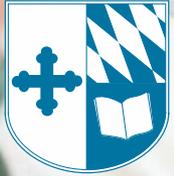


BAYERISCHE
PFLEGEAKADEMIE



Wundkongress Bad Staffelstein 29.10.2016

Biofilm- Behandlungsstrategien

Norbert Matscheko M.A. BSC

AGENDA

- Fragen und Antworten zum Biofilm
- Richtlinien zur Behandlung von Biofilm

Fragen und Antworten zum Biofilm

Fragen zum Biofilm

- Was sind Biofilme?
- Welche Rolle spielen Biofilme bei der Wundheilung?
- Wie schnell bilden sich Biofilme?
- Wie verzögern Biofilme die Wundheilung?
- Welche Richtlinien gibt es zur Behandlung von Biofilmen?

Antworten zum Biofilm

Phillips PL, Wolcott RD, Fletcher J, Schultz GS. Biofilme Einfach erklärt. *Wounds International* 2010; 1(3):
verfügbar unter <http://www.woundsinternational.com>

European Wound Management Association (EWMA). Position Document: *Management of wound infection*. London: MEP Ltd, 2006.

Biofilme Einfach erklärt

Wounds International

Band 1 | Ausgabe 3 | Mai 2010 | www.woundsinternational.com

Einleitung
Diese Arbeit befasst sich mit dem Thema Biofilm und welche Rolle dieser bei Wundheilungsstörungen spielt. Darüberhinaus werden Maßnahmen vorgestellt, die eine effiziente Biofilmbildminimierung zum Ziel haben sowie dessen Neubildung verhindern.

Autoren: Phillips PL, Wolcott RD, Fletcher J, Schultz GS.
Weitere Angaben zu den Autoren finden Sie auf Seite 5.

Was sind Biofilme?
Biofilme sind mikrobielle Lebensgemeinschaften, die sich aus Bakterien und Pilzen zusammensetzen können. Die Mikroorganismen synthetisieren und sekretieren eine schützende Matrix, welche den Biofilm fest an einer organischen oder unbelebten Oberfläche verankert.

Biofilme sind dynamische heterogene Lebensgemeinschaften, die sich kontinuierlich verändern. Sie können aus einer einzigen Bakterien- oder Pilzart bestehen oder, was häufiger vorkommt, polymikrobiell sein, d. h. sie bestehen aus mehreren unterschiedlichen Arten von Mikroorganismen¹. Auf einfacher Ebene lassen sich Biofilme beschreiben als Bakterien, die in eine dicke schleimige Schutzschicht aus Zuckern und Proteinen eingebettet sind. Diese Schutzschicht schützt die Mikroorganismen im Biofilm vor äußeren Einflüssen.

Welche Rolle spielen Biofilme bei der Wundheilung?
Schon seit langem ist bekannt, dass sich Biofilme auf Oberflächenn Medizinischer Instrumente, wie beispielsweise Kathetern, Endotrachealkanülen, Pulskathetern, orthopädischen Implantaten und Brustdrüsenkathetern, Koronarkathetern, Intrauterinpeppern (IUP) und chirurgischen Materialien bilden². Sie tragen wesentlich zu Entzündungen bei, die durch eine ungenügende bakterielle Infektion und chronische Entzündung gekennzeichnet sind, wie z. B. Parodontitis, Mukoviszidose, chronische Akne und Osteomyelitis^{3,4}.

Biofilme finden sich auch in Wunden und werden häufig für Wundheilungsverzögerungen verantwortlich gemacht. Durch oberflächennäherliche Untersuchungen von Biofilmen aus chronischen Wunden konnten bei 60% der Proben Biofilmbildungen nachgewiesen werden im Vergleich zu 6% bei Wunden aus akuten Wunden⁵. Da Biofilme Besides zufolge eines wichtigen Faktor bei verschiedenen chronischen Entzündungskrankheiten darstellen, ist anzunehmen, dass bei allen chronischen Wunden, zumindest in einem Teilbereich des Wundbetts, Biofilm Lebensgemeinschaften aufweisen.

Wie bilden sich Biofilme?
Phase 1: Reversible Oberflächenanheftung
Mikroorganismen geben abhänghg von der Oberfläche ab, die sie besiedeln wollen, an j. h. physikalische Umstände an, die sie nutzen

Mikroorganismen jedoch, sich an Oberflächen anheften und später dann Biofilme zu bilden⁶ (Abbildung 1). Die Initial-Anheftung ist reversibel

Phase 2: Permanente Oberflächenanheftung
Während sich die Bakterien vermehren, heften sie sich immer tiefer an die Oberfläche an j. h. sie setzen, sie differenzieren sich und verändern ihre genetischen Eigenschaften, um ihre Überlebenschancen zu verbessern⁶. Im Allgemeinen ist dies das Ergebnis einer Art von Kommunikation der Bakterien untereinander, die als „Quorum Sensing“ bezeichnet wird (siehe „Case“ Seite 5).

Phase 3: Schleimiger (schützender) Matrix/Biofilm
Nachdem die Bakterien fest verankert sind, beginnen sie mit der Abscheidung von umhüllenden Matrixsubstanzen, die als extrazelluläre polymere Substanzen (EPS) bezeichnet werden⁶. Daraus entsteht die schützende Matrix oder der schützende „Schleim“. Diese Bakterienkolonien bilden dann den initialen Biofilm⁶.

Die genaue Zusammensetzung der EPS variiert mit den vorkommenden Mikroorganismen; sie bestehen aber normalerweise aus Polysacchariden, Proteinen, Chaperoninen und Bakterien DNA^{6,7}. Es wird vermutet, dass bakterielle DNA, die durch lebende oder abgestorbene Bakterien freigesetzt wird, eine wichtige Strukturkomponente für die EPS-Matrix der Biofilme darstellt⁸. Verschiedene sogenannte Proteine und Enzyme unterstützen den Biofilm dabei, sich fest im Wundbett zu verankern⁹.

Woll ausgeheilte Biofilme stellen suspendierte Bakterien, Mikrokolonien und Biofilm-Fragmente ab, die dann streuen und sich an anderen Stellen des Wundbetts oder an anderen Wunden festsetzen und so neue Biofilmbildungen können¹⁰.

Das Leben in einer für Biofilme typischen gemeinschaftlichen mikrobiellen Gemeinschaft ermöglicht den Mikroorganismen, ihre individuellen Fähigkeiten und Eigenschaften für das Überleben der Gruppe gemeinsam

Schematische Darstellung einer polymikrobiellen Biofilmbildung (nach¹¹)

Verbreitung von suspendierten Bakterien und Biofilm-Fragmenten aus anderen Biofilmen

Quorum Sensing

Initial-Anheftung

Reversible Anheftung

Substrat

Biofilmbildung (extrazelluläre polymere Substanzen)

Maturation in polymikrobiellen Biofilmen

3

POSITIONS-DOKUMENT

Management von Wundinfektionen

Ein integrativer Ansatz für das Management von Wundinfektionen

Entmystifizierung von Silber

Topisches Management infizierter Druckulcera 3. und 4. Grades

Topische Antimikrobia und postoperative Infektionen

Was sind Biofilme?

Biofilme sind mikrobielle Lebensgemeinschaften, die sich aus Bakterien und Pilzen zusammensetzen können. Die Mikroorganismen synthetisieren und sezernieren eine schützende Matrix, welche den Biofilm fest an einer organischen oder unbelebten Oberfläche verankert.

Stoodley P, Sauer K, Davies DG, Costerton JW, 2002

Auf einfachster Ebene lassen sich Biofilme beschreiben als Bakterien, die in eine dicke schleimige Schutzschicht aus Zuckern und Proteinen eingebettet sind. Diese Schutzschicht schützt die Mikroorganismen im Biofilm vor äußeren Einflüssen.



WELCHE ROLLE SPIELEN BIOFILME BEI DER WUNDHEILUNG?

Welche Rolle spielen Biofilme bei der Wundheilung?

Sie tragen wesentlich zu Erkrankungen bei, die durch eine zugrunde liegende bakterielle Infektion und chronische Entzündung gekennzeichnet sind, wie z. B. Parodontose, Mukoviszidose, chronische Akne und Osteomyelitis.

