

Abschlussarbeit  
Weiterbildung Wundmanagement

Biochirurgisches Wunddébridement –  
Die Madentherapie

**Weiterbildung**  
**AZW Ausbildungszentrum West in Innsbruck**

Betreuerin:

**DGKP Andrea Nagiller**  
Traumatologische Intensivstation Universitätsklinik Innsbruck

vorgelegt von:

**DGKP Marlene Ortner**

Innsbruck, September 2020

## Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

---

Marlene Ortner, 27 September 2020

# Inhaltsverzeichnis

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1    | Einleitung .....                                     | 1  |
| 2    | Definition Wunddébridement.....                      | 2  |
| 2.1  | Debridement – eine Gegenüberstellung .....           | 2  |
| 3    | Madentherapie – das biochirurgische Debridement..... | 4  |
| 3.1  | Geschichte der Madentherapie.....                    | 4  |
| 3.2  | Fliegenlarven <i>Lucilia sericata</i> .....          | 6  |
| 3.3  | Vorgehensweise der Fliegenlarven .....               | 9  |
| 3.4  | Herstellung der Larven .....                         | 10 |
| 3.5  | Anwendungsgebiete und Indikationen.....              | 11 |
| 3.6  | Kontraindikationen und Komplikationen .....          | 12 |
| 3.7  | Nebenwirkungen.....                                  | 14 |
| 3.8  | Vorgehensweise beim Verbandswechsel .....            | 16 |
| 3.9  | Ekel und Akzeptanz.....                              | 26 |
| 3.10 | Lagerung und allgemeine Vorsichtsmaßnahmen .....     | 27 |
| 4    | Wundbehandlung auf der Intensivstation .....         | 29 |
| 5    | Resümee.....   | 32 |
| 6    | Zusammenfassung.....                                 | 34 |
| 7    | Literaturverzeichnis .....                           | 35 |
| 8    | Abbildungsverzeichnis .....                          | 37 |

## 1 Einleitung

Laut Statistik Austria litten im Jahre 2016 mehr als 250.000 Österreicher an einer chronischen Wunde. Chronische Wunden sind jene, die innerhalb eines Zeitraums von acht Wochen nicht vollständig verheilen und unter fachgerechter Versorgung keine Heilungstendenzen aufweisen. Jährlich steigt die Zahl der Betroffenen mit chronischen Wunden. Die Kosten der Behandlung chronischer Wunden summieren sich jährlich auf über 39 Millionen Euro. Durch die zunehmenden Antibiotikaresistenzen gewann die Madentherapie in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung.

Diese Projektarbeit setzt sich mit der Frage auseinander, wie geeignet die Madentherapie für den Fachbereich Intensivmedizin ist. Um diesen Sachverhalt angemessen zu erörtern, wird von der Autorin eine qualitative Literaturrecherche durchgeführt. Hierzu werden wissenschaftliche Fachbücher und Fachzeitschriften verwendet. Die Schwierigkeiten und die Herausforderungen dieser Therapieform werden erarbeitet. Hierzu zählen beispielsweise die Akzeptanz von Mitarbeitern und Patienten, Lagerungsmöglichkeiten und Bestellungen der Maden und das Handling mit den Lebewesen.

Das Ziel der Projektarbeit ist es, die Indikationen sowie die Kontraindikationen der Madentherapie im Hinblick auf ihren Einsatz in der Intensivmedizin aufzuzeigen.

## 2 Definition Wunddebridement

Das Wort Debridement stammt aus dem französischen und bedeutet „von Zügeln befreien“. Im medizinischen Kontext wurde der Begriff erstmals von Henri Le Dran (1685 – 1770) als Einschnitt zur Drainage und Zugentlastung verwendet (Strohal, 2013).

Heute wird unter einem Debridement die tiefgreifende Entfernung von anhaftendem, abgestorbenem oder kontaminiertem Gewebe von einer Wunde verstanden. Hiervon zu unterscheiden ist die Wundreinigung, welche die Entfernung von Verschmutzungen (wie nicht haftende Stoffwechsel – Abfallprodukten oder Fremdkörper) beschreibt. Diese Arbeit orientiert sich an der aktuellen medizinischen Definition vom Debridement. Darunter versteht man das Entfernen von nekrotischem Material, festem und viskösem Schorf, seröser Kruste, abgestorbenem und infiziertem Gewebe, Hyperkeratose, Abschilferungen, Eiter, Hämatomen, Fremdkörpern, Detritus, Knochensplintern und sonstigen Wundbelägen jeglicher Art. Das Ziel des Debridements ist die Wundheilung zu fördern. Weiters handelt es sich beim Debridement um eine Form der Wundbettvorbereitung. Es wird nicht nur der Wundgrund von Belägen befreit, sondern auch die Wundränder und die umgebende Haut (Strohal, 2013).

### 2.1 Debridement – eine Gegenüberstellung

Es werden fünf verschiedenen Arten des Debridements unterschieden. Das mechanische, das chirurgische, das autolytische, das enzymatische und das biochirurgische Debridement.

Unter einem mechanischen Debridement versteht man das Anwenden von Kompressen, die gegebenenfalls mit Wundspüllösungen oder Antiseptika angefeuchtet werden, um Verbandsreste und oberflächlich lose Beläge aus der Wunde herauszuwischen. Diese Methode ist zum Teil sehr schmerzhaft für den Patienten und kann zu einem Trauma des frischen Gewebes führen (Protz, 2014).

Ein chirurgisches Debridement ist die Entfernung von avitalem (abgestorbenem) Gewebe bis an intakte anatomische Strukturen und die Eröffnung von Wundtaschen

durch einen Arzt. Dies erfolgt entweder mit einem Skalpell und Pinzette, Wasserskalpell und Wasserstrahldruck, einer Ringkürette oder einem Shaver. Diese Methode ist schnell und effektiv, allerdings ist sie sehr invasiv, radikal und nicht gewebeschonend. Beim chirurgischen Verfahren zum Entfernen von totem Gewebe ist eine rechtzeitige systemische Analgesie oder Anästhesie notwendig (Protz, 2014).

Unter einem autolytischen Debridement versteht man die Zuführung von Feuchtigkeit. Dabei werden die körpereigenen Selbstreinigungsprozesse unterstützt und beschleunigt. Dieses Verfahren ist eine schonende, aber zeitaufwändige Methode und wird durch verschiedene Wundauflagen unterstützt. Es besteht die Gefahr von Mazerationen (Aufweichen des Gewebes) des Wundrands und der Wundumgebung. Diese Methode ist kein wirtschaftlicher Ersatz für effektives chirurgisches Debridement (Protz, 2014).

Das enzymatische Debridement nutzt synthetisch hergestellte eiweißabbauenden Enzyme zum Abbau von totem Gewebe. In Kombination mit Proteinen werden Zelltrümmer und weiches nekrotisches Material verflüssigt. Dieses Verfahren hat jedoch keine Wirkung bei trockenen Nekrosen. Bei dieser Behandlungsmethode klagen Patienten häufig über Schmerzen und Brennen. Weiters kann diese Methode zu Hautirritationen, Wundheilungsstörungen und Allergien führen (Protz, 2014).

Das biochirurgische Debridement beschreibt den kontrollierten Einsatz von steril gezüchteten Fliegenlarven zur Entfernung von nekrotischem Gewebe. Diese Behandlungsmethode ist weniger schmerzhaft als das mechanische Debridement. Im Vergleich zum chirurgischen Debridement ist die Biochirurgie weniger radikal und invasiv. Nach zwei bis drei Zyklen sind die Maden im Verhältnis effektiver als das enzymatische oder das autolytische Debridement (Protz, 2014).

### 3 Madentherapie – das biochirurgische Debridement

Nekrosen, Beläge, Biofilme und überschüssiges Wundexsudat sind Störfaktoren für eine erfolgreiche Wundheilung. Die natürliche Fähigkeit der Larven wird genutzt, um abgestorbenes Gewebe abzubauen. Dieser Vorgang wird in der Literatur Biochirurgie oder biochirurgisches Debridement genannt. Für die Wundbehandlung werden Larven der Fliegenart *Lucilia sericata* im Labor steril gezüchtet. Die Madentherapie beeinflusst die Wunde in dreifacher Hinsicht. Die Wunde wird durch die Maden gereinigt, die Keime werden vernichtet und die Bildung des Granulationsgewebes wird gefördert. (Protz, 2014)

Eine frühzeitige Anwendung von Fliegenlarven kann die gesamten Behandlungskosten reduzieren, da die Madentherapie eine effektive und zielführende Alternative bietet. Im Vergleich zum chirurgischen Debridement ist diese Behandlungsmethode weniger schmerzhaft für den Patienten. Der stationäre Krankenhausaufenthalt kann mit der Therapie meist verkürzt werden, da die Methode nicht nur stationär, sondern ambulant durchgeführt werden kann. Bei den Maden handelt es sich um ein verschreibungspflichtiges Arzneimittel, welches nicht ohne Fachkenntnis angewandt werden soll. Die Fliegenlarven werden als Freiläufer (ohne rückhaltendes Gebinde) oder in einem Polyester – Netzbeutel, dem sogenannten BioBag®, appliziert (Protz, 2014).

#### 3.1 Geschichte der Madentherapie

Die Madentherapie wird in der Behandlung von Wunden schon seit Jahrtausenden eingesetzt. Historische Aufzeichnungen deuten darauf hin, dass die Aborigenes in Australien und die Mayas in Südamerika schon vor einigen Jahrtausenden Fliegenlarven zur Heilung von Wunden eingesetzt haben. Die ersten schriftlichen Beobachtungen stammen von dem französischen Chirurgen Ambroise Pare (1510 – 1590). Er berichtete über die schnelle Genesung bei seinen Patienten mit madenverseuchten Wunden. Pare glaubte, dass sich die Maden spontan entwickeln und Teil des Verwesungsprozesses vom nekrotischen Gewebe sind. Baron Dominique Jean Larrey (1766 – 1842) beobachtete die positiven Auswirkungen der Maden auf Wunden von verletzten Soldaten und erkannte, dass die Maden nur totes

Gewebe abtragen. Im amerikanischen Bürgerkrieg (1861 – 1865) wurden erstmals von den Ärzten der Konföderierten Armee die Maden absichtlich zu therapeutischen Zwecken in Wunden eingesetzt. In dieser Zeit erkannten die Ärzte, dass Soldaten mit Maden auf Wunden schneller heilten als Soldaten ohne Maden (Fleischmann, 2004).

