

# Amputationsverletzungen am Fingerendglied: Regeneration mittels Folienverband

Dominik Hoigné<sup>a</sup>, Urs Hug<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Klinik für Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie, Kantonsspital St. Gallen

<sup>b</sup> Abteilung für Hand- und Plastische Chirurgie, Luzerner Kantonsspital

Aus Platzgründen ist ein Teil der Abbildungen nur online publiziert: [www.medicalforum.ch](http://www.medicalforum.ch).

Amputationsverletzungen an den Fingerendgliedern gehören zu den häufigsten Verletzungen an der Hand. Solche Verletzungen wurden oft operativ mit lokalen Lappenplastiken behandelt. Es wurden aber auch nichtoperative Methoden mit einem Folienverband beschrieben [1]. Die damit erreichten funktionellen und ästhetischen Resultate sind hervorragend [2]. Selbst freiliegender Knochen ist keine Kontraindikation für eine Folienbehandlung. Es konnte gezeigt werden, dass amputiertes Weichgewebe zu fast 90% der ursprünglichen Dicke regeneriert [3].

Die Methode der Folienbehandlung, auch Semiokklusiv-Folienbehandlung genannt, ist grundsätzlich schon lange bekannt, leider wird sie aber in den Lehrbüchern bis heute kaum erwähnt. In den Kantonsspitalern Luzern und St. Gallen wurde die Methode vor einigen Jahren eingeführt. Inzwischen sind über 200 Amputationsverletzungen mit Folie behandelt und systematisch dokumentiert worden. Aufgrund der gesammelten Erfahrungen wurde ein umfassendes Behandlungskonzept geschaffen, das hier anhand der zehn häufigsten Fragen vorgestellt wird.

## Welches sind die Grenzen der Indikation?

Alle Amputationsverletzungen distal der Insertion der Beugesehne können mit der Folie behandelt werden (Abb. 1 und 2 ). Weiter proximal befürchten wir Komplikationen durch auslaufendes Sekret in den Beugesehnenkanal. Ob diese Bedenken aber berechtigt sind, ist nicht bekannt. Das Gewebe am Stumpf ist oft gequetscht, dies ist keine Kontraindikation für die Folienbehandlung. Bei der Kombination von Wundnaht und Folienbehandlung ist grösste Vorsicht geboten, da Wundtaschen die Entstehung von Infekten begünstigen.

## Wie ist bei freiliegendem Knochen vorzugehen?

Entgegen der verbreiteten Meinung ist freiliegender Knochen am Fingerendglied keine Kontraindikation für die Folienbehandlung. Allfällige lose Knochenfragmente werden in der Regel initial im Rahmen der Untersuchung in Lokalanästhesie entfernt. Selbst kleine Avulsionsverletzungen, bei denen der Knochen den Wundgrund komplett überragt, sind keine Kontraindikation. Wir konnten beobachten, dass sich der Knochen im Lauf der Heilung spontan auf das ursprüngliche Weichteil-Amputations-Niveau zurückbildet (Abb. 3 ). Insofern empfehlen wir bei solchen eindeutigen Überständen, den Knochen zum Beispiel mit einer Schere auf das Weichteilniveau zu kürzen.



Dominik Hoigné

Die Autoren haben keine finanziellen oder persönlichen Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.



**Abbildung 1**

**A)** Indikation für die Folienbehandlung.

**B)** Regenerierte Fingerkuppe mit nachgewachsenem Nagel (6 Monate später).



**Abbildung 2**

Unsere Grenze für die Indikation einer Folienbehandlung.



**Abbildung 3**

Beispiel für eine spontane Rückkürzung des Knochens im Lauf der Heilung.

**A)** Überstehender Knochen. **B)** Nach zwei Monaten überschüssige Weichteildeckung. **C)** Nach sechs Monaten umgebaute Endphalanx.



