen und Knie-/Hüftprothesen.



Abb. 1: Biofilm im Leitungsrohr, Copyright© Kerstin Protz, Hamburg



Abb. 2: Biofilm im Zahnputzbecher, Copyright© Kerstin Protz, Hamburg

Wie schützt sich der Biofilm?

Üblicherweise sind Biofilme polymikrobiell und bestehen aus mehreren Erregergruppen. Biofilme, die nur eine mikrobielle Art aufweisen, sind sehr selten. Innerhalb des Biofilms bilden einzelne Erregerarten separate Kolonien. Der Biofilm hat für die Mikroorganismen nicht nur eine Schutzfunktion, sondern ermöglicht und befördert auch die Symbiose zwischen den anwesenden Keimen, die untereinander Stoffwechselprodukte austauschen. Zudem kommunizieren die Bakterien durch das sogenannte „Quorum sensing“ miteinander. Über diesen Mechanismus treten Bakterien durch die Sendung chemischer Botenstoffe miteinander in Kontakt. Zudem sind sie in der Lage, ihre Umgebung einzuschätzen. So werden beispielsweise Signalmoleküle ausgeschieden und von anderen Bakterien aufgefangen und ausgewertet. Auf diese Weise erhalten alle Bewohner des Biofilms Aufschluss darüber, wie groß die eigene Population ist und in welchem Zustand sie sich befindet. Zudem stimmen sich die einzelnen Bakterien über das Quorum sensing darüber ab, ob Verhaltensweisen geändert werden sollen. Dieser Effekt wird z. B. in Form des grünlichen Pyocyanins des *Pseudomonas aeruginosa* sichtbar (**Abb.3**). Die Koordination kann dazu führen, dass antibiotikaresistente Bakterien ihre DNA an bisher nichtresistente Erreger weitergeben. Manchmal begeben sich Teile der Bakterienpopulation in einen Ruhezustand, in dem kein Stoffwechsel stattfindet, während andere aktiv bleiben. So eine „schlafende“ Subpopulation ist ebenfalls vor Antibiotika geschützt, da diese verstoffwechselt werden müssen, um eine Wirkung zu erzielen. Zudem ermöglicht der Biofilm den „Mitbewohnern“ eine Symbiose unterschiedlicher Mikroorganismen durch den gegenseitigen Austausch von Stoffwechselprodukten. Die Möglichkeiten, Grenzen und Abläufe von Interaktion und Abstimmung der Bakterien innerhalb des Biofilms sind noch nicht vollständig erforscht. Bekannt ist, dass die Kommunikation der Keime einer beständigen Veränderung unterworfen ist und sich äußeren Gegebenheiten rasch anpasst. So kann der Biofilm beispielsweise auf Temperaturschwankungen reagieren.



Abb. 3: Ulcus cruris mixtum mit *Pseudomonas*-Infektion, deutlich erkennbar am grünlichen Biofilm.
Lokaltherapie: scharfes Débridement mit Ringkürette, Nassphase mit antiseptischer Lösung, nanokristallines Silber, saugender Sekundärverband, Copyright© Marianne Hintner, Tirol

Werdegang – Wie entsteht Biofilm?

Bakterien verbreiten sich, in dem sie einzeln umhertreiben und sich rasch vermehren. Diese sogenannte planktonische Form ist umfassend erforscht, da solche Bakterien sich gut experimentell auf Nährböden in vitro ansiedeln lassen. Häufig siedeln Bakterien allerdings in mehr oder weniger komplexen Gemeinschaften auf lebendigen oder unbelebten Oberflächen. Entsprechend kommen auch auf unserer Haut viele verschiedene Bakterientypen vor. Eine solche normale Bakterienlast (Bioburden) wird vom gesunden menschlichen Immunsystem gut toleriert – das gilt auch für Keimgemeinschaften, die sich in akuten Wunden befinden. Wenn das Immunsystem jedoch geschwächt ist (z. B. Mangelernährung, Gewebeischämie, Diabetes mellitus, maligne Neoplasie, periphere arterielle Verschlusskrankheit), können sich solche Bakterien festsetzen, eine schützende EPS-Schicht ausbilden und sich als Biofilm dauerhaft ansiedeln.