Der amerikanische Chirurg William Stevenson Baer (1872 – 1931) behandelte während des ersten Weltkrieges Soldaten, die mehrere Tage verwundet auf dem Schlachtfeld lagen und deren Wunden mit einigen Maden belegt waren. Als er die Maden aus der Wunde entfernte, war er sehr erstaunt über den guten Allgemeinzustand der Verletzten, die keine Anzeichen einer Sepsis oder einer Wundinfektion hatten. Nach dem Krieg arbeitete Baer an hartnäckigen Fällen von Osteomyelitis (Entzündungen des Knochens und des Knochenmarks) wobei ihm seine Kriegserfahrungen dienlich waren. Er begann erfolgreich die Fliegenlarven systematisch zu therapeutischen Zwecken einzusetzen. Einige Patienten entwickelten Gasgangrän und Tetanus während der Behandlung. Es konnte nie nachgewiesen werden, ob die Maden eine Rolle bei der Infektion spielten. Baer war der Meinung, dass die Maden steril angewendet werden sollen, um eine Keimverschleppung zu vermeiden (Fleischmann, 2014). Die Biochirurgie erlebte darauffolgend eine Blütezeit und es wurden hunderte medizinische Publikationen hierzu veröffentlicht. Die Fliegenlarven wurden von Vielen, in den USA und Europa regelmäßig zur Behandlung von Wunden eingesetzt. Pharmazeutische Unternehmen produzierten eine Vielzahl an sterilen Fliegenlarven und vermarkteten diese unter dem Handelsnamen „Surgical Maggots-Lederle“ (Protz, 2014).

Mit der Entdeckung von Penicillin im Jahr 1928 durch Alexander Flemming und mit der Entwicklung neuerer Antiseptika verlor die Madentherapie ihren Stellenwert. Die Anwendung von Fliegenlarven nahm rasch ab. Aufgrund der verbesserten chirurgischen Techniken und mit der Verfügbarkeit von Penicillin war ein geeignetes Mittel zur Infektionsbekämpfung vorhanden (Fleischmann, 2004).

Erst in den 1990er – Jahren wurden die Fliegenlarven zur Behandlung von Wunden in den USA wiederentdeckt. Einige Studien belegten, dass das Debridement der Maden bei nicht heilenden Wunden effektiv ist und die Wundheilung unterstützt. Im



Jahr 2004 wurden die Fliegenlarven von der amerikanischen Regulationsbehörde Food and Drug Administration (FDA) zur Wundbehandlung zugelassen. Auch der britische Krankenversicherungsträger NHS (National Health Service) hat den kostengünstigen Effekt der Madentherapie erkannt und fördert die Herstellung keimarmer Fliegenlarven. Durch die starke Zunahme an Resistenzen, welche verschiedene Bakterienstämme gegenüber Antibiotika entwickelt haben, erlebt die Madentherapie aktuell eine Renaissance (Protz, 2014).

### 3.2 Fliegenlarven *Lucilia sericata*

Die Fliegenlarven der *Lucilia sericata* aus der Familie der Schmeißfliegen werden auch „Goldfliege“ oder „grüne Schmeißfliege“ genannt. Sie besitzen besondere sensorische Organe, mit denen sie verwesenes Fleisch erkennen. Weibliche Fliegen legen in ihrem Leben bis zu 3000 Eier, welche sie meist auf Leichen, verwesenen Fleisch und sogar auf Wunden ablegen. Daher stammt der Name „Schmeißfliege“ (Fleischmann, 2004).

Die Zahl der gelegten Eier hängt von der Größe des Weibchens, der Qualität und Quantität der Lebensmittel ab, welche verzehrt wurden. Bei einer proteinreichen Ernährung kann eine weibliche Fliege bereits fünf Tage nach der Verpuppung Eier legen. Die Entwicklung der Eier und Larven wird durch ökologische Faktoren wie z.B. Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflusst (siehe Abbildung 1). Im Allgemeinen schlüpfen Fliegeneier innerhalb von zwölf bis 24 Stunden zu Larven und die Larven reifen etwa eine Woche später zu Puppen. Normalerweise verwandeln sich die Puppen in einer bis drei Wochen zu erwachsenen Fliegen, bei ungünstigen Bedingungen kann es Wochen bis Monate dauern. Die erwachsenen Fliegen erscheinen zunächst weißlich-grau, später entsteht die typische gold – grüne Farbe. Die Lebensdauer einer Fliege beträgt ca. einen bis drei Monate (Fleischmann, 2004).

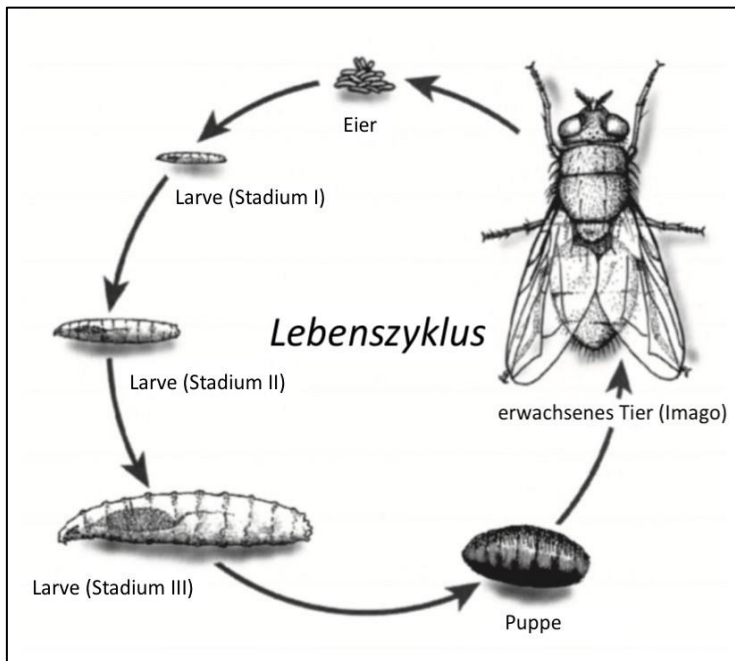


Abbildung 1: Lebenszyklus der Schmeißfliege (Fleischmann, 2004, S.7)

Die Larven der Gattung *Lucilia sericata* haben eine typische Madenform. Ihr Kopfende ist glatt und schmal, während der Körper Richtung Schwanz ein stumpfes, abgeflachtes Ende aufweist. Der Körper der Made besteht aus zwölf Segmenten, jedoch ohne klare Trennung zwischen dem Kopf und den anderen Körpersegmenten. Der Kopf ist durch einen linken und rechten Lappen geteilt. Der Mund befindet sich am Ende der Furche, die Mundhaken sind außen sichtbar und verfügen über einen starken Muskelapparat (siehe Abbildung 2). Das Außenskelett hilft den Maden sich fortzubewegen und aufgrund der ringförmigen kleinen Stacheln auf jedem Segment können sich Maden nicht rückwärts bewegen. Es befinden sich Öffnungen am vorderen und hinteren Ende des Körpers, dies ermöglicht das Atmen der Maden. Durch das Eintauchen des vorderen Endes in die flüssige Nahrungsbouillon ernähren sich die Maden und atmen über die hinteren Öffnungen.

Diese hinteren Atemlöcher werden oft mit deren Augen verwechselt (Fleischmann, 2004).



Abbildung 2: Mundhaken einer Larve (Grassberger, 2010, S. 835)

Die Verdauungsenzyme werden kontinuierlich von zwei Speicheldrüsen in die Umgebung gesondert und mit leistungsstarken Pumpen im Rachen wird die verflüssigte Nahrung wieder aufgenommen. Innerhalb von fünf Minuten sind Maden in der Lage die Hälfte ihres Körpergewichts aufzunehmen. Eine einzelne Made kann bei ihrer kurzen Lebensdauer und bei ununterbrochener Fütterung bis zu 0,3g Nährsubstrat, nekrotisches Gewebe, Eiter oder Wundflüssigkeit aufnehmen. Dies entspricht einem sechsfachen ihres Körpergewichtes. Der Verdauungstrakt ist ideal für die Resorption und Verwertung von Nährstoffen. Der Darm ist fünfmal so lang wie die Körperlänge der Made. Aufgenommene Nährstoffe passieren den Darm mit einer Geschwindigkeit von mehreren Millimetern die Minute. Unter optimalen Bedingungen kann die Made ihr Gewicht innerhalb weniger Tage um das Hundertfache erhöhen. Zusätzlich zu den bereits genannten bemerkenswerten Eigenschaften zum Fressverhalten der Larven ist eine Eigenschaft besonders nützlich: die Autodesinfektion. Die Maden sind in der Lage die Bakterien und andere schädlichen Mikroorganismen vor der Verpuppung zu eliminieren (Fleischmann, 2004).

### 3.3 Vorgehensweise der Fliegenlarven

Die Wirkung der Fliegenlarven beruht auf drei Mechanismen, die für die Wundheilung entscheidend sind. Die drei Mechanismen sind Nekrosenabtragung (Debridement), Infektbeseitigung und Defektauffüllung. Die Fliegenlarven zeigen in allen drei Bereichen erstaunliche und vielfältige Wirkungen (Grassberger, 2010).