**Abbildung 5**

Die Folie muss direkt auf die Wunde gelegt werden.

Distal ein Reservoir freilassen.



**Abbildung 6**

Der Schutzverband über der Folie muss locker angelegt werden.

### Wann soll mit der Folienbehandlung begonnen werden?

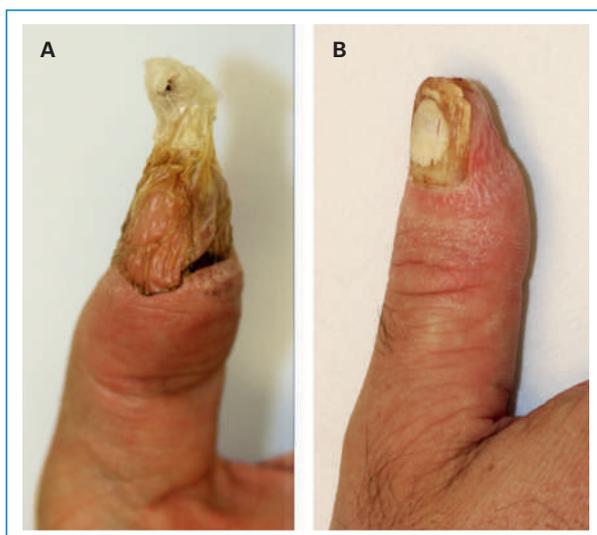
Die erste Reinigung und Inspektion erfolgt am Unfalltag, bei Bedarf in Leitungsanästhesie. Je nach Anamnese und Befund erfolgt eine radiologische Untersuchung. Bei Bedarf können ein sparsames Debridement und eventuell eine Koagulation stark blutender Gefäße vorgenommen werden. Es soll aber nie eine Eradikation eines Restnagels erfolgen, denn der Nagel bildet sich meistens sehr schön wieder und trägt wesentlich zum ästhetischen und auch funktionellen Resultat bei. Die Ausbildung eines Krallennagels bei ungenügender ossärer Abstützung ist ein viel selteneres Problem als angenommen.

Wir beginnen die Behandlung mit der OPSITE®-Folie am Unfalltag oder bei störender Blutung 1–3 Tage später, solange die Wunde noch sezerniert. Bei fraglicher Indikation können erfahrene Kollegen zum Beispiel durch Zusenden von Fotos der Verletzung konsultiert werden. Zwischenzeitlich kann die Wunde konventionell (beispielsweise mit Fettgaze) verbunden werden. Allerdings ist der erste Verbandwechsel in diesen Fällen oft schmerzhaft, der Verbandwechsel sollte im Fingerbad oder nochmals in Leitungsanästhesie erfolgen.

### Wie wird der Verband angelegt?

Am frischen Stumpf soll so wenig wie möglich gemacht werden. Auf Nähte der Haut oder des Nagelbetts sowie auf Kunstnägel wird verzichtet. Wir verwenden immer die semiokklusive OPSITE®-Folie (Smith and Nephew, London, UK) [1]. Sie hat eine «moisture vapour transmission rate» (MVTR) von  $650\text{g/m}^2/24\text{ h}$ . Ob diese Permeabilität für die Regeneration wichtig ist oder nicht, ist noch nicht bekannt.

Zur Anlage eines Folienverbands wird die Haut unmittelbar proximal der Amputationslinie etwas getrocknet. Die Wundfläche selber muss aber feucht bleiben. Die Folie wird direkt über die Wunde gelegt. Zum besseren Halt der Folie kann die Haut (nicht die Wunde!) zum Beispiel mit Wundbenzin, Skin-Prep® oder Benzoetinktur vorbehandelt werden (Abb. 4, online). Bei schlecht haftender Folie und starker Sekretion kann es zur Mazeration kommen, so dass die neue Folie schlecht haftet. Wir legen deshalb am Anfang die Folie nur sehr distal an, so dass sie nur ca. 2 cm auf der gesunden Haut klebt. Beim Verbandwechsel im Verlauf ist dann weiter proximal noch ausreichend nicht mazerierte Haut vorhanden, auf der die Folie gut klebt. Distal der Wunde soll sich unter der Folie ein kleines Reservoir bilden können



**Abbildung 7**  
Folgen eines zu eng anliegenden Verbandes (A, B).  
Bei selbsthaftenden Verbänden ist besondere Vorsicht geboten.