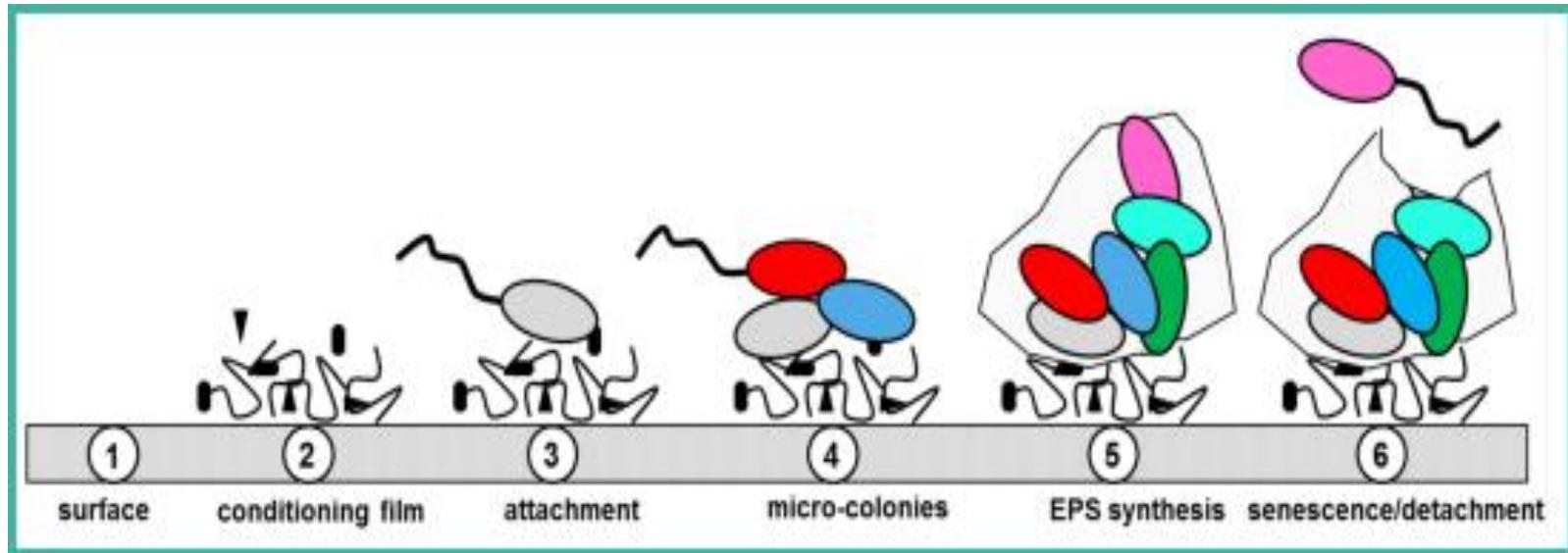
Wolcott RD, Rhoads DD, Bennett ME, et al. 2010

Welche Rolle spielen Biofilme bei der Wundheilung?

Biofilme finden sich in Wunden und werden häufig für Wundheilungsverzögerungen verantwortlich gemacht. Durch elektronenmikroskopische Untersuchungen von Biopsien aus Chronischen Wunden konnten bei 60 % der Proben Biofilmstrukturen nachgewiesen werden im Vergleich zu nur 6 % bei Biopsien aus akuten Wunden.

James GA, Swogger E, Wolcott R, et al.2008

Biofilme spielen eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Wundheilungsstörungen, es ist anzunehmen, dass fast alle chronische Wunden, zumindest in einem Teilbereich des Wundbetts, Biofilm-Lebensgemeinschaften aufweisen.

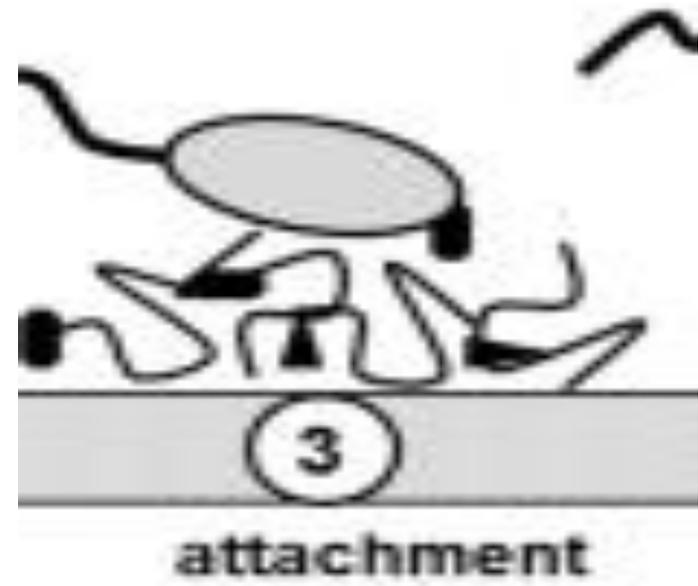


WIE BILDEN SICH BIOFILME?

Phase 1: Reversible Oberflächenanheftung

Mikroorganismen gelten allgemein hin als frei schwebende Einzelzellen. Unter natürlichen Umständen neigen die meisten Mikroorganismen jedoch dazu, sich an Oberflächen anzuheften und später dann Biofilme zu bilden. Die initiale Anlagerung ist reversibel.

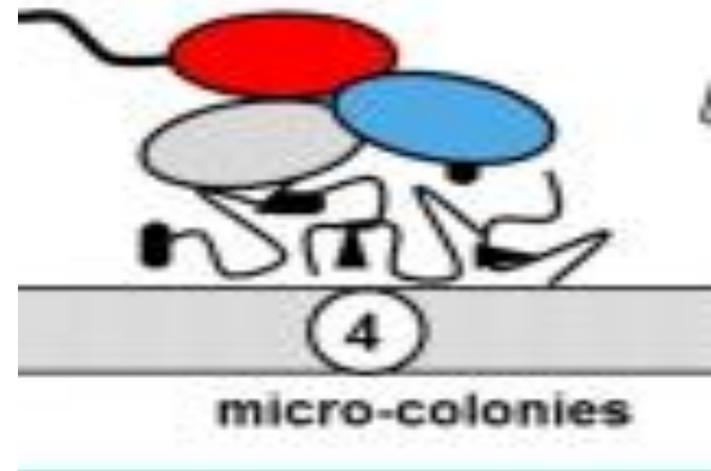
Flemming HC, Neu TR, Wozniak DJ. ,2007



Phase 2: Permanente Oberflächenanheftung

Während sich die Bakterien vermehren, heften sie sich immer fester an die Oberfläche an; sie differenzieren sich und Verändern ihre genetischen Expressionsmuster, um ihre Überlebenschancen zu verbessern.

Hartwell AR, Stoodley P, Stewart PS, Parsek
MR.2007



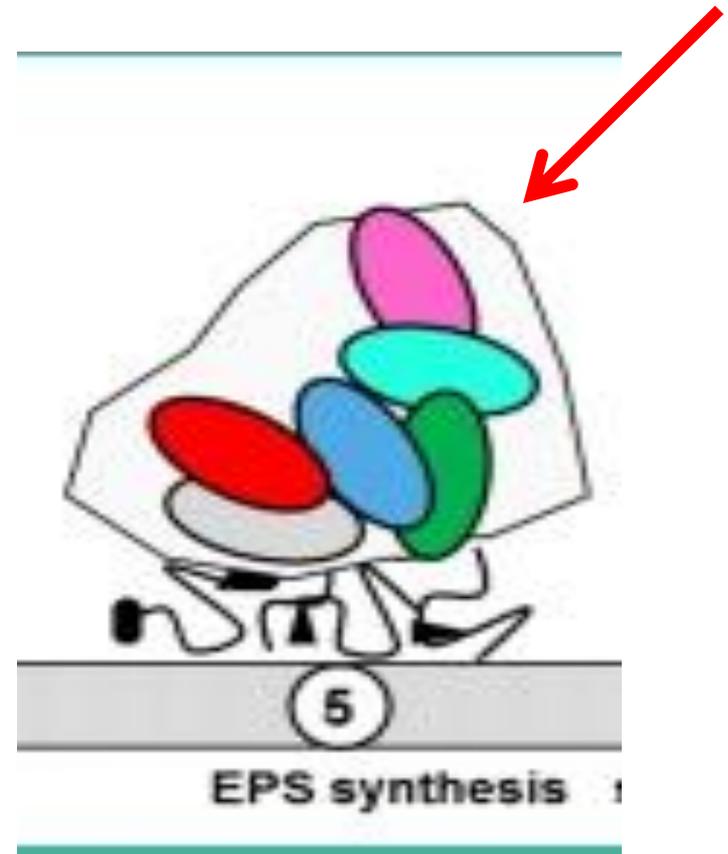
Phase 3: Schleimige(r) schützende(r) Matrix/Biofilm

Nachdem die Bakterien fest verankert sind, beginnen sie mit der Absonderung von umhüllenden Matrixsubstanzen, die als

Extrazelluläre polymere Substanzen (EPS) bezeichnet werden.

Sutherland I. 2001

Daraus entsteht die schützende Matrix oder der schützende „Schleim“. Kleine Bakterienkolonien bilden dann den initialen Biofilm.