#### Nekrosenabtragung (Debridement)

Die Fliegenlarven geben extrakorporal (außerhalb vom Körper) Verdauungsenzyme ab, womit sie nekrotische Beläge verflüssigen. Die enzymatisch aufgelösten Beläge werden dann wieder als Nahrung aufgenommen, wodurch sich Nekrosen lösen und vitales Gewebe weitgehend verschont bleibt. In den Absonderungen der Larven wurden Enzyme nachgewiesen, die Eiweiße abbauen können. Zur Fortbewegung der Maden dienen die feinen Mundhaken und die an jedem Segment nach hinten abstehenden Hakenkränze. Mit diesen feinen Mundhaken und Hakenkränzen wird die Wundoberfläche mechanisch stimuliert. Werden die Maden zur Wundbehandlung eingesetzt, kommt es in den meisten Fällen zu einer starken Bildung von Wundexsudat (Wundflüssigkeit/ Sekret) und der Prozess der Wundheilung wird dadurch unterstützt. Ein typisches Zeichen für eine wirksame Behandlung ist somit die gesteigerte Wundexsudation (Grassberger, 2010).

#### Antimikrobielle Wirkung

Wundbeläge und nekrotische Beläge sind Störfaktoren für die Wundheilung. Das mechanische und enzymatische Debridement der Larven reduziert die Keime an der Wundoberfläche. Der natürliche Lebensraum der Fliegenlarven sind Kadaver, Wunden und Exkremente, also hochgradig bakteriell kontaminierte Umgebungen. Die Fliegenlarven müssen in der Lage sein diesen Lebensraum zu tolerieren bzw. die Keime abzutöten. Die Bakterien werden verdaut und durch die Ausscheidungen der Larven kommt es zu einer Alkalisierung des Wundmilieus. Zu den Ausscheidungen der Larven gehören unter anderem Allantoin, Harnstoff und Ammoniumbikarbonat. Die Larven sind in der Lage grampositiven Keime zu vernichten, unter anderem den Methicillin resistenten Staphylococcus aureus (MRSA). Allerdings zeigten einige Studien, dass gramnegative Keime, wie z.B. Pseudomonas aeruginosa, Proteus und Escherichia coli nicht beseitigt werden

können. Fliegenlarven sind in der Lage die Geruchsentwicklung von infizierten Wunden zu beseitigen, welche sonst für Patienten und Pflegepersonal unangenehm sind (Grassberger, 2010).

### Stimulation der Wundheilung

Eine weitere interessante Beobachtung in der Behandlung mit Maden ist die schnelle Neubildung von Granulationsgewebe. Die Fliegenlarven können nicht nur Nekrosen und Infektionen beseitigen, sondern auch das Wachstum der Fibroblasten stimulieren, deren Beweglichkeit erhöhen und die Umbauprozesse beschleunigen. Den Substanzen, wie Allantoin, Harnstoff und Ammoniakbikarbonat wird nicht nur eine antimikrobielle Wirkung zugeschrieben, sondern sie fördern das Wachstum des Granulationsgewebes (Grassberger, 2010).

### 3.4 Herstellung der Larven

Sterile Larven für die medizinische Verwendung herzustellen ist nicht trivial und wird deshalb nur von wenigen Firmen angeboten. Die Fliegenlarven beginnen kurz nach dem Schlüpfen mit der Nahrungsaufnahme. Diese Nahrung ist meist kontaminiert, die Larve somit nicht mehr steril und nur aufwändig sterilisierbar. Deshalb werden die Eier vor dem Schlüpfen eingesammelt und keimfrei gemacht. Da die Eihülle der Schmeißfliege äußerst widerstandsfähig ist, können sie für begrenzte Zeit in Desinfektionslösung getaucht werden, ohne dabei zu verenden. Das Innere im Ei ist keimfrei und durch eine Desinfektion der Oberfläche mit anschließender Aufzucht auf einem sterilen Nährboden können die Maden in einem Labor gezüchtet werden (siehe Abbildung 3). Unmittelbar nach dem Schlüpfen werden die Larven mikrobiologisch geprüft und für den Versand vorbereitet. Die eingesetzten Lebewesen befinden sich am Anfang ihrer Entwicklung. Deshalb ist es nicht möglich, dass es während der Behandlung zu Verpuppung oder sogar zum Heranwachsen einer Fliege kommt (Grassberger, 2010).

In Österreich werden die Maden von der Firma Sorbion Austria vertrieben und können dort per Telefon und Mail direkt bestellt werden.



Abbildung 3: "Fliegeneier auf sterilem Nährmedium"  
(Grassberger, 2010, S.837)

### 3.5 Anwendungsgebiete und Indikationen

Akute Wunden, die durch äußere Einflüsse wie z.B. Stichverletzungen und Schnittverletzungen entstehen, heilen meist unkompliziert ab. Der Körper reagiert auf akute Wunden und Verletzungen mit natürlichen Reaktionen, die eine Wunde problemlos verheilen lassen. Es handelt sich um einen automatisch ablaufenden zellulären und biochemischen Vorgang, der innerhalb kurzer Zeit zur Wiederherstellung des geschädigten Gewebes führt. Von einer chronischen Wunde spricht man, wenn die Wunde nach vier bis zwölf Wochen keine Heilungstendenzen zeigt, obwohl sie fachgerecht versorgt wurde. Bei einer chronischen Wunde ist der Prozess der Wundheilung gestört und ohne äußere Stimulation wird diese Wunde nicht mehr vollständig verheilen. Faktoren wie z.B. Nekrosen, Beläge, verstärkte Exsudation und Entzündungen spielen bei der Entstehung einer chronischen Wunde eine Rolle. Die Ursachen für chronische Wunden können verschieden sein, die Lokalisation der Wunde, die Wundtiefe sowie die Grunderkrankung, um nur wenige Faktoren zu nennen. Zu den Grunderkrankungen zählt beispielsweise Diabetes mellitus, chronisch venöse Insuffizienz (allgemeine Venenschwäche), Polyneuropathie (Schädigung peripherer Nerven), Druck, Mangelernährung oder eine arterielle Durchblutungsstörung und diese können die Wundheilung beeinflussen (Protz, 2014).

Die Larventherapie kommt zum Einsatz für ein Debridement bei chronischen bzw. nicht heilenden Wunden wie z.B. Dekubitus (Druckgeschwür), venöse Ulzera (Geschwür), klaffenden oder komplizierten chirurgischen Wunden. Gute

Behandlungserfolge lassen sich bei Patienten mit diabetischen Fußulzerationen erzielen. Aufgrund der Grunderkrankung entwickeln die Patienten oft eine Neuropathie, verschleppen eine Vielzahl an Keimen und erhöhen dadurch das Risiko von Komplikationen und nötigen drastischen Maßnahmen wie Amputationen. Die Maden können ebenfalls zur Reinigung von kolonisierten (mit Bakterien besiedelten) Wunden angewendet werden. Weiters können die Maden zur Reduktion von Wundinfektionen mit grampositiven Keimen beitragen. Bei Wundinfektionen mit MRSA und mit Vancomycin resistenten Enterokokken (VRE) können die Keime durch die Verdauungsenzyme der Maden beseitigt werden (Protz, 2014).

### 3.6 Kontraindikationen und Komplikationen

Die Behandlungsmethode darf nicht angewendet werden bei Patienten, die überempfindlich auf Freiläufer, auf Netzbeutel oder auf einen Bestandteil der Verpackung reagieren können. Besteht eine Unverträglichkeit gegenüber Bierhefe und Sojaproteine kann diese Therapie ebenfalls nicht durchgeführt werden. Weiteres darf die Larventherapie nicht in der Nähe der Augen, im oberen Gastrointestinaltrakt sowie in den oberen Atemwegen angewendet werden. Die Madentherapie sollte nicht bei Patienten mit akuten, schnell fortschreitenden oder lebensbedrohlichen Infektionen eingesetzt werden. Diese Gegenanzeigen werden vom Hersteller vorgegeben (Strohal, 2013).

Besteht die Gefahr von einem Durchbruch der Wunde in eine sterile Körperhöhle sollten die Maden nur unter sehr strenger Indikationsstellung und engmaschiger Kontrolle des Arztes erfolgen und nur in Form eines Netzbeutels angewendet werden. Bei Patienten, die Medikamente zur Blutverdünnung einnehmen, kann es in Einzelfällen vorkommen, dass die Fliegenlarven kleine kapillare Blutungen auslösen können. Auf Wunden mit starker Blutungsneigung oder auf Wunden, die in der Nähe eines großen freiliegenden Gefäßes sind, sollen Maden vermieden werden. Durch das Debridement der Fliegenlarven besteht die Gefahr, dass es aufgrund der Gefäßruptur zu einer lebensgefährlichen Blutung kommen kann. Eine weitere Kontraindikation ist die periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK)

Stadium 4. Die Wunden haben eine unzureichende Durchblutung und die Maden können den Defekt ausweiten und die Wunde vergrößern (Protz, 2014).

Bei bösartigen Grunderkrankungen sollte die Larventherapie nicht zum Einsatz kommen. Im Allgemeinen wird von einer gleichzeitigen Behandlung mit zytostatischen (den Wachstum der Zellen hemmenden) Medikamenten, Desinfektionsmitteln, Lokalanästhetika und Hydrogelen abgeraten. Antiseptika reduzieren die Nahrung der Maden, dies beeinflusst das Wachstum der Larven negativ. Es wird ebenfalls davon abgeraten Madentherapie in Kombination mit Bestrahlung wie beispielsweise Röntgenstrahlen und Strahlentherapie einzusetzen, da diese die Vitalität der Larven beeinträchtigen und dadurch den Behandlungserfolg minimieren (BioMonde, 2018).

Es ist sicherzustellen, dass sich die Wunden während des Einsatzes der Maden nicht schließen können. Bei aufliegenden Körperregionen, die Druck auf die Wunde und somit auf die Larven ausüben, sollten Larven nicht eingesetzt werden. Der ausgeübte Druck kann dazu führen, dass die Larven zerquetscht werden können. Dadurch ist die Sauerstoffversorgung der Maden beeinträchtigt und das Überleben der Maden ist somit nicht gesichert. Bei tiefen Wunden mit Taschenbildungen kann ein Abstandshalter (Spacer) z.B. aus PVA – Schwamm in die Wunde eingesetzt werden und dem Druck entgegenwirken. Die Wunde bleibt offen, die Sauerstoffversorgung ist gewährleistet und dadurch ist das Überleben der Tiere gesichert (Grassberger, 2010).