**Abbildung 8**  
Übelriechendes Sekret unter der Folie ist üblich.



**Abbildung 9**  
Kohleschicht zur Linderung der Geruchsemission nicht auf die Wunde, sondern von aussen auf die Folie auflegen.

(Abb. 5 ) Das Ankleben der Folie mit gleichzeitigem Entfernen der Gitterapplikationshilfe bedarf etwas Übung.

Über die Folie wird zum mechanischen Schutz und zum Tamponieren von Wundsekreten ein konventioneller Verband angelegt (Abb. 6 ) Die Verbände über der Folie müssen locker sein, sonst kommt es zu Schmerzen und zu Verformungen des Gewebes (Abb. 7 )

Die erste Kontrolle des Verbandes machen wir in der Regel nach wenigen Tagen. Ab dann soll die Folie ca. wöchentlich mit geschultem Personal gewechselt werden. Beim Verbandwechsel läuft trübe und übelriechende Flüssigkeit aus (Abb. 8 ) Das braucht am Anfang etwas Überwindung, da wir von herkömmlichen Wundbehandlungen doch andere Befunde gewohnt sind und bei solchen Sekretionen als Erstes an eine Infektion denken. Hier handelt es sich aber nicht um eine Infektion, sondern nur um eine Kolonisation. An der Wunde soll nichts gemacht werden. Es ist keine Desinfektion notwendig. Allfällige Koagel und die schmierigen Beläge können belassen werden.

Die Patienten werden nach ca. drei Wochen deutlich weniger berührungsempfindlich und gewinnen das Vertrauen in die Behandlung. Ab dann kann auch ein etwas dünnerer Schutzverband (z.B. selbsthaftende elastische Binde) über der Folie getragen werden, was den Einsatz der Hand erleichtert. Auch hier ist ganz wichtig, dass keine Kompression entsteht. Mit dem kleineren Verband kommt es weniger zum schmerzhaften Anschlagen des Fingers. Nach drei Wochen sind die meisten Patienten mit der Behandlung auch ausreichend vertraut, so dass sie die Verbandwechsel selbst mit Hilfe von Angehörigen machen können. Wichtig ist die Instruktion des Patienten zur Mobilisation der Fingergelenke.

### Sollen Antibiotika verwendet werden?

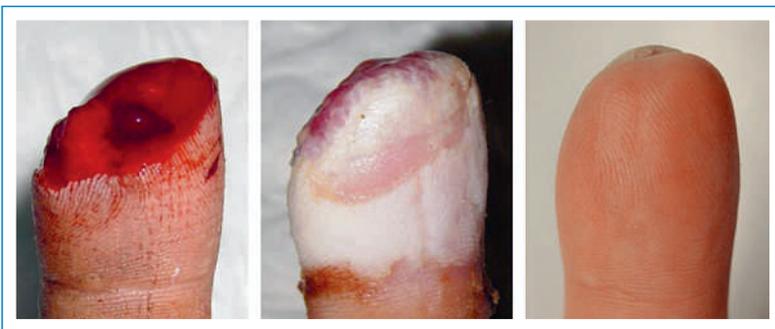
Antibiotika sind während der Folienbehandlung nicht indiziert. Unter der Folienbehandlung wird die Wunde mit verschiedensten Bakterien kolonisiert (*Corynebacterium amycolatum*, grampositive coryneforme Stäbchen, *Staphylococcus aureus/lugdunensis*, *Streptococcus anginosus*, *Bacillus sp.* etc.). Zudem verändert sich das Keimspektrum im Lauf der Behandlung. Infektionen wurden selbst bei freiliegenden Knochen oder bei Risikopatienten (z.B. Diabetes mellitus) nie beobachtet. Um die Entwicklung resistenter Keime zu vermeiden, soll auf die offensichtlich nicht notwendige Antibiotikagabe verzichtet werden.

