

# WUNDE MANAGEMENT

## Sonderdruck

*W. Wetzel-Roth | I. Hoffmann-Tischner, G. Kostka,  
K. Kröger, M. Seifert, L. Stemler, T. Väh*

*Einsatz von mechanisch betriebenen Geräten  
zur Unterdruckwundtherapie (dNPWT) bei  
Patienten mit akuten und chronischen Wunden -  
Ergebnis einer Konsensus-Konferenz*

*WUNDmanagement 2019; 13(3): 138-148*

## KONSENSUS

# Einsatz von mechanisch betriebenen Geräten zur Unterdruckwundtherapie (dNPWT) bei Patienten mit akuten und chronischen Wunden – Ergebnis einer Konsensus-Konferenz

W. Wetzel-Roth, I. Hoffmann-Tischner, G. Kostka, K. Kröger, M. Seifert, L. Stemler, T. Väth

## Korrespondierender Autor

Dr. med. W. Wetzel-Roth,  
Chirurg, Thorax-Kardio-  
vaskularchirurgie, Belegarzt  
Wertachkliniken, Krankenhaus  
Schwabmünchen  
Praxis Dr. Wetzel-Roth  
Hindenburgstraße 1  
86807 Buchloe  
E-Mail: [info@wetzel-roth.de](mailto:info@wetzel-roth.de)

## Interessenkonflikt

Die vorliegende Publikation wurden seitens des Unternehmens KCI finanziell unterstützt.

## Zitierweise

W. Wetzel-Roth, I. Hoffmann-Tischner, G. Kostka, K. Kröger, M. Seifert, L. Stemler, T. Väth, Einsatz von mechanisch betriebenen Geräten zur Unterdruckwundtherapie (dNPWT) bei Patienten mit akuten und chronischen Wunden – Ergebnis einer Konsensus-Konferenz. WUNDmanagement 2019; 3: 138-148.

## Manuskriptdaten

Eingereicht: 05.04.2019  
Revidierte Fassung  
angenommen: 11.04.2019

## Vorwort

Die Angebotsvielfalt zur Unterdruckwundtherapie (NPWT) hat wie nie zuvor zugenommen [4]. Sie stellt klinisch tätige Anwender und die Entscheider der Kostenträger vor die Wahl, welches Produkt zur Wundversorgung in welcher Situation einzusetzen ist.

Das NANOVA™ Therapy System und das SNAP™ Therapy System (KCI, Acclivity) sind zwei mechanisch betriebene Produkte zur Unterdruckwundtherapie, die das Angebot der elektrisch betriebenen Systeme öffnen und – im richtigen klinischen Kontext eingesetzt – Vorteile versprechen können [4].

Eine Gruppe von Anwendern mit Expertise traf sich 2017 und 2018, um den Stellenwert dieser Produkte für die kli-

nische Tätigkeit einzuordnen und die Situation der ambulanten Anwendung der Unterdruckwundtherapie sowie der Überleitung aus der stationären in die ambulante Versorgung mit diesen Produkten kritisch zu beleuchten.

Erklärtes Ziel der Gruppe ist es, klinisch Tätigen eine Übersicht über die Unterschiede der NPWT-Systeme zu geben sowie eine Entscheidungshilfe in Form von Flußdiagrammen, um das richtige Produkt zu wählen. Es erschien unerlässlich, eigentlich bekannte Behandlungsprinzipien der NPWT aufzuführen, ebenso wie die derzeitige Evidenz- und Rechtslage, in der die Wundversorgung im Rahmen der gesetzlichen Krankenversicherung in Deutschland stattfindet. Vor diesem Hintergrund ist die folgende Stellungnahme entstanden.

## Ausgangslage

Jede Wunde stellt eine Verletzung der körperlichen Integrität dar, die mit einer Einschränkung der Lebensqualität einhergeht. Neben den medizinischen Herausforderungen, die sich bei der Therapie von Patienten mit akuten und chronischen Wunden stellen, entstehen durch die lange andauernde Behandlung hohe Kosten für die Krankenversicherung, ferner auch hohe gesellschaftliche Kosten durch Arbeitsunfähigkeit oder Frühberentung.

Der Begriff „chronische Wunde“ ist uneinheitlich definiert. Die Arbeitsgruppe des Expertenstandard zur Pflege von Menschen mit chronischen Wunden spricht von einer chronischen Wunde, wenn bei optimaler Therapie nach vier bis zwölf Wochen keine Heilungstendenz zu erkennen ist [18].