Ist bei Wunden ein extensives chirurgisches Debridement oder eine chirurgische Operation erforderlich, sollten Maden nicht verwendet werden. Als primäre Therapie bei infizierten Knochen und Bändern sollten Larven nicht angewendet werden. Diese sollen zuerst mit einer chirurgischen Operation und/oder mit systemischer Antibiotikagabe erstversorgt werden (BioMonde, 2018).

Bei Wundinfektionen mit den Bakterienstämmen *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus* oder *Escherichia coli* sind diese vor dem Beginn der Larventherapie mit einem geeigneten Antiseptikum zu beseitigen. Den Maden konnte keine antimikrobielle Wirkung gegenüber gramnegativen Keimen nachgewiesen werden.



Um die genaue Keimsituation in der Wunde abzuschätzen, wird ein Wundabstrich vor Behandlungsbeginn empfohlen, um die Keimart zu bestimmen (Protz, 2016).

Momentan liegen keine Daten zur Anwendung der Larven während der Schwangerschaft oder Stillzeit vor. Es ist nicht bekannt, ob die Anwendung währenddessen zu einer Schädigung des ungeborenen Kindes führt. Bei Schwangeren und Stillenden sollte die Larventherapie nur nach strenger Nutzen-Risiko-Bewertung eingesetzt werden, um unbekannte Nebenwirkungen nicht zu provozieren (BioMonde, 2017).

Eine Beeinträchtigung der Verkehrstüchtigkeit und der Fähigkeit zum Bedienen von Maschinen sollte bei der Larventherapie nicht zu erwarten sein (BioMonde, 2018).

### 3.7 Nebenwirkungen

Die Nebenwirkungen bei der Therapie mit Fliegenlarven sind selten und haben einen milden Verlauf. Am häufigsten werden Schmerzen am Ort der Anwendung beschrieben. Viele Patienten berichten meist über unangenehme Empfindungen, wie Kribbeln bis hin zu stechenden Schmerzen. In seltenen Fällen musste die Therapie frühzeitig abgebrochen werden. Am häufigsten wurde beobachtet, dass Schmerzen am ersten Tag der Anwendung innerhalb von 24 – 30 Stunden auftreten. Patienten, die Schmerzen bei der Madentherapie äußern, können mit systemischen und oralen Analgetika (Schmerzmittel) behandelt werden. Es wurde häufig beobachtet, dass Schmerzen in Kombination mit ischämischen Gliedmaßen auftreten. Die Schmerzen verschwanden, sobald die Larven aus der Wunde entfernt wurden. Eine weitere Möglichkeit bei schmerzsensiblen Patienten ist die mehrmalige Behandlung mit kleinen Larven für kurze Zeitintervalle (ein bis zwei Tage). Große ausgewachsene Larven, oder große Mengen an Larven in Kombination mit nicht-elastischen oder festen Verbänden können Beschwerden verursachen. Beim Wachsen der Larven wird dadurch der Druck auf die Wunde erhöht, welcher wiederum den Schmerz verursacht (Protz, 2014).

Außerdem wurden häufig Blutungen am Applikationsort beobachtet. In den meisten Fällen waren die Blutungen gering und in keinem Fall schwerwiegend (BioMonde, 2018).

In wenigen Fällen wurde von Hautirritationen und Allergien berichtet. Diese konnten in den meisten Fällen auf den Hydrokolloidverband zurückgeführt werden, welcher für den Wundrandschutz angelegt wurde (siehe 3.8. Vorgehensweise beim Verbandswechsel). Die Verdauungsenzyme der Larven können in einigen Fällen, bei gesunder Haut, Rötungen (Erythem) und Entzündungen des Unterhautgewebes auslösen. Außerdem wurde von Urtikaria, einer krankhaften Reaktion der Haut, mit Rötung, Bläschenbildung und Juckreiz, berichtet. Die oberflächlichen Hautreaktionen heilten nach Entfernen der Larven innerhalb kurzer Zeit ab. Eine geeignete Barrierecreme kann als Wundrandschutz für die intakte Haut verwendet werden, um sie vor Reizungen zu schützen. Bei der Anwendung von zu großen Mengen an Larven kann es ebenfalls zu Hautirritationen und Reizungen von gesundem Gewebe aufgrund massiver Produktion von eiweißabbauenden Verdauungssekreten kommen (BioMonde, 2018).

Bei der Anwendung der Larventherapie wurde beobachtet, dass bei einigen Patienten vorübergehendes leichtes Fieber aufgetreten ist. Die Ursache ist noch weitgehend ungeklärt (BioMonde, 2018).

Zusätzlich wurde in wenigen Fällen ein unangenehmer Geruch in der Wunde während der Anwendung der Larventherapie berichtet. Dieser unangenehme Geruch ist vermutlich auf die Verflüssigung des nekrotischen Materials und auf die Verdunstung der flüchtigen Stoffe aus dem Zersetzungsprozess zurückzuführen. Der Geruch ist unabhängig vom Erfolg des Debridements. Diesem unangenehmen Geruch kann entgegengewirkt werden, indem täglich der Sekundärverband gewechselt wird (BioMonde, 2018).

Es wurde bisher von keinem Fall einer Überdosierung berichtet. Freiläufer und Maden im Netzbeutel haben eine große therapeutische Breite. Im Allgemeinen ist Vorsicht bei sehr hoher Dosierung geboten. Eine zu große Anzahl an Larven könnte zu einem erhöhten Serum – Ammoniakspiegel führen, der bei Patienten mit Leberinsuffizienz eine krankhafte Veränderung im Gehirn (Enzephalopathie)

auslösen kann. Bisher wurde von keinem erhöhten Serum-Ammoniakspiegel während der Anwendung der Larventherapie berichtet. Die Möglichkeit ist jedoch nicht auszuschließen (BioMonde, 2018).

Sollte bei der Anwendung von Netzbeutel oder Freiläufern erneut ein Verdacht auf Nebenwirkungen auftreten, wird das Fachpersonal der Gesundheitsberufe dazu aufgefordert, dies zu melden (BioMonde, 2018).

### 3.8 Vorgehensweise beim Verbandswechsel

Man kann zwischen zwei verschiedenen Applikationsarten der Madentherapie wählen. Es gibt den Netzbeutel und die Freiläufer (siehe Abbildung 4 und 5). Im Netzbeutel gibt es die Larven in einem eingeschweißten Polyester-Netzbeutel, welche mit jeweils 50/100/200/300 Larven erhältlich sind. Die Freiläufer gibt es in den Darreichungsformen mit 100/200 freien Larven. Untersuchungen haben gezeigt, dass der Erfolg des Debridements unabhängig von der Applikationsart ist. Netzbeutel und Freiläufer sind gleich wirksam. Die Auswahl hängt von anderen Faktoren ab, wie beispielsweise der Größe der Wunde, der Lokalisation der Wunde, der Tiefe der Wunde oder von der Struktur der Wunde. Unter der Struktur einer Wunde versteht man z.B. eine oberflächliche Wunde oder eine tiefe Wunde mit Taschenbildungen. Ein weiterer entscheidender Punkt ist, ob bereits Schmerzen vorhanden oder zu erwarten sind. Die Akzeptanz des Patienten und seiner Angehörigen spielt eine ebenso große Rolle bei der Auswahl, wie die Akzeptanz der Anwender (Gesundheitspersonal) (Bültemann, 2015).

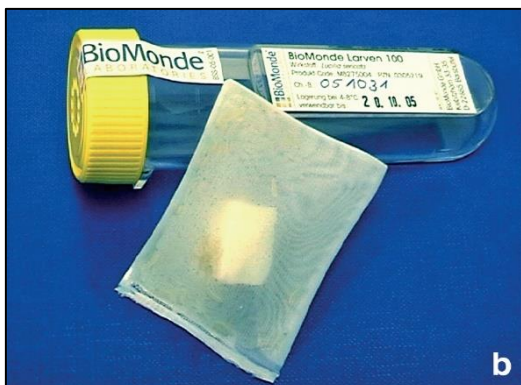


Abbildung 4: „im Biobag aus Nylonnetz“ (Grassberger, 2010, S. 838)

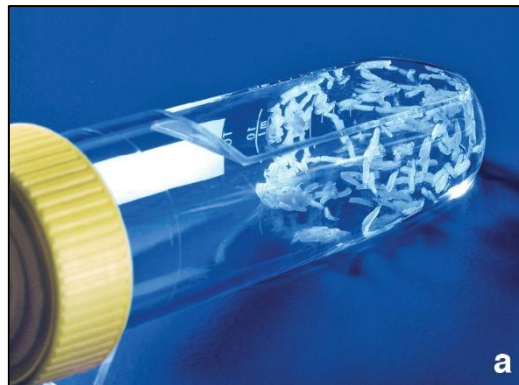


Abbildung 5: „„offen“ zur Anwendung als so genannte „Freiläufer““ (Grassberger, 2010, S.838)

Im Folgenden werden beide Darreichungsformen erläutert. Am Anfang jeder Anwendungsmöglichkeit sind die jeweils nötigen Materialien kurz aufgelistet, um bei Bedarf als Checkliste zu fungieren.