### Was kann gegen die Geruchsentwicklung getan werden?

Die Geruchsemission entwickelt sich in der Regel innert 1–2 Wochen. Es gibt grosse individuelle Unterschiede und verschiedene Verläufe. Patienten müssen im Vorfeld darüber aufgeklärt werden. Um der Geruchsemission entgegenzuwirken, kann der Schutzverband über der Folie täglich gewechselt werden, und es kann über die



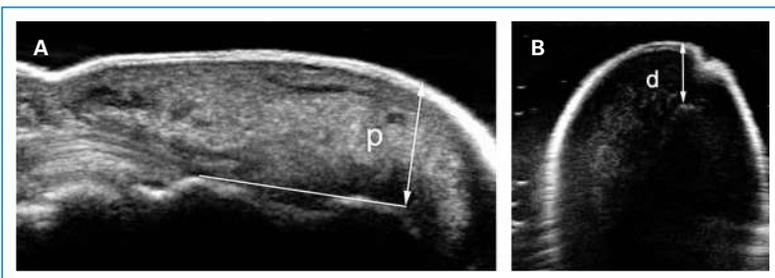
**Abbildung 11**  
Ein pyogenes Granulom (sehr selten) wird unter der Folie nie mit Epithel überwachsen. Es bildet sich nach Abschluss der Folienbehandlung spontan zurück.



**Abbildung 12**  
Verlauf bei Folienbehandlung 0, 1 und 6 Monate nach Unfall (Quelle: Hoigné, JHS).



**Abbildung 13**  
Verlauf bei Folienbehandlung 0, 2 und 6 Monate nach Unfall (Quelle: Hoigné, JHS).



**Abbildung 14**  
Messung der Weichteildicke mit Ultraschall im Wasserbad 6 Monate nach Unfall mit freiliegendem Knochen.  
A) Weichteildicke palmar.  
B) Weichteildicke distal.

Folie eine Schicht Aktivkohle (z.B. aus Carbonet® oder CarboFlex®) gelegt werden (Abb. 9 ). Beim wöchentlichen Folienwechsel soll die Haut sehr gut gereinigt werden. Wir haben begonnen, den Finger unter fließendem Wasser zu waschen. In geschlossenen Räumen können die Geruchsstoffe mit ausgelegtem Katzenstreu oder Duftsprays neutralisiert werden.

### Wann wird die Behandlung beendet?

Solange Flüssigkeit produziert wird, ist die Epithelialisierung noch nicht vollständig. Wenn die Folie beim Verbandwechsel aber auf dem ganzen Endglied anklebt und nicht mehr einfach abgeleitet, herrschen trockene Verhältnisse, und es gibt keinen Grund mehr für die Folie (Abb. 10, online). Die vollständige Epithelialisierung dauert je nach Grösse des Defekts 3–7 Wochen. Das Nagelbett epithelialisiert unter der Folie nicht, dies ist bei der Beurteilung des Therapie-Endes zu bedenken. Das Nachwachsen des Nagels wird nicht abgewartet. Der Aufbau einer dicken Hornschicht dauert einige Wochen. Solange kann das Endglied je nach Bedarf mit einem kleinen selbsthaftenden Verband mechanisch geschützt werden. Allenfalls überschüssige Gewebebildung sollte auf keinen Fall mit Silbernitrat geätzt oder gar chirurgisch abgetragen werden. Selbst ein selten beobachtetes pyogenes Granulom bedarf keiner Behandlung (Abb. 11 ). Mit Abschluss der Folienbehandlung normalisiert sich das Gewebe von selbst.