### W. Wetzel-Roth

Dr. med., Chirurg, Thorax-Kardiovaskularchirurgie, Belegarzt Wertachkliniken, Krankenhaus Schwabmünchen

### I. Hoffmann-Tischner

Krankenschwester und Pflegetherapeutin Wunde ICW, Kölner Pflegedienst & Wundmanagement Köln

### G. Kostka

Manager, DAK-Gesundheit, Referat für Gesundheits- und Versorgungsmanagement, Schwerpunkt Projekt „Chronische Wunden“

### K. Kröger

Prof. Dr. med., Arzt für Innere Medizin, Angiologie, Chefarzt, Helios-Klinikum Krefeld

### M. Seifert

Gesundheits- und Krankenpflegerin, Fachtherapeutin Wunde ICW, Wundmanagement, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

### L. Stemler

Dr. med., Arzt für Innere Medizin, Diabetologie, Diabetologikum, Ludwigshafen

### T. Väth

Tina Väth, Gesundheits- und Krankenpflegerin, Pflegetherapeutin Wunde ICW, Würzburg

Demgegenüber sieht die Fachgesellschaft Initiative Chronische Wunden (ICW) einen Heilungsprozess, der acht Wochen oder länger andauert, als Kennzeichen einer chronischen Wunde an [2].

Unabhängig von dieser zeitlich orientierten Definition gibt es Wunden, die von Beginn an als chronisch anzusehen sind, da ihre Behandlung eine Therapie der weiterhin bestehenden Ursache erfordert. Hierzu gehören beispielsweise das Diabetische Fußsyndrom, Wunden bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit, das Ulcus cruris venosum oder der Dekubitus [2]. Wundheilung ohne Kausaltherapie dieser zugrundeliegenden Erkrankung ist in der Regel nicht möglich. In Deutschland gibt es derzeit keine umfassende evidenz- und konsensbasierte Handlungsempfehlung zur Behandlung chronischer Wunden mit einem für alle beteiligten Disziplinen und Professionen handhabbaren Behandlungsalgorithmus.

Die interdisziplinäre und interprofessionelle Zusammenarbeit sowie die transsektorale Vernetzung in Deutschland sind bislang nicht optimal. Es bestehen Versorgungsbrüche sowie Optimierungspotenzial im Schnittstellenmanagement [1, 3]. Somit besteht aktuell ein deutlicher Verbesserungsbedarf in der Versorgung von Menschen mit chronischen Wunden.

Vor diesem Hintergrund beschreibt das vorliegende Konsensus-Papier den Nutzen der Unterdruck-Wundtherapie (engl. Negative Pressure Wound Therapy = NPWT) über ihren klassischen Einsatz als krankenhausbundene Therapieform hinausgehend sowie den Stellenwert von mechanisch betriebenen NPWT-Einwegsystemen (disposable NPWT = dNPWT).

Wegen der derzeitigen rechtlichen Reglementierung in der kassenärztlichen Regelversorgung erscheint es den Unterzeichnern darüberhinausgehend zwingend notwendig, bisher in der wissenschaftlichen Literatur der NPWT und Anwendern bekannte Aspekte erneut zu formulieren.

### Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) - Unterdruckwundtherapie - Definition

NPWT impliziert die kontinuierliche oder intermittierende Applikation von subatmosphärischem Druck auf die Oberfläche einer Wunde, um die Wund-

heilung zu induzieren und die Zeit bis zum Verschluss der Wunde zu reduzieren [6, 7].

Sie wird als Methode der temporären Weichteildeckung zur Wundbettpräparation in der Überbrückung bis zum sekundären Wundverschluss oder der operativen Defektdeckung eingesetzt [23].

Demzufolge sind die Vakuumtherapie-spezifischen OPS-Kodes 5-916.a0-ax im offiziellen deutschen Operationsverzeichnis im Kapitel der temporären Weichteildeckung (5-916ff) eingeordnet [24].

Die NPWT ist eine effiziente und etablierte Behandlungsform bei einer Vielzahl akuter, komplizierter, komplexer sowie chronischer Wunden unterschiedlichster Ätiologien, Ursachen und Lokalisationen mit einem seit den 1990ern sich stetig erweiternden Indikationsspektrum [5]. 2016 wurde sie in Deutschland bei mehr als 189.000 stationär behandelten Patienten eingesetzt (Statistisches Bundesamt: Zahl der abgerechneten Fälle 2016: temporäre Weichteildeckung: 5-916 n = 187510)[25].