„Materialien für die BioBag® Anwendung

- BioBag® oder Kombination von BioBag® verschiedener Größen, entsprechend der zu versorgenden Wundgröße
- Ein BioBag® Größenlineal hilft hier die richtige BioBag® Größe auszuwählen. Folgende Größen und Inhalte sind erhältlich:
  - 2,5 cm x 3-4 cm (Inhalt 50 Larven)
  - 4 cm x 3-5 cm (Inhalt 100 Larven)
  - 5 cm x 3-6 cm (Inhalt 200 Larven)
  - 6 cm x 3-12 cm (Inhalt 300 Larven)
- Sterile Kompresse
- Sterile anatomische Pinzette
- Sterile Kochsalzlösung oder Ringerlösung
- Reizfreier Hautschutzfilm (alkoholfrei) oder Zink – basierte Creme zum Schutz der intakten Wundumgebung – oder andere geeignete Alternative
- Eine absorbierende (nicht semiokklusive) Verbandaufgabe entsprechend der Exsudation (z.B. Saugkompresse/ Superabsorber)
- Evtl. Fettgaze
- Evtl. polsternde Verbandwatte
- Verbandfixierung (elastische Mullbinde, Folie, Fixierfließ)“ (Bültemann, 2015, S.101)“

(siehe Abbildung 6)



Abbildung 6: Materialien für Verbandswechsel  
(ohne Netzbeutel)

Zuerst sollte man die Wunde gründlich mit steriler Kochsalzlösung oder Ringerlösung spülen, um die losen Beläge aus der Wunde zu entfernen. Bei Bedarf kann die Wunde mehrmals gespült werden. Vor der Applikation der Larven dürfen keine Antiseptika verwendet werden, da sonst den Larven Nahrung entzogen wird. Danach wird ein alkoholfreier und reizfreier Hautschutz oder eine dünne Schicht aus zinkbasierter Creme auf die intakte Wundumgebung aufgetragen, um diese zu schützen (siehe Abbildung 7). Ist die Wunde gereinigt und wurde ein geeigneter Schutz für die Wundumgebung aufgebracht, entnimmt man in Wundnähe mit sterilen Handschuhen oder mit einer sterilen anatomischen Pinzette den Netzbeutel aus dem Transportgefäß. Den Netzbeutel am Rand festhalten, damit die Larven nicht zerdrückt werden, und so auf die Wunde legen, dass die komplette Wundfläche überdeckt wird (siehe Abbildung 8). Es wird empfohlen, dass mit der zweiten Hand gleichzeitig eine sterile, feuchte Kompresse darübergelegt wird, um den Netzbeutel zu fixieren (siehe Abbildung 9). Eine Alternative wäre die Wunde großzügig mit einer Fettgaze abzudecken. Bei einer Fettgaze handelt es sich um

einen Verbandstoff, der mit einer dünnen Parafinschicht überzogen ist und eine Haftung auf der Wunde verhindern soll. Die Fettgaze eignet sich sehr gut zum Fixieren des Netzbeutels® und darunter bildet sich ein optimales feuchtes Milieu für die Entwicklung der Larven. Die Applikation mit zusätzlicher Fettgaze hat sich bewährt. Danach legt man sterile Kompressen auf den Netzbeutel und bei Bedarf befeuchtet man diese mit steriler Kochsalzlösung oder Ringerlösung. Ist die Wunde eher trocken, sollen die Kompressen feucht gehalten werden, um das Überleben der Larven zu sichern. Bei einer stark nässenden Wunde muss man die Kompressen nicht anfeuchten. Es besteht die Gefahr die Larven zu ertränken. Die mit Netzbeutel bedeckte Wunde wird zusammen mit der entsprechend feuchten Kompresse als „primärer Verband“ bezeichnet. Es sind jene Teile des Verbands, die in direktem Kontakt mit der offenen Wunde stehen (Bültemann, 2015).

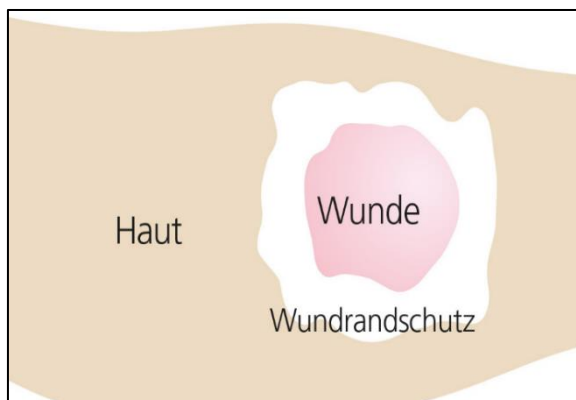


Abbildung 7: "Wundrandschutz auftragen" (Sorbion Austria, 03.08.2020)



Abbildung 8: „BioBag® applizieren“ (Sorbion Austria, 03.08.2020)

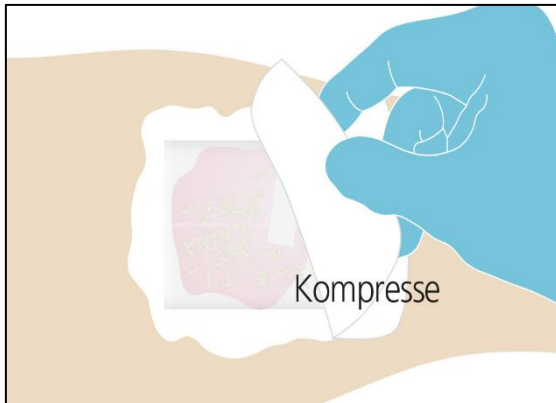


Abbildung 9: "BioBag® mit einer feuchten Kompresse bedecken" (Sorbion Austria, 03.08.2020)

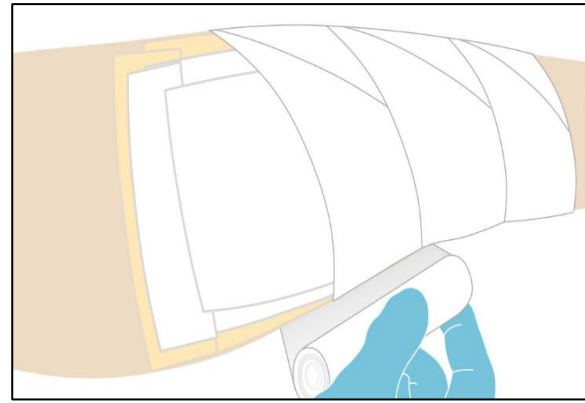


Abbildung 10: "Verbandfixierung" (Sorbion Austria, 03.08.2020)

Der Sekundärverband ist je nach Exsudation entsprechend zu wählen. Bei einer schwach sezernierenden Wunde sollte eine einfache Saugkomresse verwendet werden. Sezerniert die Wunde jedoch stark sollte man einen Superabsorber wählen. Dieser Verband sorgt dafür, dass das überschüssige Exsudat zuverlässig aufgenommen wird. Zusätzlich schützt der Verband die Wundumgebung und die Sauerstoffversorgung der Larven ist gewährleistet. Der Sekundärverband wird zusätzlich mit einer elastischen Mullbinde oder durch Abkleben der Außenränder mit einem Fixierfließ befestigt (siehe Abbildung 10). Der Verband selbst darf nicht mit einer Folie okklusiv oder semiokklusiv abgedeckt werden. Unter Okklusivverbänden ist die Sauerstoffversorgung der Larven nicht mehr ausreichend gewährleistet und das Leben der Tiere ist gefährdet (Bültemann, 2015).

Im Folgenden wird die Darreichungsform mit den Freiläufern erläutert. Es werden folgende Materialien benötigt (siehe Abbildung 11):

- „Freie Larven in ausreichender Anzahl, entsprechend der zu versorgenden Wundgröße. Generell wird empfohlen 5 – 8 Larven pro cm<sup>2</sup> nekrotischer Wundfläche zu verwenden. Die Larven werden in einem Transportgefäß (ein Reagenzglas mit Schraubdeckel) geliefert.
- Sterile Kompresse

- Sterile anatomische Pinzette
- Sterile Handschuhe
- Sterile Schere
- Sterile Kochsalz- oder Ringerlösung.
- Applikationsnetz für die Larven (je nach Anwendungsgebiet ggf. in Taschenform für komplette Fuß- und Unterschenkelapplikationen)
- Reizfreier Hautschutzfilm (alkoholfrei) zum Schutz der intakten Wundumgebung oder Zink – basierte Schutzcreme oder andere geeignete Alternative
- Schutzbarriere: Gelstreifen, Hydrokolloid oder Verbandfolie (für die intakte Haut)
- Der Exsudation entsprechender Sekundärverband (Saugkomresse/ Superabsorber)
- Evtl. Verbandwatte zur Polsterung
- Verbandfixierung (elastische Mullbinde, Folie, Fixiervlies)“ (Bültemann, 2015, S. 103).



Abbildung 11: Materialien für einen Verbandswechsel (ohne Freiläufer)



Die Wunde mit einer sterilen Kochsalzlösung oder Ringerlösung reinigen, um lose Beläge aus der Wunde zu entfernen. Bei Bedarf die Wunde mehrmals spülen. Um die gesunde Haut vor gesteigerter Exsudatmenge zu schützen, muss man die Wundumgebung trocken halten. Dafür kann man mehrere doppelseitig klebende Gelstreifen oder Hydrokolloidstreifen zurechtschneiden und genau an den Wundrand anbringen. Diese so geformte Schutzbarriere dient als Ausbruchsicherung der Larven, damit diese die Wunde nicht verlassen können (siehe Abbildung 12). Es ist darauf zu achten, dass die Schutzbarriere lückenlos und faltenfrei angebracht wird. Für eine kleine Wunde eignet sich ein Loch in der Mitte eines Hydrokolloids, welches entsprechend der Wundgröße ausgeschnitten wird (Bültemann, 2015).