Extrazelluläre polymere Substanzen (EPS)

Die genaue Zusammensetzung der EPS variiert mit den vorkommenden Mikroorganismen; sie bestehen aber normalerweise aus Polysacchariden, Proteinen, Glykolipiden und Bakterien-DNA. (Sutherland I. 2001)

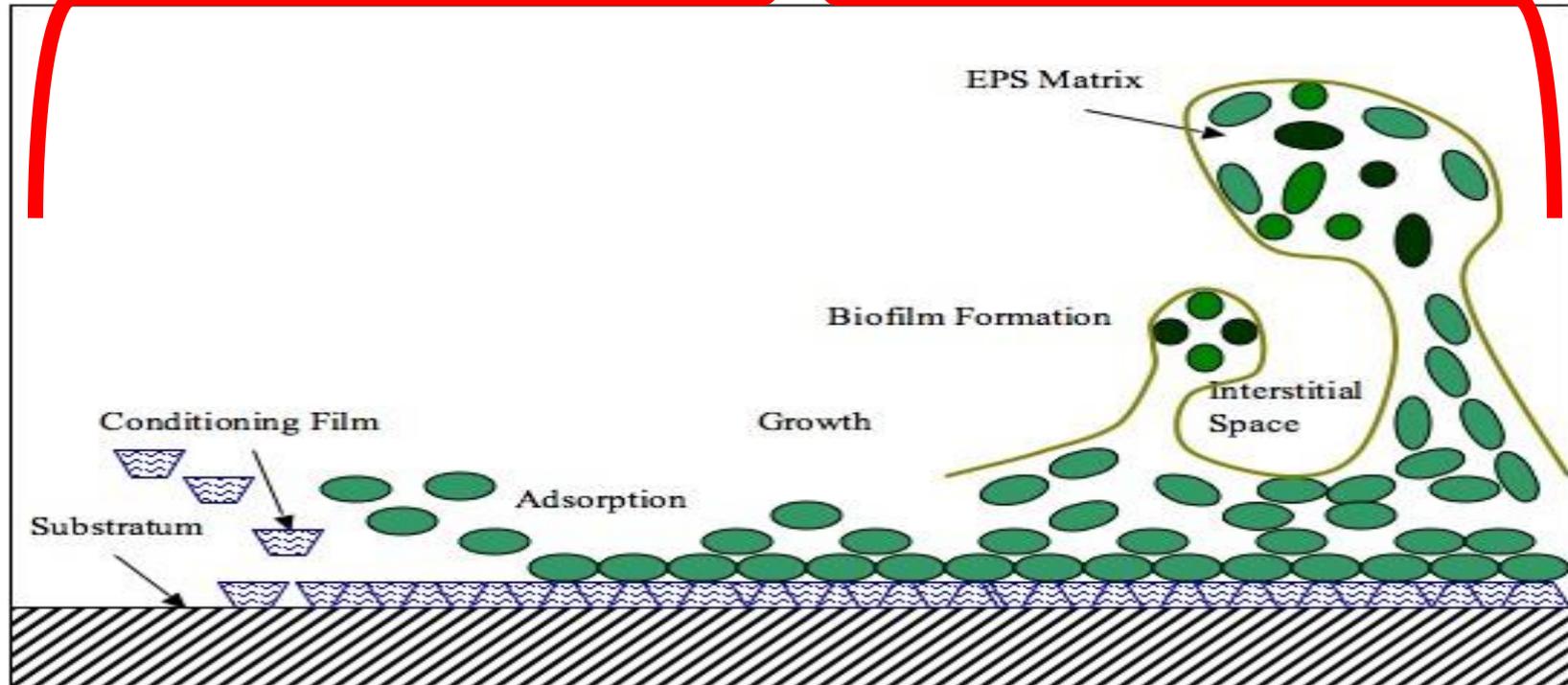
Es wird vermutet, dass bakterielle DNA, die durch lebende oder abgestorbene Bakterien freigesetzt wird, eine wichtige Strukturkomponente für die EPS-Matrix der Biofilme bereitstellt. (Rice KC, Mann EE, 2007)

Verschiedene sezernierte Proteine und Enzyme unterstützen den Biofilm dabei, sich fest im Wundbett zu verankern.

(Flemming HC, Neu TR, Wozniak DJ. 2007)

Voll ausgereifte Biofilme stoßen suspendierte Bakterien, Mikrokolonien und Biofilm-Fragmente ab, die dann streuen und sich an anderen Stellen des Wundbetts oder an anderen Wunden festsetzen und so neue Biofilm-Kolonien bilden können. (Donlan RM, Costerton JW. 2002

Das Leben in einer für Biofilme typischen gemischten mikrobiellen Gemeinschaft ermöglicht den Mikroorganismen, ihre individuellen Fähigkeiten und Eigenschaften für das Überleben der Gruppe gemeinsam.



WIE SCHNELL BILDEN SICH BIOFILME?

Wie schnell bilden sich Biofilme?

Experimentelle Laboruntersuchungen haben gezeigt, dass suspendierte Bakterien, z.B. *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas* und *Escherichia coli*, typischerweise:

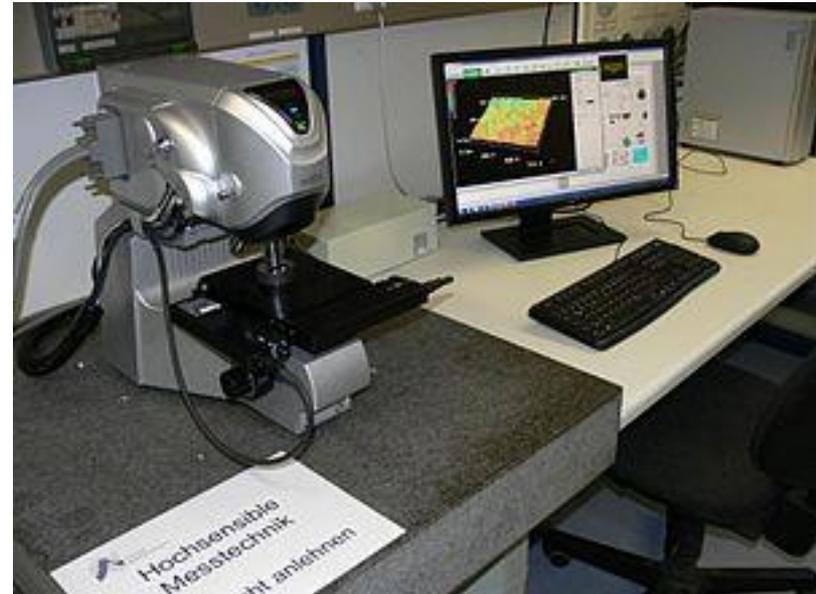
- sich innerhalb von **wenigen Minuten** anheften
- stark anhaftende Mikrokolonien sich innerhalb von **2–4 Stunden** bilden
- initial EPS bilden und innerhalb von **6–12 Stunden** zunehmend toleranter gegenüber Bioziden, z. B. Antibiotika, Antiseptika und Desinfektionsmitteln werden
- sich innerhalb von **2–4 Tagen**, in Abhängigkeit von Spezies und Wachstumsbedingungen, zu voll ausgereiften Biofilm-Kolonien entwickeln, die äußerst resistent gegenüber Bioziden sind und suspendierte Bakterien abstoßen
- sich rasch von mechanischer Zerstörung erholen und innerhalb von **24 Stunden** neue reife Biofilme ausbilden.

Biofilme sind mikroskopische Strukturen. Unter bestimmten Umständen sind sie, wenn sie über einen längeren Zeitraum ungestört wachsen können, dick genug, um mit bloßem Auge erkannt zu werden. Beispielsweise kann sich innerhalb eines Tages so viel Zahnplaque ablagern, dass sie deutlich zu sehen ist.

Können wir Biofilme sehen?

Die derzeit zuverlässigste Methode, das Vorliegen eines mikrobiellen Biofilms zu bestätigen, besteht in einem speziellen mikroskopischen Verfahren, z. B. mithilfe von konfokaler

Laser-Scanning-Mikroskopie



3D-LSM. Arbeitsplatz mit Laser-Scanning-Mikroskop zur Strukturanalyse von Oberflächen

Kann Biofilm von Wundbelag unterschieden werden?

Wundbelag wird als eine viskose, gelbe und relativ trübe Schicht auf dem Wundbett beschrieben, während in Wunden nachgewiesener Biofilm eher eine gelartige Konsistenz besitzt und glänzt. Dennoch kann es eine Verbindung zwischen Biofilmen und Wundbelägen geben. Biofilme stimulieren Entzündungsreaktionen, die die vaskuläre Permeabilität und die Produktion von Wundexsudat erhöhen, wodurch es zu einer Anreicherung von Fibrinbelägen kommt.

Hurlow J, Bowler PG. 2009

Wie „schützen“ reife Biofilme die Bakterien?

Durch Biofilme wird die Toleranz von in der Matrix eingebetteten Mikroorganismen gegenüber dem Immunsystem, antimikrobiellen Substanzen und umweltbedingtem Stress (z. B. eingeschränkte Nährstoff- oder Sauerstoffversorgung) außerordentlich erhöht. Diese Toleranz kann bis zu einer vollständigen Resistenz gegenüber Faktoren führen, durch welche die gleichen Mikroorganismen leicht abgetötet würden, wenn sie ungeschützt in Suspension vorkommen würden.

Blockade

EPS schützen Mikroorganismen auf eine einfache Art, indem sie große Moleküle (z. B. Antibiotika) und Entzündungszellen daran hindern, tief in die Biofilm-Matrix einzudringen. Reife Biofilme können auch als eine **Diffusionsbarriere selbst** für kleine Moleküle, wie antimikrobielle Substanzen wirken.

Guiot E, Georges P, Brun A, et al.2002

WIE VERZÖGERN BIOFILME DIE WUNDHEILUNG?

Wie verzögern Biofilme die Wundheilung?