Das bedeutet, dass etwa jeder 200ste Patient im Krankenhaus mit einer NPWT versorgt wurde [5].

Eine Reihe von klinischen Effekten, die die Heilung stimulieren, sind für die NPWT bekannt. Im Konsensus-Dokument der EWMA 2017 [14] werden Wirkungen der NPWT auf die Wunde wie folgt beschrieben:

- Verringerung der Wundgröße
- Erhöhte Durchblutung der Wunde
- Entfernung überschüssiger Flüssigkeit und reduziertes Gewebeödem
- Stimulation des Granulationsgewebes, was zu einem fortschreitenden Wundverschluss führt
- Erhöhte Zellproliferation
- Entfernung von freien Radikalen aus der Wunde<sup>1</sup>
- Wundreinigung<sup>2</sup>/Entfernung von angetrocknetem Exsudat, Blut und Zellresten
- Schutz vor äußeren Verunreinigungen und Verringerung der bakteriellen Keimbelastung
- Aufrechterhaltung der feuchten Wundheilungsumgebung

<sup>1</sup> Neben anderen postulierten und nachgewiesenen Wirkmechanismen der NPWT gehört die Entfernung von freien Radikalen aus der Wunde zu diesen Effekten.

<sup>2</sup> Sinngemäß übersetzt aus dem englischen EWMA-Dokument, dort Debridement.

- Reduziertes Wundbetttrauma
- Lebensqualitätsfördernd: kein Auslaufen von Exsudat, keine Verschmutzung der Kleidung, kein Wundgeruch

### Entwicklung der NPWT-Systeme

In den letzten 30 Jahren wurden die NPWT-Systeme stetig weiterentwickelt. Initial unregelmäßig mechanische Systeme wurden in den 1990ern durch elektrisch angetriebene, elektronisch gesteuerte Systeme ersetzt. Diese wurden danach durch die Technik der automatisierten Flüssigkeitsinstillation zur Infektbehandlung ergänzt. Später kam die erweiterte Anwendung der NPWT zur Prävention bei intendiertem primärem Wundschluss hinzu. Hierbei wird vor allem der ödemreduzierende Effekt der NPWT ausgenutzt. Technisch gesehen nehmen die neuerdings zur Verfügung stehenden mechanisch betriebenen Systeme eine Stellung als Bindeglied zwischen hydroaktiven Wundauflagen einerseits und der klassischen NPWT andererseits ein.

### Unterschiede der NPWT-Systeme

#### Klassische NPWT - elektrisch angetrieben und elektronisch gesteuert

Die elektrischen arbeitenden Systeme (z. B. ACTIV.A.C.™ Therapy System der Firma KCI, Texas, USA) bestehen aus einem als Wundfüller eingesetzten Material (verschieden konfigurierte Schwämme aus Polyurethan oder Polyvinylalkohol, Schwämme mit antimikrobieller Silberbeschichtung, Kerlix™-Gaze), einer semipermeablen, wasserdampfdurchlässigen Wundabdeckung mit integriertem Drainageschlauch und einer elektrisch angetriebenen, als Therapieeinheit bezeichneten Sogquelle. Die Wunde und die Wundfüllmaterialien können theoretisch beliebig groß sein. Auch sehr große Wunden an Rumpf und Thorax oder Wunden, die eine gesamte Extremität umfassen, können so behandelt werden. Es können mehrere Wunden einzeln abgedeckt und mit Brückentechnik mit der gleichen Therapieeinheit versorgt werden. Die Therapieeinheit kann in einem Druckbereich schrittweise bis zu -200 mmHg eingestellt werden, wobei herstellerseitig die Standard-Unterdruckeinstellung bei -125 mmHg liegt. Die abgeleitete Exsudatmenge kann bis

zu 1000 Millilitern betragen, bevor ein Behälterwechsel erfolgen muss. Die elektronische Steuerung beinhaltet eine ausgeklügelte Sensorik, die über eine wundnahe Sogstärkenmessung (SENSAT.R.A.C.™ Technology, KCI, Texas, USA) jeden Druckabfall bzw. jede Sogschwankung meldet. Geringe Sogverluste werden automatisch korrigiert, so dass der eingestellte Unterdruck dauerhaft sichergestellt wird. Zur Bedienung eines elektrisch angetriebenen, elektronisch gesteuerten Systems ist geschultes Personal notwendig, das 24 Stunden erreichbar sein muss.