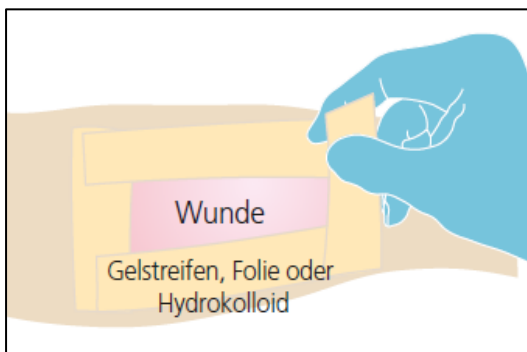


Abbildung 12: „Herstellung einer Schutzbarriere als „Ausbruchsicherung“ für die Larven [...]“ (Bültemann, 2015, S. 103)

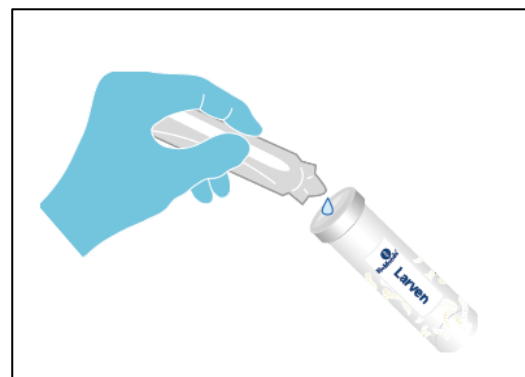


Abbildung 13: „Die Larven werden mit Kochsalzlösung versetzt, um eine vollständige Applikation zu ermöglichen [...]“ (Bültemann, 2015, S. 104)

Um die Larven zu applizieren werden ca. 10ml Kochsalzlösung/Ringerlösung in das Transportgefäß gefüllt (siehe Abbildung 13). Das Gefäß wird wieder verschlossen und vorsichtig in alle Richtungen geschwenkt, damit alle Larven von der Lösung erfasst werden. Beim Öffnen des Transportgefäßes ist Vorsicht geboten, im Verschlussdeckel können sich Larven verstecken. Sind bei der Anwendung mehrere Transportgefäße notwendig, kann man den Inhalt des ersten Gefäßes vorsichtig in den zweiten usw. schütten. Dieser Vorgang kann mehrmals wiederholt werden, bis alle Larven erfasst worden sind. Das Applikationsnetz sollte ca. 2 – 3cm größer als die Wunde zugeschnitten und auf eine sterile saugfähige Kompresse gelegt werden. Mit einigen Tropfen steriler Kochsalzlösung/Ringerlösung wird als

nächstes das Netz befeuchtet, um die Oberflächenspannung zu lösen. Dadurch wird das Netz wasserdurchlässig und die Larven gleiten nicht unerwünscht mit der Flüssigkeit vom Netz. Nun werden die Larven aus dem Transportgefäß mit der Kochsalzlösung/Ringerlösung in die Mitte des Netzes gegossen (siehe Abbildung 14). Als nächstes wird das Netz an den Außenrändern gefasst, vorsichtig und nicht zu schnell auf die vorbereitete Wundfläche gedreht. Das Applikationsnetz sollte nun faltenfrei auf die zuvor geklebten Gelstreifen oder Hydrokolloidstreifen aufgebracht werden (siehe Abbildung 15). In weiterer Folge wird nun das Netz mit breiter Verbandfixierung (Fixiervlies) gesichert. Es ist darauf zu achten, dass für einen Zeitraum von vier Tagen ein festklebendes Material verwendet werden soll, welches sich trotz Feuchtigkeit nicht löst. Empfehlenswert ist, die dachziegelartige Fixierung mit mehreren Verbandslagen (siehe Abbildung 16). Danach werden ein bis zwei sterile Kompressen mit Kochsalzlösung/Ringerlösung befeuchtet um damit das Netz abzudecken (Bültemann, 2015).



Abbildung 14: "Die Larven werden auf das Applikationsnetz gegeben [...]" (Bültemann, 2015, S. 104)

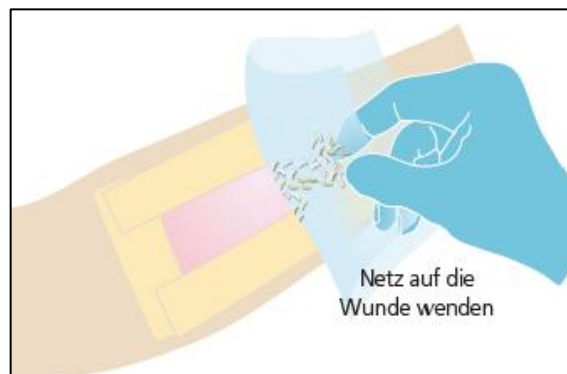


Abbildung 15: "Das Netz wird auf die vorbereitete Wunde gelegt [...]" (Bültemann, 2015, S. 104)

Je nach Exsudat soll nun ein entsprechender Sekundärverband (Saugkomresse oder Superabsorber) ausgewählt werden. Man sollte eine einfache Saugkomresse bei einer schwach sezernierenden Wunde wählen. Einen Superabsorber verwendet man bei einer stark sezernierenden Wunde. Der Verband dient dazu, das überschüssige Exsudat zuverlässig aufzunehmen, um die Wundumgebung zu

schützen. Zusätzlich ist die Sauerstoffversorgung für die Maden gewährleistet (siehe Abbildung 17). Der Sekundärverband wird mit einer elastischen Mullbinde oder durch Abkleben der Außenränder mit Fixiervlies befestigt (siehe Abbildung 18). Der Verband darf nicht ganz mit einer Folie abgeklebt werden, da unter Okklusivverbänden die Sauerstoffversorgung der Larven nicht mehr ausreichend gegeben und somit das Leben der Tiere gefährdet ist (Bültemann, 2015).

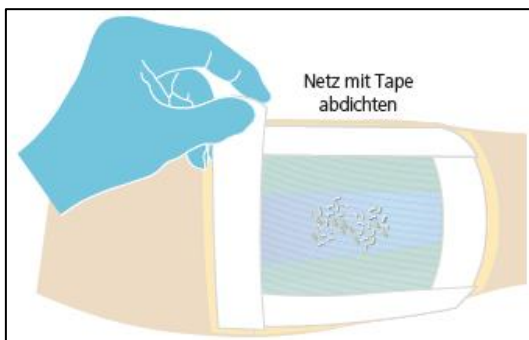


Abbildung 16: "Das Netz wird mit Tape abgedichtet [...]" (Bültemann, 2015, S. 105)

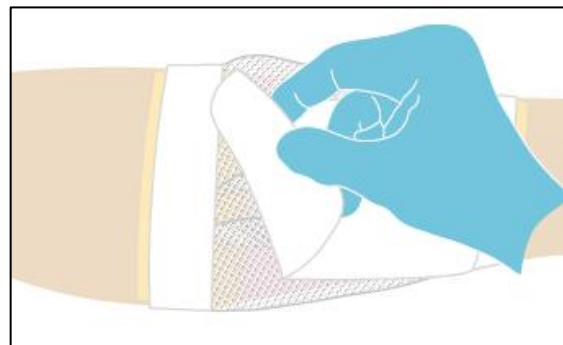


Abbildung 17: "Anlage des Sekundärverbandes" (Bültemann, 2015, S. 105)

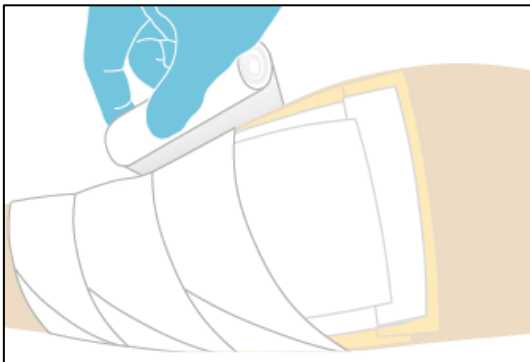


Abbildung 18: "Fixierung mit einer Mullbinde" (Bültemann, 2015, S.105)

Der Verband sollte täglich kontrolliert und bei Bedarf gewechselt werden. Bei jeder Kontrolle überprüft und dokumentiert man die Vitalität der Larven, die Bewegung und das Wachstum. Wird festgestellt, dass die Wunde zu trocken ist, ist diese zu befeuchten, um stets ein optimales Wundmilieu für die Larven sicherzustellen.

Besonders während der warmen Sommerzeit muss man die Kontrollintervalle verkürzen und die Wunde mehrmals (ca. zwei bis dreimal) täglich befeuchten. Es sollte darauf geachtet werden, dass die Wunde nicht zu nass ist, da die Gefahr besteht, die Larven zu ertränken (Bültemann, 2015).

Während der Larventherapie kommt es meistens zu einer Steigerung der Exsudatausschüttung und zu einer für die Madentherapie typischen Geruchsbildung. Dies ist ein Zeichen für einen erfolgversprechenden Verlauf der Wundbehandlung. Die Geruchsentwicklung kann durch häufiges Wechseln des Sekundärverbands minimiert werden. Dadurch wird einer Geruchsbelästigung für das Pflegepersonal und einem Unwohlsein des Patienten entgegengewirkt. Sollte die Wunde sehr stark sezernieren, ist ein zusätzliches Anfeuchten nicht mehr notwendig. Ein Spülen der Wunde ist nur dann sinnvoll, wenn die Larven zu ersticken drohen, indem das Exsudat die Poren des Verbandes stark verklebt. Während der Therapie sollte man die Wunde selbst nicht mehr spülen, da man dadurch Larvenssekret zusätzlich herauspült und somit den Therapieverlauf verlängert (Bültemann, 2015).

Nach drei Tagen wird die Wunde neu beurteilt und entschieden ob ein weiterer Larvenzyklus notwendig ist. Sollte keine weitere Anwendung erforderlich sein, erstellt man am vierten Tag ein neues Konzept für eine adäquate Weiterversorgung der Wunde. Nach einem Zyklus von vier Tagen müssen die Larven aus der Wunde entfernt und im Klinikabfall entsorgt werden. Im idealen Fall werden die Larven in einem kleinen Abfallbeutel möglichst luftleer verknotet und in den entsprechenden Abwurfbehälter geworfen (Bültemann, 2015).

In Abbildung 19 sieht man eine Larve vor Beginn der Therapie und eine, drei Tage nach dem Ende der Therapie. Ebenso sieht man in Abbildung 20 gesättigte Maden im Netzbeutel nach Therapieende.



Abbildung 19: " Maden der Gattung *Lucilia sericata* vor und 3 Tage nach Einsatz in einem Ulcus" (Dissemond, 2004, S. 745)



Abbildung 20: gesättigte Maden im Netzbeutel (Sorbion Austria)

Ist ein Verband undicht sollte man diesen unverzüglich entfernen, besonders bei einem stationären Aufenthalt. Fertige Madenverbände sind leicht, gezielt und schnell in der Anwendung sowohl für geübte als auch für ungeübtes Personal. Der ideale Verband sollte sauerstoffdurchlässig, ausbruchsicher und kostengünstig sein. Eine gute Wunddrainage sowie eine regelmäßige Inspektion der Wunde und minimalen Arbeitsaufwand sollte der Verband ermöglichen (Grassberger, 2010).