Biofilme **stimulieren eine chronisch-entzündliche Reaktion**, mit der der Organismus versucht, den Biofilm in der Wunde zu bekämpfen.

Diese Reaktion führt zur **übermäßigen Produktion** von neutrophilen Granulozyten und Makrophagen in der Umgebung des Biofilms.

Diese Entzündungszellen sondern hohe Konzentrationen von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS) sowie **Proteasen** ab.

Die Proteasen können dabei helfen, die **Verankerung** des Biofilms am Gewebe zu **zerstören** und so den Biofilm von der Wunde ablösen.

Die ROS und die Proteasen **schädigen** aber auch **gesundes und heilendes Gewebe sowie Proteine und Immunzellen** und zeigen somit unerwünschte Effekte, die die Wundheilung beeinträchtigen.



Strategie + Zeit + Kosten + Lebensqualität

Richtlinien zur Behandlung von Biofilm

Richtlinien zur Behandlung von Biofilm

Selbst bei relativ eindeutigem Nachweis von Biofilm in einer Wunde existiert bislang **keine klare Richtlinie** für dessen Behandlung.

Eine kombinierte Strategie basierend auf Komponenten der Wundbettpräparation kann hilfreich sein mit dem Ziel:

- **die Biofilmbelastung zu reduzieren**
- **die Rekonstitution des Biofilms zu verhindern.**

Diese Methode wird manchmal als „Biofilmbasierte Wundversorgung“ bezeichnet.

Wolcott RD, Kennedy JP, Dowd SE. 2009.

Richtlinien zur Behandlung

Chronische Wunde

- Kein Heilungsfortschritt
- Verdacht auf Biofilm

Reduktion der Biofilmbelastung

- Debridement
- gründliche Wundreinigung

Verhindern von Rekontamination - Schutzverband

- Verhinderung Biofilmneubildung
- fortlaufende Applikation topischer antimikrobieller Wirkstoffe
- erneute Bewertung des Heilungsprozesses

Reduzierung des Biofilms

Bisherige Erkenntnisse lassen den Schluss zu, dass physikalisches Entfernen des Biofilms, d. h. durch Debridement oder starkes Auswischen der Wunde, die beste Methode zur Verringerung der Belastung durch Biofilm darstellt.

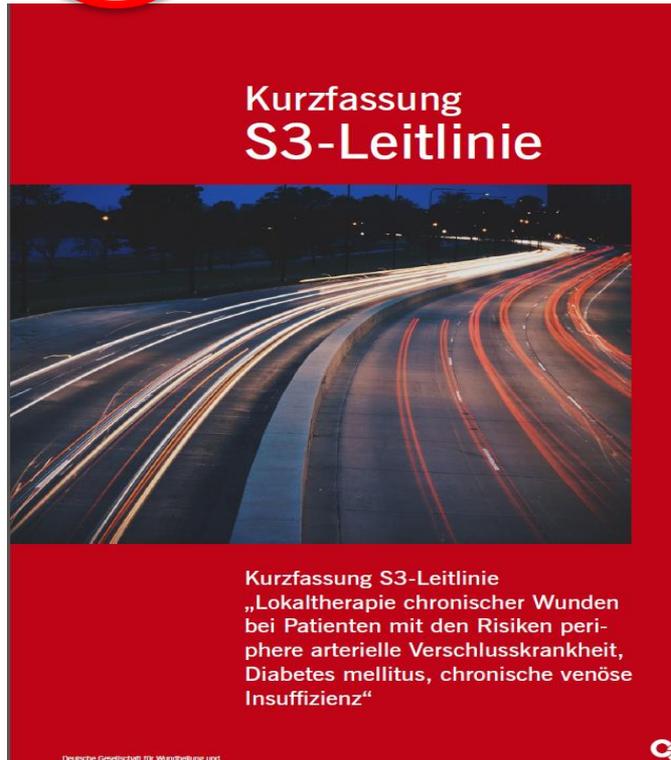
Wolcott RD, Kennedy JP, Dowd SE. 2009

Bei den Untersuchungen zur Behandlung von Biofilmen in Wunden wurden bislang scharfes und Ultraschall-Debridement eingesetzt mit dem Ziel, alle Wundkavitäten zu öffnen und damit avitales Gewebe, Wundbeläge und verfärbtes oder weiches Knochenmaterial zu entfernen.

Wolcott RD, Rhoads DD. 2008

Reduzierung des Biofilms – „Debridement“

Deutsche Gesellschaft für Wundheilung und Wundbehandlung e.V. (DGfW) (2012): S3-Leitlinie 091-001 „Lokaltherapie chronischer Wunden bei Risikofaktoren CVI, PAVK und Diabetes mellitus“



3.2. Algorithmus Wundreinigung S.43

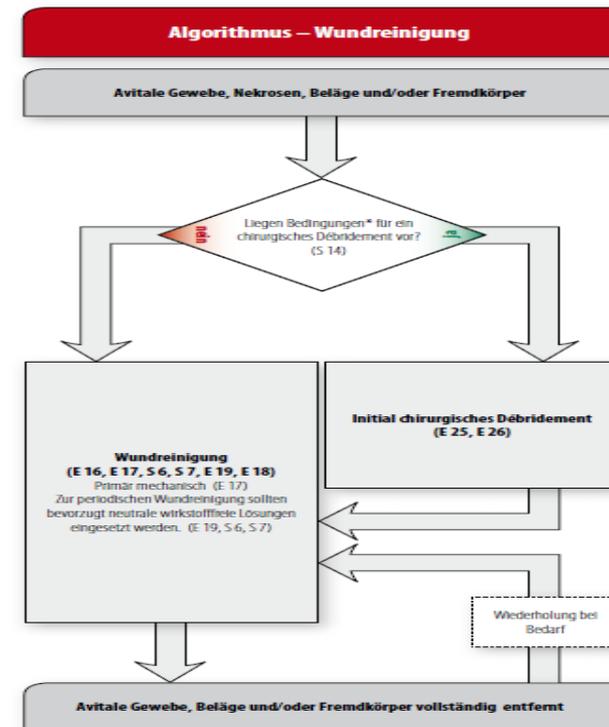
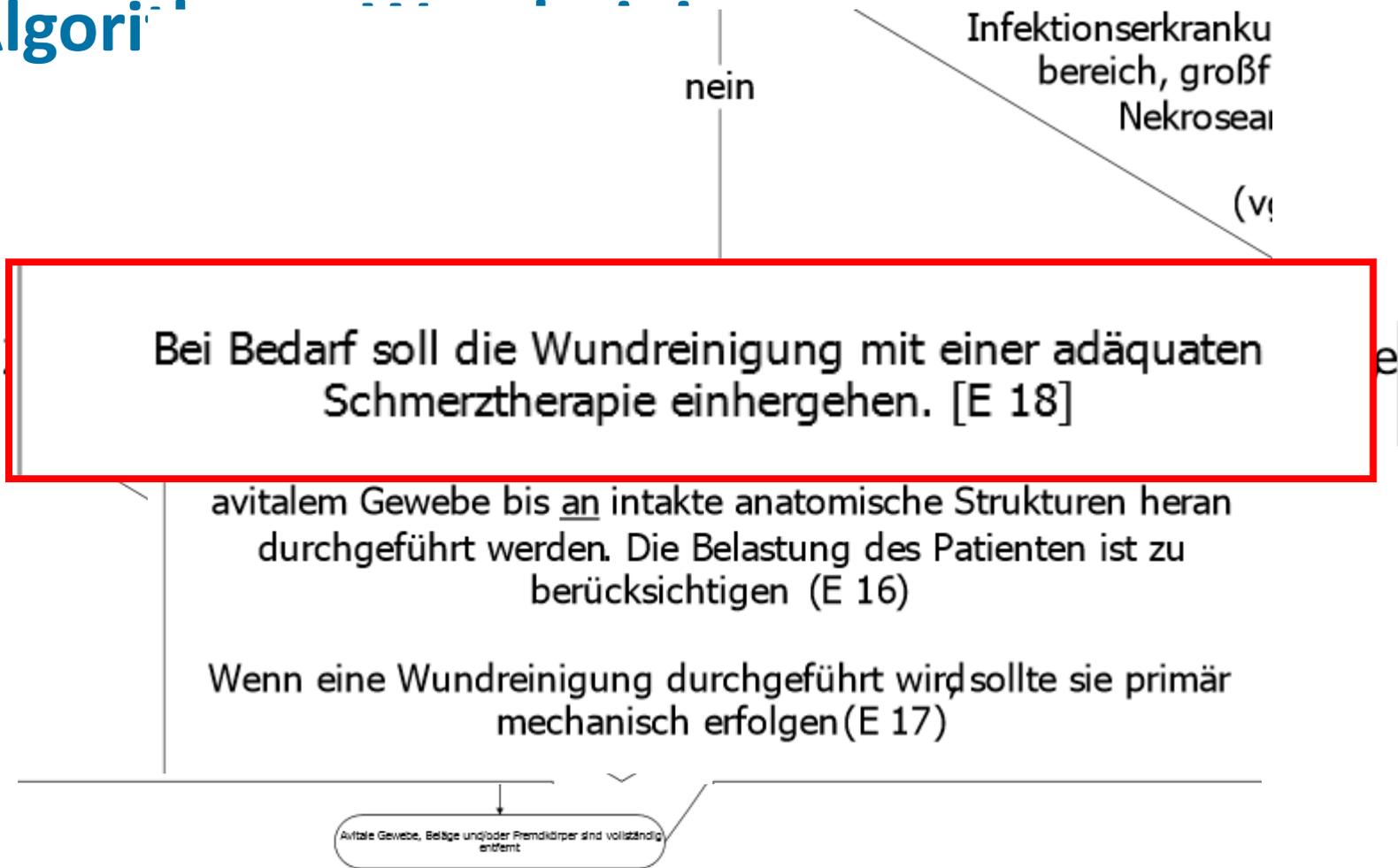


Abb. 2: Algorithmus – Wundreinigung (ausführlicher Algorithmus in der Heftmitte)

Algori



Einteilung - Wundreinigung



Aktive periodische
Wundreinigung



Passive periodische
Wundreinigung



Dekontamination

Aktive periodische Wundreinigung

Gezielte wiederkehrende mechanische Wundreinigung
im Rahmen des Verbandwechsels.