Der Werdegang eines Biofilms läuft in einem Zyklus in fünf Schritten ab:

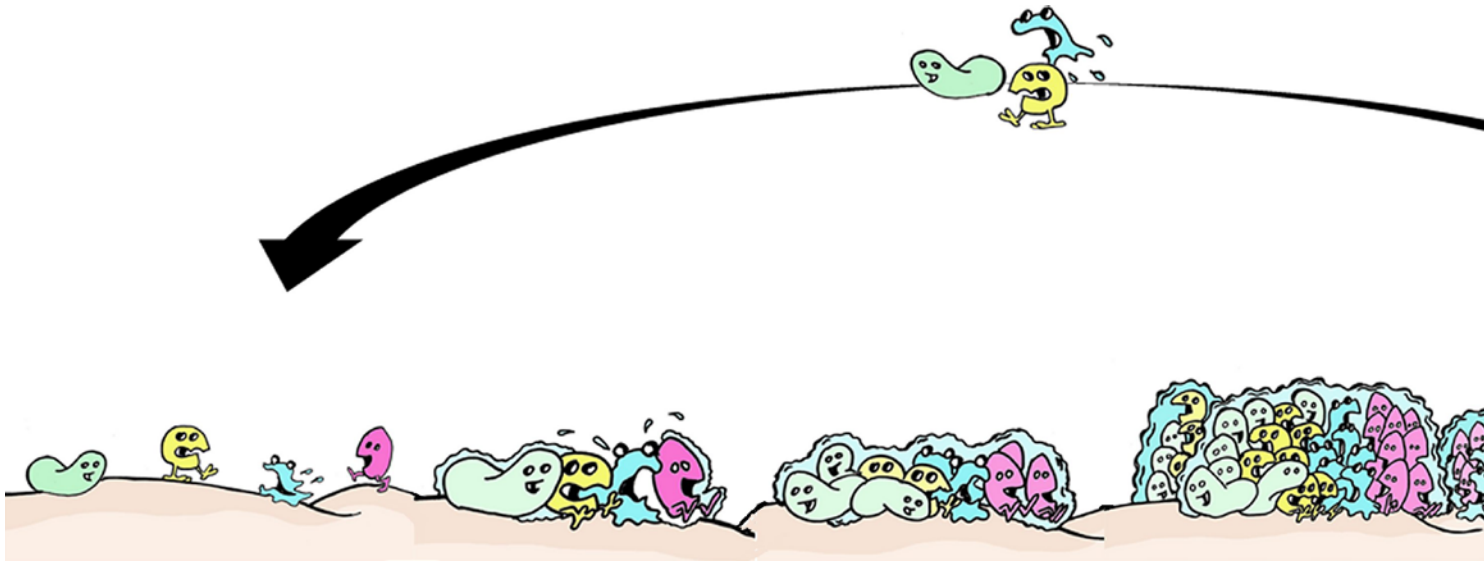
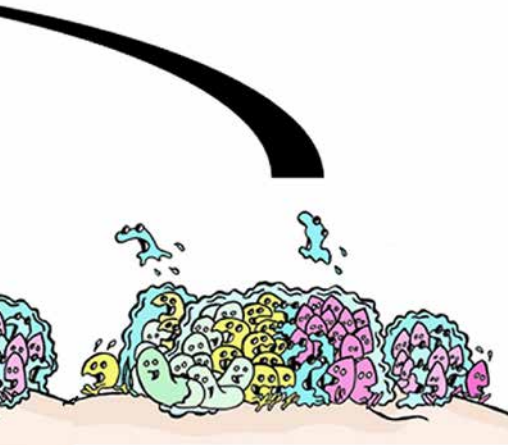


Abb. 4: Werdegang des Biofilms, Copyright® Zeichnung Jan H. Timm, Hamburg

Spielverderber – Wie behindert Biofilm die Wundheilung?