### Wie lange dauert die Arbeitsunfähigkeit?

Dauer und Ausmass der Arbeitsunfähigkeit sind abhängig von der Stellung im Beruf und der Coping-Fähigkeit, das Verletzungsmuster an sich ist sekundär. Die Behandlung erlaubt grundsätzlich eine sofortige Wiederaufnahme der Arbeit, was zum Beispiel von Landwirten geschätzt wird. Nach drei Wochen nimmt die Berührungsempfindlichkeit in der Regel deutlich ab. Die Geruchsemission kann bei gemeinsam genutzten Büroräumen oder im Verkauf ein Problem darstellen und so indirekt zu einer Arbeitsunfähigkeit führen. Bei grossem Defekt mit freiliegendem Knochen sind handbelastende Tätigkeiten (z.B. Maurer) in der Regel für 6–8 Wochen nicht zumutbar. Das Tragen von Sicherheitshandschuhen ist ebenfalls erschwert. Bei unserer Studie mit freiliegendem Knochen betrug die Arbeitsunfähigkeit im Mittel 31,5 Tage (SD 20,6). Danach arbeitete die Hälfte der Patienten wieder voll, die andere Hälfte hatte noch bis 51,3 Tage (SD 27,6) ab Unfall eine Teil-Arbeitsunfähigkeit [3].

### Was für ein Resultat kann erwartet werden?

Die Nachuntersuchung von 19 Fällen mit freiliegendem Knochen zeigte folgende Resultate (Abb. 12 und 13  [3]: Die Dicke der regenerierten Weichteile betrug palmar im Durchschnitt 5,9 mm (4,0–9,5 mm, SD 1,6) und auf der unverletzten Gegenseite 6,6 mm (5,0–9,5 mm, SD

0,8). Distal wurden 3,9 mm (2,5–9,3 mm, SD 1,7) und auf der unverletzten Gegenseite 4,4 mm (3,5–5,8 mm, SD 0,8) gemessen (Abb. 14 ). Die Zweipunkte-Diskrimination im Bereich der regenerierten Weichteile betrug im Durchschnitt 4,3 mm (2–9 mm, SD 1,8), auf der unverletzten Gegenseite 3,1 mm (2–4 mm, SD 0,8). Die Haut war praktisch narbenfrei verheilt, die Papillarlinien hatten sich wieder gebildet. In keinem Fall war es zu einer symptomatischen Infektion gekommen oder musste das Behandlungsverfahren gewechselt werden. Diese Resultate konnten inzwischen in einer grösseren Serie mit 70 Patienten bestätigt werden (Abb. 15, online) [15].

Bemerkenswert ist, dass es sich bei der vorgestellten Methode nicht um eine konservative Therapie im Sinne einer Heilung per secundam intentionem mit Narbenbildung, sondern um eine regenerative Therapie handelt.

### Warum wächst die Fingerkuppe nach?

Die narbenfreie Wundheilung wird beim Menschen nur in der frühen Embryonalzeit beschrieben. Die Entzündungsreaktion scheint in der Embryonalzeit anders als in der Adulthoodzeit abzulaufen. Wenn aber im Adultstadium ähnliche Bedingungen wie im Embryonalstadium geschaffen werden (unter anderem Neutralisation von PDGF, TGF-1 und TGF-2 und hoher Spiegel von TGF-3), gelingt eine narbenfreie Wundheilung. Möglicherweise spielt die Zusammensetzung des Exsudats tatsächlich eine entscheidende Rolle bei der Regeneration. Es wurde beschrieben, dass in Kontakt mit verwundetem Epithel auch bei Vertebraten eine Dedifferenzierung von Gewebe stattfindet, das ein regeneratives Blastom mit Mesenchymalzellen bilden kann. Aus dem Tierreich sind analoge Phänomene gemeinhin bekannt. So können etwa Eidechsen bei Gefahr den Schwanz abwerfen, ein Ersatzschwanz wächst nach. Er ist etwas kleiner und weniger schön als der erste, und interessanterweise regeneriert auch bei der Echse kein richtiger Knochen, wie beim menschlichen Finger.