Ziel

Vollständiges Lösen, Entfernen und Ausschwemmen
von avitalem Gewebe, Belägen und/oder Fremdkörpern
bis an das gesunde Gewebe heran.

Mikrofaserreinigungspad Fa. Lohmann & Rauscher



Grobporiger Schwamm (Wundputzer, Fa. Ligamed)

Seit 15. Januar 2016 haben wir zwei neue Produkte in unserem Lieferprogramm:
Wundputzer medium Art.-Nr. 36814-030 (PZN 11644700) und Wundputzer-Trio Art.-Nr. 36815-005 (PZN 11644692)



und seit 01. März 2016 **Wundputzer interdigital** in den Ausführungen **intensiv, medium und soft**
Art.-Nr. 16812-020 (PZN 11689565) Art.-Nr. 36812-020 (PZN 11689571) Art.-Nr. 15372-020 (PZN11689588)



upload Bilder Wundputzer



Einteilung - Wundreinigung



Aktive periodische
Wundreinigung



Passive periodische
Wundreinigung



Dekontamination

Passive periodische Wundreinigung

Ein beabsichtigter fortlaufender Reinigungsprozess ohne Zerstörung intakten Granulationsgewebes unterhalb eines Sekundärverbandes.

Ziel

Lösung und Entfernung von avitalem Gewebe/ Belägen während die Wunde mittels Wundabdeckung verschlossen ist.

Passive periodische Wundreinigung

- ✓ Mögliche Ergänzung zur aktiven periodischen Wundreinigung
- ✓ Unterstützt den Reinigungseffekt
- ✓ Wunde wird gezielt von der Reinigungsphase in die Granulationsphase überführt

Passive periodische Wundreinigung

Aussagen der Leitlinie zu:

- Hydrogel
- Fliegenlarven
- Enzymatischen Produkten
- Dauerbefeuchtung
- Honig

Passive periodische Wundreinigung

Fliegenlarven

- Vorteil: Schnellere Wundreinigung im Vergleich zu Hydrogel
- Nachteil: Schmerzen

Statement

- ✓ Aufklärung über Vor- und Nachteile der Therapie gegenüber der Hydrogeltherapie

Passive periodische Wundreinigung

Hydrogel

- Unterstützung der körpereigenen Autolyse
- Vorsicht bei Hydrogelen mit Zusatzstoffen
- Keine Rehydrierung von trockenen Nekrosen

Empfehlung

- ✓ Einsatz zur Rehydrierung beim DFS und
Ulcus cruris venosum/arteriosum

Einteilung - Wundreinigung



Aktive periodische
Wundreinigung



Passive periodische



Dekontamination

Dekontamination

Antiseptische Wundreinigung in Kombination mit einer mechanischen Wundreinigung zur weitgehenden Beseitigung einer lokalen Entzündung und Prävention einer systemischen Infektionserkrankung.

Ziel

- Vermeidung einer systemischen Infektionserkrankung
- Therapie der lokalen Infektion
- Aktive periodische Wundreinigung
- Einsatz von Antiseptika

Dekontamination

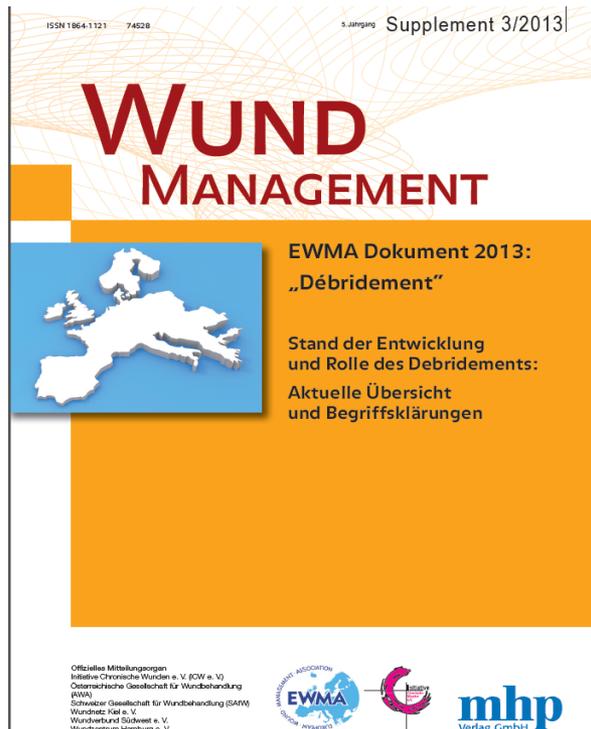
Polihexanid	Octenidin	PVP-Jod
Breites Wirkspektrum: Bakterien, Pilze Keine sporozide und viruzide Wirksamkeit	Breites Wirkspektrum: Bakterien, Pilze (keine Sporen), Protozoen, Viren	Bakterizide Wirkung, Pilze, Viren, Bakteriensporen
Einwirkzeit 20 min	Nicht unter Druck einbringen	Eiweißfehler, Resorption, nicht farblos

Reduzierung des Biofilms – „Debridement“

Herausgegeben im Auftrag der EWMA vom mhp-Verlag GmbH, Marktplatz 13, 65183 Wiesbaden

Originalveröffentlichung: Strohal, R., Apelqvist, J., Dissemmond, J. et al. EWMA Document: Debridement. J Wound Care. 2013; 22 (Suppl. 1): S1-S52