Üblicherweise heilen auch chronische Wunden ab, wenn deren Ursache kausal therapiert wird, z. B. durch Entstauung von Ödemen bei chronisch venöser Insuffizienz, Druckentlastung bei Dekubitus und diabetischen Fußulzerationen, Stoffwechsoptimierung bei Diabetes mellitus oder Revaskularisation bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit. Durch verschiedene Effekte kann jedoch Biofilm eine Abheilung nachhaltig stören, auch wenn die Grunderkrankung adäquat behandelt wird (**Abb. 5&6**). Es ist jedoch noch nicht umfassend erforscht, durch welche Mechanismen Biofilm im Detail die Wundheilung behindert. Sicher ist, dass Biofilme eine chronisch-entzündliche Reaktion als Immunantwort des Körpers auslösen, der versucht jene aus der Wunde zu entfernen. Dadurch wird der physiologische Ablauf der

Wundheilungsphasen behindert, und die Wunde stagniert in der Exsudationsphase. Der durch den Biofilm ausgelöste beständige Entzündungsreiz führt zur übermäßigen Produktion von Entzündungszellen und einer vermehrten Produktion von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS), Matrixmetalloproteinasen (MMP) und Elastase. ROS und MMP schädigen auch gesunde Strukturen, z. B. das zur Vorbereitung des Wundverschlusses notwendige entstehende Fibringerüst, das der Ausbildung der extrazellulären Matrix vorangeht. Infolge dieser entzündlichen Prozesse werden wichtige Wachstumsfaktoren (z. B. PDGF) zerstört und die Einwanderung frischer Epithelzellen verhindert, die zum Wundverschluss benötigt werden. Auf diese Weise wird die Wundheilung in mehrfacher Hinsicht behindert, ohne dass die Mikroorganismen des Bio-



1. Planktonische Mikroorganismen lagern sich auf einer Oberfläche an.
2. Die Bakterienansiedlung haftet und bildet nach 2-4 Stunden einen hartnäckigen dünnen Belag (Mikrokolonie).
3. Zellwachstum in einer Kolonie, die innerhalb von 6-12 Stunden von einer schützenden EPS umgeben ist.
4. Die Anzahl der Kolonien innerhalb der EPS steigt, und ein vollausgereifter Biofilm entsteht innerhalb von 24-72 Stunden.
5. Einzelne Mikroorganismen verlassen die Kolonien oder Stücke reifen Biofilm lösen sich und streuen, d. h. haften auf anderen Flächen an.

films selbst aktiv werden. Die durch ihn ausgelöste vermehrte Wundexsudation verbessert wiederum die Ernährungssituation des Biofilms und ein regelrechter Teufelskreis entsteht.



Abb. 5: Massiver Biofilmbefall bei einem Ulcus cruris mixtum; scharfes Débridement mit Ringkürette, Reinigung mit konservierter Wundspüllösung Granudacyn® und Verbandwechsel mit Superabsorber, Copyright® Marianne Hintner, Tirol

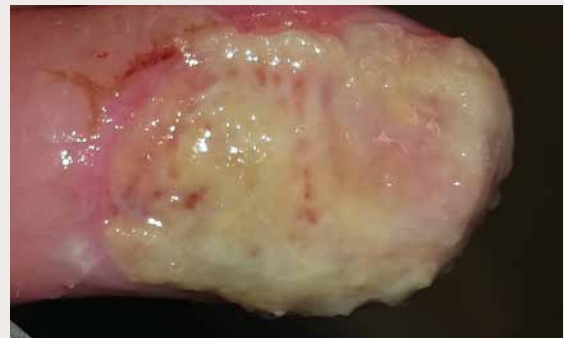


Abb. 6: Biofilm bei pAVK: Wunde Dig 4; mechanisches Débridement mit Pinzette, Wundreinigung mit Granudacyn® und Verbandwechsel mit Mepilex® Ag, Copyright® Marianne Hintner, Tirol

Maßnahmen und Strategien – was tun?