Die Therapiemaßnahme der Unterdruckwundtherapie von Problemwunden kann auch bei schwerkranken Patienten ambulant erfolgreich und mit dauerhaftem Effekt durchgeführt werden [11]. Zu den infrastrukturellen Voraussetzungen zählen selbstverständlich in der Anwendung der NPWT erfahrene und geschulte ambulant tätige Ärzte, OP-Zentren und Pflegedienste [26].

Im Jahr 2004 wurden 159 multimorbide Patienten ambulant mit der damals kommerziell ausschließlich verfügbaren NPWT V.A.C.®-Therapy (V.A.C. = VACUUM ASSISTED CLOSURE™) behandelt und 2006 nachuntersucht [11]. Die von Kostenträgerseite vorgegebene Fragestellung war, ob der Effekt der V.A.C.®-Therapy bei ambulanter Anwendung ebenso besteht wie bei stationärer, ob er dauerhaft ist, wie hoch die Versagensquote der Therapie und wie hoch die Früh-Rezidivquote ist. 68 %

(108 von 159) der Patienten mit Problemwunden und Multimorbidität, die den Nachbeobachtungszeitraum von 1 Jahr überlebt hatten, waren vollständig und dauerhaft, d. h. über 1 Jahr anhaltend abgeheilt. Bei weiteren 20 % (n = 32) war die Wundheilung zum Untersuchungstag absehbar, aber noch nicht vollständig erreicht. Bei 12 (n = 19) war die Therapie im Sinn kompletter Abheilung nicht erfolgreich, sondern musste beispielsweise wegen Amputation (bei arterieller Gefäßverschlusskrankheit) oder anderer Gründe in Bezug zur fortschreitenden Grunderkrankung beendet werden.

Bei 21 % (n = 34) der Patienten war die V.A.C.®-Therapy als Brücke zu einer plastischen Deckung (Hauttransplantation, Sekundärnaht u. a. operative Verfahren) verwendet worden.

Im Gegensatz zu der beschriebenen konventionellen NPWT kommt die klinisch bedeutsame Variante der NPWT mit integrierter Flüssigkeitsinstillation (NPWTi-d), die besonders zur Wundreinigung infizierter oder fibrinbelegter Wunden verwendet wird, bisher nur unter stationären Bedingungen zum Einsatz. (Aktuell steht hier das V.A.C. ULTA™ Therapy System mit der VERAFLOR™-Technology der Firma KCI zur Verfügung).

**Mechanisch betriebene Geräte - disposable NPWT (dNPWT)**

Die neueren, mechanisch betriebenen kleineren Systeme (SNAP™ Therapy

System und NANOVA™ Therapy System der Firma KCI, Texas, USA) werden vom Hersteller als dNPWT (disposable Negative Pressure Wound Therapy) bezeichnet.

Diese Geräte werden in Kombination mit Schwamm und einer Wundaufgabe vertrieben. Beim SNAP™ Therapy System ist dies ein Randhydrokolloid, beim NANOVA™ Therapy System ein Superabsorber, integriert in eine semipermeable, luftdichte Wundabdeckung. Angeschlossen wird daran ein Federdruck-System, das durch manuelle Volumenverschiebung den Unterdruck erzeugt. Diese mechanischen Systeme haben keine Möglichkeit der elektronischen Drucküberwachung und Fehlermeldung. Zur Überwachung des Sogs dienen optische Marker, die auf den Systemen abgelesen werden können. Der Sog kann über die mechanische Sogquelle jederzeit manuell auch vom Patienten selbst wiederhergestellt werden. Die Anwendungsmöglichkeiten sind durch die Größe der zur Verfügung stehenden Schwämme, der Höhe des einzustellenden Unterdrucks und der möglichen aufzunehmenden Exsudatmenge definiert und grenzen sich damit von den elektronisch gesteuerten elektrisch angetriebenen Systemen deutlich ab.

Das SNAP™ Therapy System lässt verschiedene Unterdruckstärken (-75 mmHg, -100 mmHg und -125 mmHg) zu. Die aufnehmbaren Exsudatmengen betragen 60 oder 150 ml. Die maximale Größe der Wunde hängt von den zur Verfügung stehenden Dressinggrößen ab. Die Wunde sollte nach Herstellerangaben allerdings eine Tiefe von 3 cm nicht überschreiten (Tab. 1). Beim NANOVA™ Therapy System wird ausschließlich eine Sogstärke von -125 mmHg erzeugt. Die Wundaufgabe, bestehend aus einem Superabsorber, stellt hier gleichzeitig den Aufnahmebehälter für das Exsudat dar und nimmt auch bei Ausfall des Unterdrucks weiter Exsudat auf. Die superabsorbierende Wundaufgabe bietet so einen Schutzmechanismus. Sie kann mit einem granulationsfördernden Schwamm bis zu einer Wundtiefe von maximal 2 cm kombiniert werden. Der Einsatz des Systems ist auch hier durch die zur Verfügung stehenden Wundaufgaben limitiert (Tab. 2). Das NANOVA™ Therapy System ist für oberflächlichere Wunden entwickelt worden und außerdem für den Übergang von der Granulationsphase zur Epithelisie-