Algorithmus zum Debridement S.28



ALGORITHMUS ZUM DEBRIDEMENT

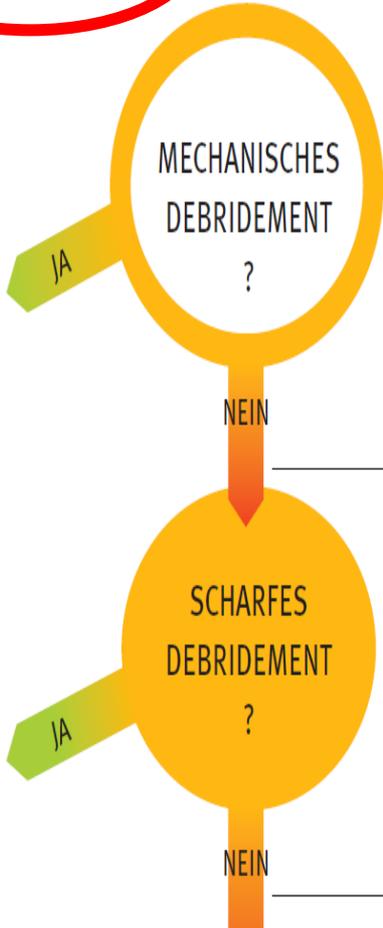
Geeigneter Zeitaufwand	VORTEILE:	NACHTEILE:
MECHANISCHES DEBRIDEMENT ?	Sehr schnelle Methode Kein spezielles Fachwissen erforderlich (einfache Anwendung) Moderne Produkte für mechanisches Debridement sollen wenig bis keine Schmerzen verursachen Keine Schädigung des gesunden Gewebes (selektives Debridement).	Herkömmliches Wet-to-Dry-Debridement kann die Infektionsgefahr erhöhen, da Risiko für eine Schädigung von gesundem Gewebe vergrößert und Schmerzen verursacht Nicht effizient bei dicken, hartnäckigen und zähen Schorf und hartem nekrotischen Gewebe (erfordert vorheriges Einweichen)
SCHARFES DEBRIDEMENT ?	Schnelle Methode Nur geringe Personal- und Materialkosten Effizient bei Wunden mit einer festen nekrotischen Gewebeschicht Geeignet für rissende Wunden und, in einigen Fällen, für infizierte Wunden.	Infektionsgefahr, wenn Hygienestandards nicht eingehalten werden.
HALEN THERAPIE ?	Weniger Schmerzen, Bakterien und Geruchsbildung Geringe Kosten, wenig Ressourcen erforderlich Selektives Debridement	Kann schmerzhaft sein. Kontraindiziert für einige Körpersstellen, Patienten mit verminderter Durchblutung, Wunden mit hohleigen Blutgefäßen, die mit tiefen inneren Organen verbunden sind, und mäßige Wunden.
AUTOLYTISCHES ODER ENZYMATISCHES DEBRIDEMENT ?	Einfache Anwendung Bei schlechten Verbandsrechten können durch geringeren Personalaufwand Kosten gespart werden. Wenig oder keine Schmerzen. Keine Schädigung des gesunden Gewebes (selektives Debridement). Autolytisch mögliches Exsudat Management bei Wundauflagen mit Absorptionseigenschaften.	Risiko allergischer Reaktionen auf Inhaltsstoffe der Wundauflage sowie Entzündungsrisiko Einige Wundauflagen sind nicht für stark rissende Wunden geeignet (enzymatische und okklusive sowie Hydrogel Wundauflagen). Enzymatische: Besitzt ein hohes Wundmilieu für volle Wirksamkeit und kann zu starker Exsudat-Produktion führen (nicht geeignet für stark rissende Wunden). Autolytisch: Der Debridement-Prozess ist zeitaufwendig, kontraindiziert bei infizierten Wunden.
JET LAVAGE ODER ULTRASCHALL ?	Jet-Lavage: Flexible Wirkungsmechanismen (über verschiedenen Produkttypen) und daher für unterschiedliche Wundtypen geeignet. Ultraschall: Wirkt auf viele verschiedene Strukturen und hat mehrere Effekte, die von Zerstörung über Verlagerung bis zu physikalischer Modifikation reichen.	Die Geräte sind in den verschiedenen Behandlungseinrichtungen nicht generell verfügbar. Wirtschaftlichkeit: Gerätekosten sind hoch, insbesondere bei der Hochdruckgabe entstehen zusätzliche Kosten durch Anwenderschulungen, Behandlungspläne und Masken. Kann schmerzhaft sein (wenn keine Schmerzkontrolle erfolgt).
CHIRURGISCHES DEBRIDEMENT	Effizient bei Wunden mit einer festen nekrotischen Gewebeschicht. Geeignet für rissende Wunden und, in einigen Fällen, für infizierte Wunden.	Erfordert Kosten und Ressourcen für geschultes Personal, Narkose, Behandlungsraum/OP-Saal usw. Die Beschaffung der erforderlichen Ressourcen kann sehr zeitaufwendig sein. Risiko, dass vitales Gewebe entfernt wird. Infektionsgefahr, wenn Hygienestandards nicht eingehalten werden. Nicht geeignet bei Patienten mit verminderter Durchblutung. Besondere Vorichtsmaßnahmen sind bei der Behandlung von Bereichen zu ergreifen, die für die Funktion oder aus kosmetischen Gründen wichtig sind.

Höchster Zeitaufwand
Abbildung 8
Auswahl der Methode: Vorteile und Nachteile der verschiedenen Methoden.

28 | Wund Management Sonderheft 3/2013

ALGORITHMUS ZUM DEBRIDEMENT

Geringster Zeitaufwand



VORTEILE:

- Sehr schnelle Methode
- Kein spezielles Fachwissen erforderlich (einfache Anwendung)
- Moderne Produkte für mechanisches Debridement sollen wenig bis keine Schmerzen verursachen
- Keine Schädigung des gesunden Gewebes (selektives Debridement).

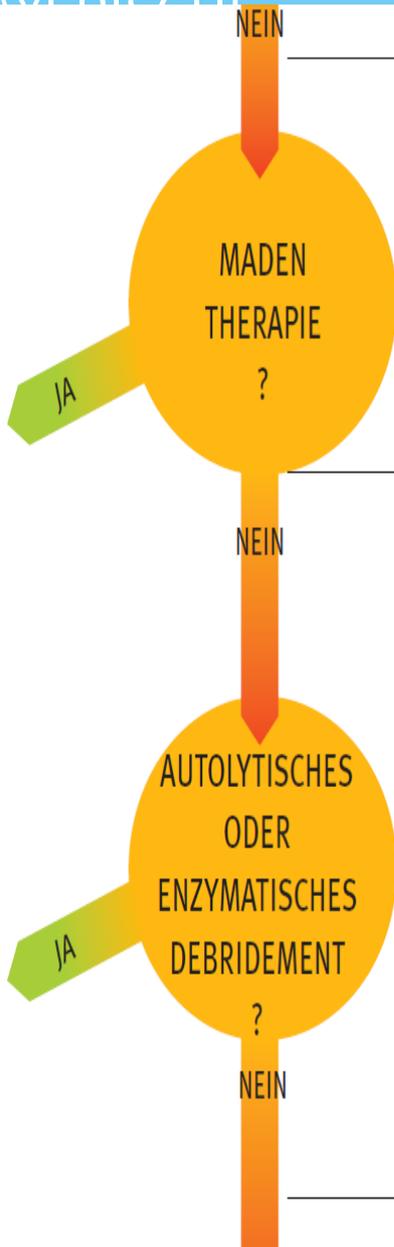
NACHTEILE:

Herkömmliches Wet-to-Dry-Debridement kann die Infektionsgefahr erhöhen, das Risiko für eine Schädigung von gesundem Gewebe vergrößern und Schmerzen verursachen

Nicht effizient bei dickem, hartnäckigen und zähen Schorf und hartem nekrotischen Gewebe (erfordert vorheriges Einweichen)

- Schnelle Methode
- Nur geringe Personal- und Materialkosten
- Effizient bei Wunden mit einer festen nekrotischen Gewebeschicht
- Geeignet für nässende Wunden und, in einigen Fällen, für infizierte Wunden.

Infektionsgefahr, wenn Hygienestandards nicht eingehalten werden.

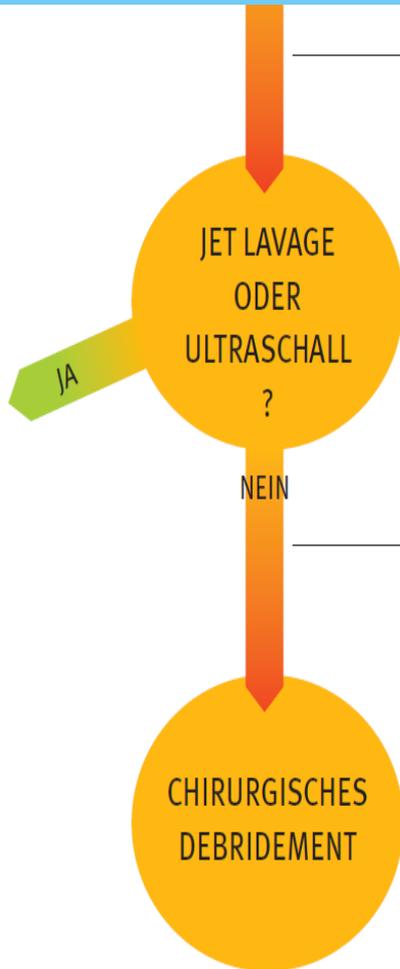


Weniger Schmerzen, Bakterien und Geruchsbildung
 Geringe Kosten, wenig Ressourcen erforderlich
 Selektives Debridement

Kann schmerzhaft sein.
 Kontraindiziert für einige Körperstellen, Patienten mit verminderter Durchblutung, Wunden mit freiliegenden Blutgefäßen, die mit tiefen inneren Organen verbunden sind, und maligne Wunden.

Einfache Anwendung.
 Bei seltenen Verbandswechsel können durch geringeren Personalaufwand Kosten gespart werden.
 Wenig oder keine Schmerzen.
 Keine Schädigung des gesunden Gewebes (selektives Debridement).
Autolytisch: mögliches Exsudat-Management bei Wundauflagen mit Absorptionsvermögen

Risiko allergischer Reaktionen auf Inhaltsstoffe der Wundauflage sowie Entzündungsrisiko
 Einige Wundauflagen sind nicht für stark nässende Wunden geeignet (enzymatische und okklusive sowie Hydrogel-Wundauflagen).
Enzymatisch: Benötigt ein feuchtes Wundmilieu für volle Wirksamkeit und kann zu starker Exsudat-Produktion führen (nicht geeignet für stark nässende Wunden).
Autolytisch: Der Debridement-Prozess ist zeitaufwendig; kontraindiziert bei infizierten Wunden.



Jet-Lavage: Flexible Wirkungsmechanismen (der verschiedenen Produkttypen) und daher für unterschiedliche Wundarten geeignet.

Ultraschall: Wirkt auf viele verschiedene Strukturen und hat mehrere Effekte, die von Zerstörung über Verlagerung bis zu physikalischer Modifikation reichen.

Die Geräte sind in den verschiedenen Behandlungseinrichtungen nicht generell verfügbar.

Wirtschaftlichkeit: Gerätekosten sind hoch. Insbesondere bei der Hydrochirurgie entstehen zusätzliche Kosten durch Anwenderschulungen, Behandlungsräume und Narkosen.

Kann schmerzhaft sein (wenn keine Schmerzkontrolle erfolgt).

Effizient bei Wunden mit einer festen nekrotischen Gewebeschicht.