Wenn die Wundheilung trotz sachgerechter kausal- und lokaltherapeutischer Versorgung stagniert oder topische sowie ggf. systemische antimikrobielle Behandlungen nicht erfolgreich sind, kann dies ein Hinweis auf Biofilm sein. Die komplexen, ineinander verzahnten Schutzfunktionen und Kommunikationsfähigkeiten des Biofilms erfordern einen mehrgleisigen Ansatz zur Bekämpfung, Entfernung und nachhaltigen Vorbeugung. Die Behandlung beruht entsprechend auf drei Säulen:

1. Reduzierung des Biofilms durch effektive Wundreinigung

Die Prinzipien der Wundbettvorbereitung haben sich als erfolgversprechender therapeutischer Ansatz bei der Bekämpfung des Biofilms erwiesen. Dies beinhaltet die Entfernung von Nekrosen und Wundbelägen, bei Bedarf ein Infektionsmanagement (siehe Newsletter 1 „Versorgungsoptionen von infizierten Wunden“), ein angepasstes Exsudatmanagement und der Schutz von Wundrand und -umgebung. Um den Biofilm aufzubrechen und zu zerstören, ist die Anwendung von mechanischer Einwirkung erforderlich. Wunde, Wundrand und -umgebung können z. B. mechanisch mit sterilen Kompressen und Pinzette (**Abb. 7a/b**) oder auch speziellen Reinigungspads/-schwämmen/-tüchern von Zelltrümmern, Verbandresten, oberflächlichen Belägen und Abfallstoffen gereinigt werden. Möglich ist auch die Anwendung der Nass-Trocken-Phase. Besonders effektiv ist das scharfe und/oder chirurgische Débridement (**Abb. 8a/b**). Zudem gibt es auch technische Verfahren zur Wundreinigung, wie die ultraschallassistierte Wundreinigung (UAW) (**Abb. 9**). Das biochirurgische Débridement durch Larven der Gattung *Lucilia sericata* (**Abb. 10a/b**) kann ebenfalls dazu geeignet sein, Biofilm zu beseitigen und der Neuentstehung vorzubeugen. Insbesondere gegenüber gramnegativen Bakterien, z. B. *Pseudomonas aeruginosa* oder *Proteus* sind Larven nur eingeschränkt wirksam.

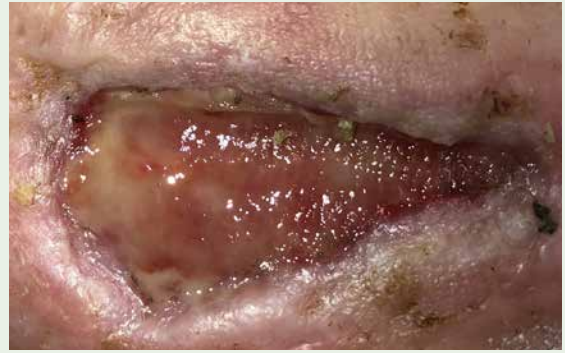


Abb. 7a: Ulcus cruris mixtum mit Biofilm, Copyright© Marianne Hintner, Tirol



Abb. 7b: Nach der Reinigung mit Pinzette, jetzt Nassphase mit Granudacyn® und Verbandwechsel mit Exufiber® und saugendem Sekundärverband, Copyright© Marianne Hintner, Tirol



Abb. 8a: Ulcus cruris venosum mit Biofilm vor der Wundreinigung, Copyright© Marianne Hintner, Tirol



Abb. 8b: Nach scharfem Débridement mit Ringkürette, anschließend Nassphase mit Granudacyn®, Exufiber®, saugender Sekundärverband, Copyright© Marianne Hintner, Tirol