### 3.9 Ekel und Akzeptanz

Ein wichtiger Faktor bei der Anwendung ist die Akzeptanz und der Ekel vor lebendigen Tieren in einer Wunde. Da man mit Maden normalerweise Verwesung und Tod in Verbindung bringt, ist es sowohl für Patienten wie auch für Anwender eine Überwindung diese Methode zu wählen. Bei Patienten, die schon über Jahre an chronischen Wunden leiden und deren Lebensqualität dadurch stark eingeschränkt wird, ist die Akzeptanz meist größer, da sie in dieser Behandlungsmethode ein mögliches Ende ihres Leidensweges sehen.

Aufgrund von fehlendem theoretischem Wissen, sowohl bei Ärzten wie auch bei Pflegepersonal und daraus folgendem Mangel an Praxiserfahrungen hat sich diese Therapieform in Österreich kaum durchgesetzt.

### 3.10 Lagerung und allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

Die Larven sind am wirksamsten, wenn sie ehest möglich (am Tag der Lieferung) verwendet werden, um ein frühes Absterben einzelner Larven durch Nahrungsmangel zu vermeiden. Man sollte sie nicht einfrieren und nicht über 25°C lagern. Eine Alternative wäre, das Lagern der Larven im Kühlschrank bei ca. 8°C für maximal 1 – 2 Tage. Dies kann jedoch zu einer erhöhten Mortalität der Larven führen. Weiters sind die Larven nach dem vom Hersteller angegeben Verfallsdatum nicht mehr zu verwenden. Die Maden sind ca. 48 Stunden haltbar. Die Larven sollen direkt nach dem Öffnen des sterilen Röhrchens verwendet werden. Ist das Siegel gebrochen, sind die Fliegenlarven braun verfärbt oder bewegen sie sich bei Zimmertemperatur nicht mehr, so dürfen die Larven nicht mehr verwendet werden (BioMonde, 2017).

Vor der Anwendung können die Larven für mindestens eine halbe Stunde im Kühlschrank gelagert werden, dadurch wird die Applikation erleichtert, da die Bewegungsfähigkeit der Larven herabgesetzt wird. Bei der Anwendung von Maden eignet sich Modellierpaste als Schutz für die Wundumgebung nicht, da sie aufgrund der chemischen Zusammensetzung auf die Larven toxisch wirken (Bültemann, 2015).

Maximal zehn Netzbeutel mit 300 Larven bzw. maximal 15 Röhrchen von BioMonde mit 200 freien Larven dürfen gleichzeitig an einem Patienten angewendet werden. Durch die zu große Menge an, von den Maden erzeugten Wundexsudat, wird die Vitalität der Larven beeinträchtigt. Dies führt zu einem Nässestau und die Larven können ertrinken. Die Fliegenlarven sind Lebewesen. Sie können ersticken, ertrinken, vertrocknen, verhungern und brauchen deshalb eine fürsorgliche Pflege (BioMonde, 2018).

Bei der Anwendung von Netzbeuteln sind die Larven nicht direkt auf der Wundoberfläche, sondern mit einer 0,5mm dicken Membran aus Polyvinylalkohol – Hydroschwamm von der Wundoberfläche getrennt. Wundsekret, das verflüssigte nekrotische Gewebe und Sauerstoff gelangen in das Innere des Netzbeutels und somit ist das Überleben und das Wachstum der Larven gesichert. Die Ausscheidungen der Larven gelangen ebenfalls über den Schwamm in die Wunde,

von dort aus können sie die Infektion kontrollieren und die Wundheilung stimulieren. Ein mechanischer Reiz durch die Larven ist somit ausgeschlossen und nur der Flüssigkeitskontakt bleibt erhalten. Bei flachen Wunden kommt es zu keinem wesentlichen Wirkungsverlust und die geringe Wandstärke des porösen Materials gewährleistet eine ausreichende Permeabilität. Der Vorteil des Netzbeutels ist die problemlose Applikation, die rasche Entsorgung und die Reduktion des Wundschmerzes. Zusätzlich ist es ein weitgehend sicherer Verschluss und damit werden die hygienischen Risiken reduziert. Da die Larven im Netzbeutel nicht sichtbar sind, verbessert sich die Akzeptanz des Patienten und des Pflegepersonals für die Anwendung der Madentherapie (Grassberger, 2010).

Die verwendeten Larven sind biologischer Abfall und nach der Behandlung Träger mehrerer Krankheitserreger. Die Abdeckung und das verwendete Verbandsmaterial kann vom medizinischen Fachpersonal im Klinikabfall entsorgt werden. Der Netzbeutel selbst sollte genau auf etwaige Löcher untersucht werden. Ist der Netzbeutel intakt so kann dieser ohne weitere Maßnahmen ebenfalls im Klinikabfall entsorgt werden. Sind Löcher oder Risse im Netzbeutel, so sollte dieser in einem separaten Beutel verpackt und verschlossen werden, bevor dieser entsorgt wird (BioMonde, 2018). Die Entsorgung der Freiläufer erfolgt in einem größeren Abfallbeutel. Der Abfallbeutel wird über die Wunde gestülpt oder offen unter die Wunde gelegt, so dass beim Entfernen der Wundauflagen die Larven hineinfallen können. Die restlichen Larven kann man mit einer Pinzette oder Tupfer aus der Wunde entfernen bzw. auswischen. Sobald alle Larven aus der Wunde entfernt wurden, kann der Abfallbeutel entlüftet, zugeknotet und in den Abwurfbehälter geworfen werden (Bültemann, 2015).

## 4 Wundbehandlung auf der Intensivstation

Intensivpatienten sind besonders stark gefährdet, Wundheilungsstörungen zu entwickeln. Risikofaktoren wie beispielsweise Immobilität, verminderte Perfusion, Sensibilitätsstörungen und beeinträchtigtes Bewusstsein begünstigen eine Störung der Wundheilung und sind bei Intensivpatienten meist vorhanden. Die genaue Einschätzung der Wunde, die Auswahl und Anwendung von Wundbehandlungsmethoden und der Wundverbände, die gewissenhafte Dokumentation der Behandlung und die Verlaufskontrolle sind wichtige Aspekte in der Wundbehandlung (Wilpsbäumer, 2015).

Eine der größten Herausforderung bei der Wundbehandlung von Intensivpatienten besteht darin, die Entwicklung eines Dekubitus zu vermeiden. Die Risikofaktoren für Dekubitus sind Bewegungseinschränkungen, neurologische Störungen, Bewusstseinsbeeinträchtigung, Durchblutungsstörungen, Stoffwechselerkrankungen, Untergewicht, unzureichende Ernährung, Inkontinenz und Vorschädigung der Haut. Viele dieser Faktoren bestehen bei Intensivpatienten. Bei jeder Wunde besteht die Gefahr für eine Verschlechterung des Allgemeinzustandes des Patienten, da die Wunde als Eintrittspforte für Erreger dienen kann. Dies führt zu lokalen Entzündungen, zu weiteren Schmerzen, zunehmender Einschränkung der Mobilität und dann wiederum zu einer Verschlechterung einer bestehenden Wunde und Entwicklung von weiterem Dekubitus (Wilpsbäumer, 2015).

Besonders gefährdete Stellen für die Entwicklung eines Dekubitus sind die Auflagepunkte wie etwa, Hinterkopf, Sakralbereich und die Fersen. Während der Madentherapie sollte kein Druck auf die Wunde ausgeübt werden, da sonst das Überleben der Maden bzw. der Sauerstoffzufuhr nicht gesichert ist. Deshalb ist für eine erfolgreiche Anwendung der Madentherapie eine Freilagerung der Wunde nötig. Dieser Umstand ist bei Intensivpatienten nicht immer möglich. Oft ist eine Umpositionierung für die Versorgung der chronischen Wunde nicht möglich, da die Behandlung der bedrohlicheren Verletzung und das Aufrechterhalten der Vitalfunktionen im Vordergrund stehen. Wenn gegen ein Freilegen der Wunde durch Umpositionierung kein ärztlicher Einwand besteht, so muss für eine erfolgreiche Anwendung der Madentherapie die dauerhafte Lagerung in dieser Position möglich



sein. Da die Bauchlagerung üblicherweise nicht länger als 18 Stunden durchgeführt werden kann, ist eine Madentherapie hier nicht zielführend. Diese Zeitspanne ist für eine Anwendung der Madentherapie nicht ausreichend (Grassberger, 2010).

Weiters können Druckstellen durch Katheter wie z.B. Magensonde und Tubus auftreten. Hier scheidet die Madentherapie als Behandlungsmethode aus, da eine ihrer Kontraindikationen die Anwendung in den oberen Atemwegen und im Gastrointestinaltrakt ist (BioMonde, 2018).

Meist werden Intensivpatienten antikoaguliert, wodurch beim Debridement der Maden, Blutungen verursacht werden können. Es besteht die Gefahr, dass die Blutung sowohl dem Patienten schadet und ebenso die Maden dadurch ertrinken können. Aufgrund der Antikoagulation kann zeitweise kein chirurgisches Debridement durchgeführt werden. Der Vorteil der Maden ist, dass sie ein gewebeschonendes Debridement durchführen können, sie verletzen kein vitales Gewebe und somit können die Maden frühzeitig eingesetzt werden. Beim chirurgischen Debridement entstehen meist Hämatome, diese wiederum sind Störfaktoren für eine erfolgreiche Wundheilung. Weiters ist das Debridement mit Maden schonender für die Patienten, da dieses ohne Narkose möglich ist. Meistens wird mit enzymatischen und autolytischen Wundprodukten eine Wundbehandlung durchgeführt, sofern kein chirurgisches Debridement möglich ist. Im Vergleich zu den enzymatischen Debridements sind die Maden schneller (Protz, 2014).

Eine weitere Kontraindikation für die Anwendung ist der erhöhte Katecholaminbedarf bei einer akuten, schnell fortschreitenden oder lebensbedrohlichen Infektion. Das dadurch schlecht durchblutete Gewebe kann von den Maden angegriffen werden, was zu einer Ausweitung der Wunde führen kann. Deshalb sollte die Madentherapie bei Intensivpatienten während einer Sepsis nicht angewandt oder pausiert werden (Protz, 2014).