Geeignet für nässende Wunden und, in einigen Fällen, für infizierte Wunden.

Erfordert Kosten und Ressourcen für geschultes Personal, Narkose, Behandlungsraum/OP-Saal usw.

Die Beschaffung der erforderlichen Ressourcen kann sehr zeitaufwendig sein.

Risiko, dass vitales Gewebe entfernt wird.

Infektionsgefahr, wenn Hygienestandards nicht eingehalten werden.

Nicht geeignet bei Patienten mit verminderter Durchblutung.

Besondere Vorsichtsmaßnahmen sind bei der Behandlung von Bereichen zu ergreifen, die für die Funktion oder aus kosmetischen Gründen wichtig sind.

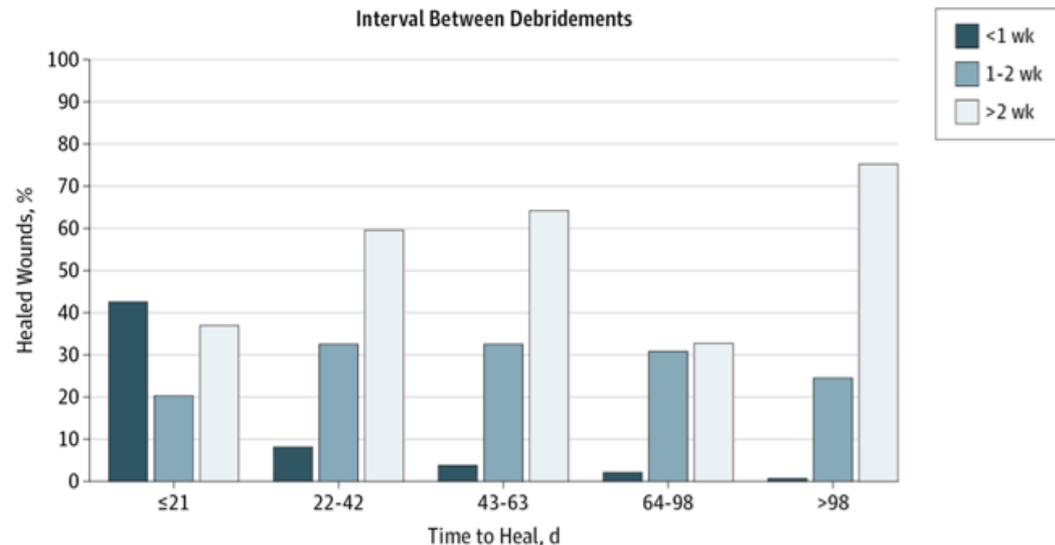


Auswirkungen des operativen Wunddebridement auf die Wundheilung

JAMA Dermatol. 2013;149(9):1050-1058. doi:10.1001/jamadermatol.2013.4960

**Je höher die Frequenz
des operativen
Wunddebridements
desto schneller die
Abheilung**

> 1 x Woche !!!



Rekonstitution des Biofilms

Biofilm kann sich in einer Wunde erneut bilden aufgrund von:

- **Wachstum von Fragmenten, die nach Debridement / Wundreinigung zurückgeblieben sind**
- **Verbreitung suspendierter Bakterien, die aus dem Biofilm freigesetzt wurden**
- **Wachstum des Biofilms durch Ansiedlung neuer Bakterien.**

Wie kann die Rekonstitution des Biofilms verhindert werden?

Die Richtlinien zur Prävention von Biofilmrekonstitution beziehen sich darauf, weitere Wundkontamination (d. h. Einsatz von Wundverbänden) zu verhindern und antimikrobielle Substanzen einzusetzen, um suspendierte Mikroorganismen abzutöten.

Die Zusammensetzung vieler Biofilme aus verschiedenen Arten von Mikroorganismen erfordert den Einsatz antimikrobieller Substanzen mit einem breiten Wirkungsspektrum, welches diese Mikroorganismen abtötet statt nur deren Wachstum zu hemmen. Die Wirkungsweise dieser antimikrobiellen Substanzen auf die Biofilmneubildung ist bislang nicht umfassend bekannt.

Zu den bei der Wundreinigung am häufigsten eingesetzten antimikrobiellen Substanzen mit Breitspektrumwirkung zählen **Silber, Jod, Honig und PHMB**, die in verschiedenen Formulierungen erhältlich sind.

Übersicht über geeignete Verbandstoffe

Silberverbände z.B. Aquacel Ag + Extra

Honigverbände z.B. Medihoney

Jodverbände z.B. IODOSORB™ Dressing

Polihexanid“-Verbände. Verschiedene

Silberverschleimbänder

Z.B. AQUACEL® AG+ EXTRA

Silberverbände -am Beispiel AQUACEL[®] Ag+ Extra

Zwei leistungsstarke Technologien wirken gegen

Biofilm:

Hydrofiber[®] Technologie

Bewährte Technologie, die **überschüssiges Exsudat aufnimmt, sicher einschliesst** und ein optimales Wundheilungsmilieu schafft.

Ag+ Technologie

Eine Technologie, die **Biofilm zerstört** und **Bakterien abtötet**, die eine Infektion auslösen. **Verhindert den Wiederaufbau von Biofilm.**



AQUACEL[®] Ag+ Extra

Hydrofiber[®] Technologie trägt zur Schaffung eines idealen Wundheilungsmilieus bei – und unterstützt die Wirkung der **Ag+** Technologie.

- **SCHLIESST** überschüssiges Exsudat, Bakterien und Biofilm sicher ein
- **PASST SICH** dem Wundbett an
- **REAGIERT** auf die Beschaffenheit der Wunde und bildet ein formstabiles Gel

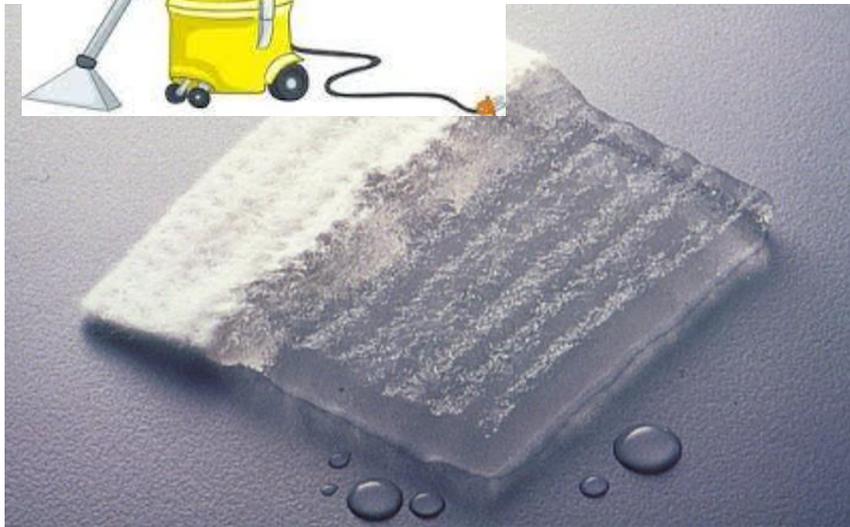
Walker M and Parsons D. Hydrofiber. Technology: its role in exudate management. Wounds UK. 2010;6: 31-38.

Parsons D, Bowler PG, Myles V, Jones SA. Silver antimicrobial dressings in wound management: A comparison of antibacterial, physical and chemical characteristics. WOUNDS. 2005;17: 222-232

Wirkungsmechanismen

ahme

Retention / Rückhaltung



Silberverbände -am Beispiel AQUACEL[®] Ag+ Extra

Zwei leistungsstarke Technologien wirken gegen

Biofilm:

Hydrofiber[®] Technologie

Bewährte Technologie, die **überschüssiges Exsudat aufnimmt, sicher einschliesst** und ein optimales Wundheilungsmilieu schafft.

Ag+ Technologie

Eine Technologie, die **Biofilm zerstört** und **Bakterien abtötet, die eine Infektion auslösen. Verhindert den Wiederaufbau von Biofilm.**



AQUACEL® Ag+ Extra

Die **Ag+** Technologie ist eine silberhaltige Formel gegen Biofilm:

- **DURCHBRICHT** und zerstört den Biofilm-Schleim um die Bakterien frei zugänglich zu machen. *Wie?*
- **TÖTET** ein breites Spektrum an Bakterien ab – auch Superkeime, die gegen Antibiotika resistent sind.
- **VERHINDERT** den Wiederaufbau von Biofilm.

Newman GR, Walker M, Hobot JA, Bowler PG. Visualisation of bacterial sequestration and bacterial activity within hydrating Hydrofiber™ wound dressings. *Biomaterials*. 2006; 27(07):1129-1139.

Walker M, Hobot JA, Newman GR, Bowler PG. Scanning electron microscopic examination of bacterial immobilization in a carboxymethyl cellulose (AQUACEL.) and alginate dressing. *Biomaterials*. 2003; 24:883-890

WO 2012136968 A1: 2012. Composition comprising antimicrobial metal ions and a quaternary cationic surfactant

Was verbirgt sich unter der **Ag** + Technologie

Die Ag+Technologie ist die synergistische Formel aus **EDTA, Benzethonium-Cl und Silberionen**.