Abb. 9: Ultraschall-assistierte Wundreinigung, Copyright© Kerstin Protz, Hamburg



Abb. 10a: Applikation der Larventherapie, Copyright© Marianne Hintner, Tirol



Abb. 10b: Nach drei Tagen Larventherapie, Copyright© Marianne Hintner, Tirol

2. Verhinderung der Rekonstitution des Biofilms

Die ausführliche und wiederholte Wundreinigung zur Reduzierung des Biofilms wird durch eine Behandlung mit Antiseptika auf Basis von Octenidin oder PHMB ergänzt, um einer schnellen Neuentstehung des Biofilms vorzubeugen. Alternativ ist auch ein Einsatz von konservierten antimikrobiellen Wundspüllösungen mit Tensiden möglich. Durch die enthaltenden Tenside wird die Oberflächenspannung herabgesetzt, so dass sich der Biofilm leichter entfernen lässt. Zudem sollten Verbandmittel zum Einsatz kommen, die ggf. noch restlichen Biofilm bekämpfen und eine Neubesiedlung bzw. den Wiederaufbau von Biofilm verhindern. Hierzu zählen antimikrobielle Wundauflagen (z. B. mit Silber oder PHMB) sowie keimbindende Wundaufgaben (siehe Newsletter 1 „Versorgungsoptionen von infizierten Wunden“). Zudem sind bei der Auswahl Wundexsudation/-beschaffenheit zu berücksichtigen.

3. Verhinderung von Rekontamination durch geeigneten Schutzverband

Die Wunde wird abschließend durch einen geeigneten Schutzverband abgedeckt, um dem Eindringen neuer Keime vorzubeugen. Hierzu können beispielsweise Vlieskompressen mit Superabsorber genutzt werden, die zudem das überschüssige Wundexsudat sicher binden und nicht wieder abgeben.

Fazit:

Die regelmäßige und sorgfältige Wundreinigung ist die Grundlage der erfolgreichen Bekämpfung des Biofilms. Zur Prävention der Rekonstitution sind diese Maßnahmen regelmäßig bei jedem Verbandwechsel zu wiederholen.

Es gibt keine eindeutigen Anzeichen, ob die Ent-

fernung eines Biofilms erfolgreich war. Ob entsprechende Maßnahmen getroffen haben, kann sich durch ein Voranschreiten der Wundheilung, einer Abnahme der Exsudatmenge bzw. Änderung der Exsudatbeschaffenheit von zäh zu serös sowie einer Verringerung von Wundbelägen zeigen.

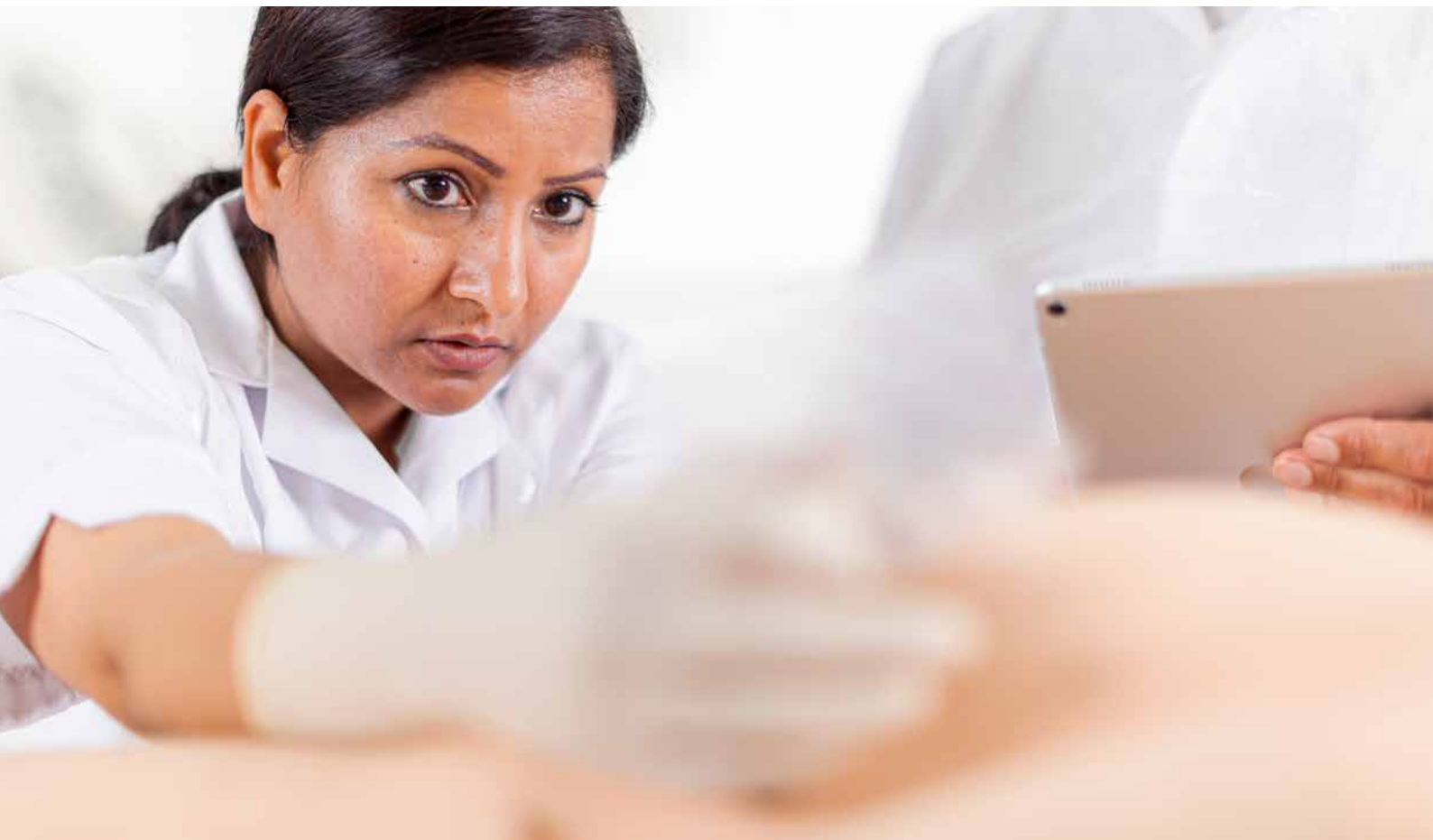
Autorinnen:

Marianne Hintner

DGKS, zertif. Wundexpertin ICW, Leitung Wundteam bei WoundCareConnection, Vorstandmitglied der Österreichischen Wundgesellschaft und des Vereins Wundmanagement Tirol, pflegerisch-wissenschaftlicher Beirat der Weiterbildung Wundmanagement am AZW Innsbruck, Dozentin an der Donau-Universität Krems

Kerstin Protz

Pflegefachfrau, Projektmanagerin Wundforschung am Institut für Versorgungsforschung in der Dermatologie und bei Pflegeberufen (IVDP) am Uniklinikum Hamburg-Eppendorf, Vorstandmitglied European Wound Management Association (EWMA), Deutscher Wundrat e. V. und Wundzentrum Hamburg e. V.



Quellen:

Bjarnsholt T, Eberlein T, Malone M, Schultz G. Management of wound biofilm Made Easy. London: Wounds International 2017; 8(2).
Malone M et al. 2017. The prevalence of biofilm in chronic wounds: a systematic review and meta-analysis of published data. JWC; 20–25.
Protz K [2022]. Moderne Wundversorgung, Praxiswissen, 10. Auflage, Elsevier Verlag, München
World Union of Wound Healing Societies (WUWHS), Florence Congress, Position Document. Management of Biofilm. Wounds International 2016.
Standards Wundzentrum Hamburg e. V.: www.wundzentrum-hamburg.de

Hinweis: Die Rechte der in diesem Artikel gezeigten Bilder (Fotos, Grafiken, Illustrationen, etc.) liegen bei den Autorinnen. Die Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtes bedürfen der schriftlichen Zustimmung des jeweiligen Autors bzw. Erstellers. Kopien von diesen Seiten sind nur für den privaten Gebrauch und nicht für kommerzielle Zwecke gestattet.

Erfahren Sie mehr unter www.molnlycke.de

Mölnlycke Health Care GmbH, Grafenberger Allee 297, 40237 Düsseldorf, Tel +49 211 920 88 0, Fax +49 211 920 88 170.
Der Name Mölnlycke® und das Safetac Logo sowie alle genannten Produkte sind weltweit eingetragene Marken eines oder mehrerer Mitglieder der Mölnlycke Health Care Unternehmensgruppe.
©2023 Mölnlycke Health Care. Alle Rechte vorbehalten. DWC0120