### Diskussion

Obwohl die Methode der Okklusivfolienbehandlung in dieser Art schon vor 20 Jahren beschrieben wurde und die publizierten Resultate sehr gut sind, hat die Methode den Einzug in die Lehrbücher bis heute kaum geschafft. Nach wie vor wird vielerorts gelehrt, dass freiliegende

Knochen chirurgisch mit Weichteilen gedeckt und antibiotisch abgeschirmt werden müssen. Das ist grundsätzlich richtig. Wie wir gesehen haben, trifft dies aber bei Fingerendgliedern nicht zu.

Bisher gibt es noch keine prospektiv randomisierten Studien, die den Folienverband und die chirurgische Therapie verglichen haben. In Anbetracht der publizierten Resultate mit operativer Behandlung sind wir aber überzeugt, dass der Folienverband die Resultate der chirurgischen Behandlung bezüglich Funktion und Ästhetik zumindest egalisieren und einen Hebedefekt vermeiden kann [3]. Da die Methode in den Lehrbüchern fehlt, basiert das spezielle Wissen zur Okklusivfolienbehandlung grösstenteils auf eigenen «experimentellen» Erfahrungen. Das vorgestellte Behandlungskonzept soll helfen, die individuelle Lernkurve steiler ansteigen zu lassen und Behandlungsfehler zu vermeiden – auch wenn eigentliche Komplikationen nur in zwei Fällen (1%) auftraten, lokal begrenzt blieben, ambulant behandelt werden konnten und keinen Einfluss auf das Endresultat hatten.

Im Aufklärungsgespräch für die Folienbehandlung sollen besonders drei Punkte erwähnt werden: Die Harmlosigkeit der Sekretion, die Geruchsemission und die Arbeitsunfähigkeit. Damit der Patient die interdisziplinäre Behandlungskette problemlos durchlaufen kann, soll die Methode der Folienbehandlung nicht nur Handspezialisten, sondern auch anderen Kollegen, insbesondere Notfallmediziner und Hausärzten bekannt gemacht werden. Durch die Verbreitung von Smartphones ist auch die Telemedizin alltagstauglich geworden, bei Unsicherheit können mit ein paar Fotos jederzeit Kollegen um Rat gefragt werden. Dank solcher Fragen konnte auch dieses Behandlungskonzept entwickelt werden.

---

#### Korrespondenz:

Dr. med. Dominik Hoigné  
Klinik für Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie  
Rorschacher Strasse 95  
CH-9007 St. Gallen  
[dominik.hoigne\[at\]bluwin.ch](mailto:dominik.hoigne[at]bluwin.ch)

---

#### Literatur

- 1 Mennen U, Wiese A. Fingertip injuries management with semi-occlusive dressing. *J Hand Surg Br.* 1993;18:416–22.
- 2 Richter M. Fingerkuppeldefekte: Ersetzt der Semiokklusivverband die Lappenplastik? *Obere Extremität.* 2010;1:6–13.
- 3 Hoigné D, Hug U, Schürch M, Meoli M, von Wartburg U. Semi-occlusive dressing for the treatment of fingertip amputations with exposed bone: quantity and quality of soft-tissue regeneration. *J Hand Surg.* 2013;Eur Vol: Epub ahead of print.
- 4 Meoli M, Hoigné D, Riml S, Zimmermann C, Grünert J. Behandlung von 70 Fingerkuppenamputationen mit der Semiokklusivverband-technik. Jahrestagung SGPRAC-SSCPRE, Locarno, Switzerland; 2013.