Diese einzigartige Anti-Biofilm-Formel **durchbricht** und zerstört den Biofilmschleim um die Bakterien frei zugänglich zu machen.

Sie **tötet** ein breites Spektrum an Bakterien ab, die gegen Antibiotika resistent sind.

Sie **verhindert** den Wiederaufbau von Biofilm.

Was bewirkt die Wirkstoffkomponente **EDTA** ??

EDTA (Ethylen Diamin Tetra Essigsäure) ist ein Metall-Komplexbildner.
Die EDTA:

- **bindet sich locker an die Silberionen.**
(Bildlich kann man sich das vorstellen, wie einen guten Freund, der einen umarmt und dadurch schützt)
- durch diesen Schutz gelangen die Silberionen “sicher“ dorthin, wo sie gebraucht werden, nämlich zu den Bakterien und werden nicht auf dem Weg dorthin durch konkurrierende Reaktionen, die im Exsudat ablaufen, inaktiviert.
- Solche konkurrierenden Reaktionen sind z.B. Reaktionen mit Proteinen ,die im Exsudat enthalten sind. Darüber hinaus schwächt die EDTA die Struktur des Biofilms.
- **Das heißt in wenigen Worten: EDTA schützt die Silberionen**

Was bewirkt die Wirkstoffkomponente **Benzethonium-Cl** ??

- Benzethoniumchlorid ist ein oberflächenaktiver Stoff. Es **verringert die Oberflächenspannung** des Exsudats und des Biofilms. Auf dieser Weise wird die Mobilität vom Silber und EDTA innerhalb des Exsudates erhöht und der **Biofilm aufgebrochen**.
- Das heißt in wenigen Worten:
BeCl wirkt wie ein „Beschleuniger“ und bricht und den Biofilm auf.

Umarmung/Durchbruch

Ethylendiamintetraessigsäure

Benzethoniumchlorid

Schnelle Bekämpfung des Biofilm

PHMB gauze dressing:



Dressing day 0



Dressing day 4



Dressing day 8



Dressing day 12

AQUACEL Ag+ dressing*:



Dressing day 0



Dressing day 4



Dressing day 8



© Wounds International 2014

Honigverbände - am Beispiel: Medihoney

Medihoney:

- Antibakteriell
- Wirksam u. a. gegen MRSA, VRE, ESBL, Pseudomonas
- Wirksam gegen Biofilme
- Keine Resistenzbildung
- Keine Kreuzresistenz



Wundreinigung - Schnelles, effektives autolytisches Debridement von belegten und nekrotischen Wunden in einem antibakteriellen Milieu. Rasche Geruchstilgung.

Acton, C. and Dunwoody, G. (2008)

Med. Honig und Biofilm

Med. Honig ist auch antibakteriell wirksam gegen Infektionserreger, die in einen Biofilm eingebettet sind.

Merckoll P, Jonassen TO, Vad ME, Jeansson SL, Melby KK. Bacteria, biofilm and honey: A study of the effects of honey on 'planktonic' and biofilm-embedded chronic wound bacteria. Scand J Infect Dis 2009;41:341-347

Wirkungsweise klinisch

- **Reinigung der Wunde (ohne chirurgisches Debridement)**
- **Feuchter Wundgrund (osmotischer Effekt)**
- **Rückgang der Entzündungszeichen, v.a. des Wundödems**
- **antibakterielle Wirkung gegen alle in diesem Kontext relevanten Erreger (ggf. kein Ersatz für systemische Antibiotika)**
- **Geruchsminderung bei übel riechenden Wunden (Tumorzerfall, Nekrosen)**
- **Beschleunigung der Granulation und Epithelialisierung**
- **keine Irritation der Granulationsschicht und weniger Schmerzen beim Verbandswechsel.**

Unerwünschte Wirkungen

- In seltenen Fällen kann es nach dem Auftragen von Honig zu anhaltenden Schmerzen kommen
- Dann evtl. erst ‚Konditionierung‘ stark entzündeter Wunden (mit viel Exsudat) mit Polyhexanid-Verband oder VAC
- Schmerzen oder lokale Unverträglichkeit (Ekzem) bei 1,3% von 104 Patienten

[Biglari B. et al. 2012 Int Wound J

Multicentre prospective observational study on professional wound care using honey (Medihoney™)]

Verbände mit Jod- am Beispiel IODOSORB™ Dressing

Bye bye Biofilm

60% aller chronischen Wunden enthalten Biofilme, die den Wundheilungsprozess verzögern können. Die einzigartige 4-in-1 Wirkung von IODOSORB™ verhindert und bricht erwiesenermaßen Biofilme von *P.aeruginosa* (*in-vitro*) auf.

Smith & Nephew Research Centre Work Report #WRP
TSG015-07-003

James, Garth A *et al.*, (2007)



IODOSORB Dressing ist ein Wundverband, der kontinuierlich und bedarfsgerecht Iod freisetzt.^{1,9}



Bekämpfung der Keimbesiedelung:

infiziert

kontaminiert

Fazit

Nach aktuellem Erkenntnisstand zu Biofilmen wird empfohlen, Wunden mit Verdacht auf Biofilmbelag regelmäßig zu debridieren bzw. zu reinigen, sowie antimikrobielle Substanzen und Wundverbände zu applizieren, die eine Rekontamination der Wunde verhindern und eine Biofilm-Neubildung unterdrücken.

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit !

Geben Sie diesen Jungs
keine Chance !

Literaturnachweis

- Acton, C. and Dunwoody, G.** (2008) The use of medical grade honey in clinical practice. *British Journal of Nursing*. 17(20): S38- S44.(**)
- Afinogenov G.E.** Prüfbericht zur Beurteilung der Ausbildung von Biofilm unter Einfluss von Prontosan®. Federal Agency for High Technology Medical Aid. 2009 October
- Andriessen AE, Eberlein T.** Assessment of a wound cleansing solution in the treatment of problem wounds. *Wounds* 2008; 20(6): 171-75
- Donlan RM, Costerton JW.** Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev* 2002;15(2):167-93.
- European Wound Management Association.** Position Document: *Wound Bed Preparation in Practice*. London: MEP Ltd, 2004.
- European Wound Management Association (EWMA).** Position Document: *Management of wound infection*. London: MEP Ltd, 2006.
- Flemming HC, Neu TR, Wozniak DJ.** The EPS matrix: the “house of biofilm cells”. *J Bacteriol* 2007; 189(22): 7945-47.
- Hartwell AR, Stoodley P, Stewart PS, Parsek MR.** The effect of the chemical, biological, and physical environment on quorum sensing in structured microbial communities. *Anal Bioanal Chem* 2007; 387(2): 371-80.
- Hurlow J, Bowler PG.** Clinical experience with wound biofilm and management: a case series. *Ostomy Wound Manage* 2009; 55(4): 38-49.
- James GA, Swogger E, Wolcott R, et al.** Biofilms in chronic wounds. *Wound Repair Regen* 2008;16(1): 37-44.
- James, Garth A et al.,** Biofilms in chronic wounds, *Wound Repair and Regeneration* (2007)

Literaturnachweis

- Guiot E, Georges P, Brun A, et al.** Heterogeneity of diffusion inside microbial biofilms determined by fluorescence correlation spectroscopy under two-photon excitation. *Photochemistry and Photobiology* 2002; 75(6): 570-79
- Perez R, Davies S.C, Kaehn K.** Wirkung verschiedener Wundspüllösungen auf MRSA Biofilme in Wunden im Tiermodell. *Wundmanagement*. 2010; 4(2):44-48.
- Phillips PL, Wolcott RD, Fletcher J, Schultz GS.** Biofilme Einfach erklärt. *Wounds International* 2010; 1(3):verfügbar unter <http://www.woundsinternational.com> 12.04.2012
- Seipp HM, Hofmann S, Hack A, Skowronsky A, Hauri A.** Vergleich der Effektivität von Spüllösungen auf Biofilm. *Zeitschrift für Wundheilung*. 2005 August; 4: 160-164
- Stoodley P, Sauer K, Davies DG, Costerton JW.** Biofilms as complex differentiated communities. *Annu Rev Microbiol* 2002; 56: 187-209.
- Strohal, R., Apelqvist, J., Dissemond, J. et al.** EWMA Document: Debridement. *J Wound Care*. 2013; 22 (Suppl. 1): S1-S52
- Sutherland I.** Biofilm exopolysaccharides: a strong and sticky framework. *Microbiology* 2001; 147(Pt 1): 3-9.
- Wolcott RD, Rhoads DD, Bennett ME, et al.** Chronic wounds and the medical biofilm paradigm. *J Wound Care* 2010; 19(2): 45-50,52-53.
- Wolcott RD, Kennedy JP, Dowd SE.** Regular debridement is the main tool for maintaining a healthy wound bed in most chronic wounds. *J Wound Care* 2009; 18(2): 54-56.
- Wolcott RD, Rhoads DD.** A study of biofilm-based wound management in subjects with critical limb ischaemia. *J Wound Care* 2008; 17(4): 145-55.

**DURCHATMEN.
PAUSE.**



©pixabay.com