Bei längerem Aufenthalt auf einer Intensivstation können Wunden, durch das geschwächte Immunsystem, mit gramnegativen Keimen wie Pseudomonas oder E-coli Bakterien besiedelt sein. Die Ursache, warum die Maden bei gramnegativen

Wundbehandlung auf der Intensivstation

Keimen weniger wirksam sind als bei grampositiven Keimen ist nicht zur Gänze geklärt (Protz, 2016).

## 5 Resümee

Bei der Fragestellung „Ist die Madentherapie im Fachbereich der Intensivmedizin für Patienten mit chronischen Wunden geeignet?“ kann Folgendes festgehalten werden:

Immer mehr Menschen sind von chronischen Wunden betroffen, die aufgrund ihrer Vorerkrankungen nicht vermieden werden können. Eine chronische Wunde beeinflusst die Lebensqualität der Betroffenen, der stationäre Aufenthalt verlängert sich und zusätzliche Operationen sind notwendig. Aus diesen Gründen wird der soziale Kontakt oft reduziert, wodurch zusätzlich psychologische Belastungen für Patienten verursacht werden.

Die Biochirurgie ist eine Behandlungsmethode, die schon vor Jahrtausenden eingesetzt wurde. Es ist eine Therapiemöglichkeit, die im ambulanten Bereich eingesetzt werden kann. Der stationäre Aufenthalt kann verkürzt werden, weniger Operationen könnten notwendig sein, ein präziseres Debridement kann stattfinden und Lebensqualität kann zurückgewonnen werden.

In den letzten Monaten wurde hauptsächlich das Thema Biochirurgie bearbeitet. Es gibt zahlreiche englischsprachige und deutschsprachige Literatur über das Thema Biochirurgie. Im englischsprachigen Raum findet man Literatur, die zum Teil älter als 10 Jahre ist. Meistens wird sehr allgemein über die Aktivität und Wirkungsweisen der Maden, über Indikationen und Kontraindikationen der Anwendung berichtet. Im deutschsprachigen Raum findet man Artikel aus Zeitschriften, die sich mit dieser Art der Wundversorgung beschäftigen. Einige Artikel berichten sehr detailliert über den Verbandswchsel. Es konnte keine Fachliteratur gefunden werden, welche sich dezidiert mit der Behandlung von chronischen Wunden durch Madentherapie in der Intensivmedizin beschäftigt. Literatur berichten allgemein über Wundversorgung bzw. über die Problematik bei Intensivpatienten. Das Risiko einer Entstehung von Wunden bei Intensivpatienten ist enorm. Eine mündliche Nachfrage in verschiedenen Praxen und in diversen Gesundheitsanstalten gab darüber keinen Aufschluss.

## Resümee

Da die Recherche wenig über den Einsatz der Maden zur Wundversorgung im Intensivbereich berichtet, ist es schwierig eine klare Antwort über die Behandlungsmethode zu erhalten. Gegebenenfalls ist es in naher Zukunft möglich, eine Zusammenarbeit mit Intensivmediziner und Anwender mit dieser Wundbehandlungsmethode zu arrangieren.

## 6 Zusammenfassung

Bei der Madentherapie handelt es sich um eine seit Langem bekannte Therapieform, welche durch die Entdeckung des Penicillins immer mehr an Stellenwert verlor. Aufgrund der zunehmenden Antibiotikaresistenzen gewinnt sie jedoch wieder immer mehr an Bedeutung. Die Vorteile dieser Behandlungsmethode ist, dass durch die Maden ein schonenderes, effektives und nicht radikales Debridement im Vergleich zum chirurgischen erfolgt. Die Maden sind in der Lage nur avitales Gewebe abzutragen. Mit dem Verdauungssekret der Maden wird die Wunde gereinigt, verschiedene Keimarten werden vernichten und die Wundheilung wird gefördert. Dazu werden die Fliegenlarven *Lucilia sericata* im Labor steril gezüchtet und in Netzbeutel oder als Freiläufer angewendet. Dabei gilt es sowohl die Indikationen und Kontraindikationen zu beachten wie auch den sachgemäßen Umgang beim Verbandswechsel. Diese Behandlungsmethode könnte eine schonendere Alternative zur üblichen Wundversorgung in Anwendungsgebieten wie der Intensivmedizin darstellen, jedoch gibt es dazu kaum Literatur und Erfahrung.

Schlüsselwörter: Madentherapie, Biochirurgie, Fliegenlarven

## 7 Literaturverzeichnis

BioMonde (2017): Gebrauchsinformation: Information für den Anwender BioBag® 50, BioBag® 100, BioBag® 200, BioBag® 300.  
[https://biomonde.com/attachments/article/260/PIL-TIL%20BioBag%2050-100-200-300\\_DE\\_0217\\_master.pdf](https://biomonde.com/attachments/article/260/PIL-TIL%20BioBag%2050-100-200-300_DE_0217_master.pdf) (07.02.2020)

BioMonde (2017): Gebrauchsinformation: Information für den Anwender BioMonde® Freie Larven 100, BioMonde® Freie Larven 200.  
[https://biomonde.com/attachments/article/260/PIL-TIL%20BioMonde%20Freie%20Larven%20100-200\\_DE\\_0217\\_master.pdf](https://biomonde.com/attachments/article/260/PIL-TIL%20BioMonde%20Freie%20Larven%20100-200_DE_0217_master.pdf) (07.02.2020)

BioMonde (2018): Fachinformation BioBag® 50/100/200/300.  
[https://biomonde.com/attachments/article/260/SPC%20BioBag%2050-100-200-300%20DE\\_0718\\_master.pdf](https://biomonde.com/attachments/article/260/SPC%20BioBag%2050-100-200-300%20DE_0718_master.pdf) (07.02.2020)

BioMonde (2018): Fachinformation BioMonde® Freie Larven 100/200.  
[https://biomonde.com/attachments/article/260/SPC%20BioMonde%20Freie%20Larven%20100-200%20DE\\_0718\\_master.pdf](https://biomonde.com/attachments/article/260/SPC%20BioMonde%20Freie%20Larven%20100-200%20DE_0718_master.pdf) (07.20.2020)

Bültemann A. (2015). Anleitung zur Applikation von medizinischen Larven (*Lucilia sericata*) bei der Behandlung chronischer Wunden. In: Wund Management 2015. S. 100 – 106

Dissemond J., Goos M., (2004): Optionen des Debridements in der Therapie chronischer Wunden. In: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft 08/2004, S. 743 – 751

Fleischmann, W.; Grassberger, M.; Sherman, R. (2004): Maggot therapy: a handbook of maggot-assisted wound healing. Stuttgart; New York: Thieme.

Grassberger M. (2010). „Madentherapie“ – Fliegenlarven in der Wundbehandlung. In: Aspöck H. (Hg.). Krank durch Arthropoden, Denisia (2010): Oberösterreich, Biologiezentrum. S. 833 - 842

## Literaturverzeichnis

- Protz K. (2014). Débridement mit medizinischen Larven – Ein Update. In: Wund Management (2014). S. 289 – 295
- Protz K. (2016). Tierische Helfer In: Die Schwester Der Pfleger 55. Jahrgang (12/2016), S. 34, 40 – 43
- Strohal R., Dissemond J., Jordan O'Brien J., Piaggese A., Rimdeika R., Young T., Apelqvist J. (2013): Biologisches Debridement mit Fliegenlarven. ISSN: 1864 – 1121 74528. In: „Debridement“ Stand der Entwicklung und Rolle des Debridements: Aktuelle Übersicht und Begriffserklärungen 03/2013, S. 16 – 17
- Wilpsbäumer S., Mört D., Ullrich L., Bone H. (2015): Wundmanagement auf der Intensivstation. In: Intensivmedizin up2date (2015), S. 109 - 124

## 8 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Lebenszyklus der Schmeißfliege (Fleischmann, 2004, S.7)
- Abbildung 2: Mundhaken einer Larve (Grassberger, 2010, S. 835)
- Abbildung 3: "Fliegeneier auf sterilem Nährmedium" (Grassberger, 2010, S.837)
- Abbildung 4: „im Biobag aus Nylonnetz“ (Grassberger, 2010, S. 838)
- Abbildung 5: „„offen“ zur Anwendung als so genannte „Freiläufer““ (Grassberger, 2010, S.838)
- Abbildung 6: Materialien für Verbandswechsel (ohne Netzbeutel)
- Abbildung 7: "Wundrandschutz auftragen" (Sorbion Austria, 03.08.2020)
- Abbildung 8: „BioBag® applizieren“ (Sorbion Austria, 03.08.2020)
- Abbildung 9: "BioBag® mit einer feuchten Kompresse bedecken" (Sorbion Austria, 03.08.2020)
- Abbildung 10: "Verbandfixierung" (Sorbion Austria, 03.08.2020)
- Abbildung 11: Materialien für einen Verbandswechsel (ohne Freiläufer)
- Abbildung 12: „Herstellung einer Schutzbarriere als „Ausbruchsicherung“ für die Larven [...]“ (Bültemann, 2015, S. 103)
- Abbildung 13: "Die Larven werden mit Kochsalzlösung versetzt, um eine vollständige Applikation zu ermöglichen [...]" (Bültemann, 2015, S. 104)
- Abbildung 14: "Die Larven werden auf das Applikationsnetz gegeben [...]" (Bültemann, 2015, S. 104)
- Abbildung 15: "Das Netz wird auf die vorbereitete Wunde gelegt [...]" (Bültemann, 2015, S. 104)
- Abbildung 16: "Das Netz wird mit Tape abgedichtet [...]" (Bültemann, 2015, S. 105)
- Abbildung 17: "Anlage des Sekundärverbandes" (Bültemann, 2015, S. 105)
- Abbildung 18: "Fixierung mit einer Mullbinde" (Bültemann, 2015, S.105)
- Abbildung 19: " Maden der Gattung *Lucilia sericata* vor und 3 Tage nach Einsatz in einem Ulcus" (Dissemond, 2004, S. 745)
- Abbildung 20: gesättigte Maden im Netzbeutel (Sorbion Austria)