**Tabelle 1: Herstellerangaben zum Unterdruck, Fassungsvermögen der Kartusche und den Dimensionen der Wunden für das SNAP™ Therapy System der Firma KCI**

SNAP™ Therapy System Kartuschen		
Kartuschen und Unterdruck-Varianten	Fassungsvermögen	Maximale Einsatzdauer
SNAP™ Therapy System -125 mmHg	60 ml	7 Tage
SNAP™ Therapy System -100 mmHg	60 ml	7 Tage
SNAP™ Therapy System -75 mmHg	60 ml	7 Tage
SNAP PLUS™ Therapy System -125 mmHg	150 ml	7 Tage
SNAP™ Therapy System Dressings		
Größe*	maximale Wundgröße	maximale Wundtiefe
15 x 15 cm	13 x 13 cm	3 cm
10 x 10 cm	8 x 8 cm	3 cm
Bridge Dressing 14 x 11 cm	8 x 8 cm	3 cm

\*Inzwischen bietet die Firma KCI ein weiteres Dressing der Größe 20 x 20 cm mit maximaler Wundgröße 18 x 18 cm an, welches zum Zeitpunkt des Consensus Meetings noch nicht zur Verfügung stand

**Tabelle 2: Herstellerangaben zum Fassungsvermögen des Superabsorbers, welcher bei diesem System zur Exsudataufnahme dient, und den Dimensionen der Wunden für das NANOVA™ Therapy System der Firma KCI**

NANOVA™ Therapy System Therapieeinheit					
Therapieeinheit Unterdruck	Maximale Einsatzdauer				
NANOVA Theray System™ -125 mmHg	30 Tage				
NANOVA™ Therapy System Dressings					
Größe Dressing	Größe Wundkissen	maximale Wundgröße	maximale Wundtiefe	Fassungsvermögen mit Unterdruck	Fassungsvermögen ohne Unterdruck
18 x 14 cm	10 x 6 cm	8 x 4 cm	2 cm	< 25 ml	< 56 ml
18 x 18 cm	10 x 10 cm	8 x 8 cm	2 cm	< 40 ml	< 94 ml
18 x 28 cm	10 x 20 cm	8 x 18 cm	2 cm	< 60 ml	< 188 ml

ung geeignet, was eine Erweiterung des Einsatzgebietes darstellt, da konventionelle NPWT für die Epithelisierung als ungeeignet gilt.

### Klinische Indikationen und Kontraindikationen für eine NPWT und dNPWT

NPWT oder dNPWT sollten nie unkritisch eingesetzt werden. Eine effiziente Wundbehandlung berücksichtigt sowohl die Gesamtheit des Patienten mit seinen spezifischen Problemen und Kofaktoren und Komorbiditäten als auch die Besonderheiten der Wunden. Vor Anwendungsbeginn einer jeden NPWT oder dNPWT ist die kausale Therapie der wundheilungshemmenden Ursachen einzuleiten (s. Abb. 1).

Dies impliziert, dass zu einem Behandlungskonzept immer die Klärung und Therapie der Ätiologie gehört. Vor diesem Hintergrund sind die klinischen Indikationen für den Einsatz einer NPWT und dNPWT vielschichtig und zeigen in der Praxis für die Anwendung der verschiedenen Systeme fließende Übergänge. Sie sind auch in einem Konzept der phasengerechten Wundversorgung, wie es der Expertenstandard „Pfleger von Menschen mit chronischen Wunden“ in der Aktualisierung 2015 fordert [18], als eine folgerichtige Möglichkeit einzusetzen.

Zu den „klassischen“ Indikationen gehören neben verschmutzten, kontaminierten akuten Wunden [23] chronische Wunden, deren Heilung stagniert und/oder schwer heilbare Wunden („hard-to-heal wounds“), die auf die Standardwundtherapie nicht adäquat angesprochen haben.

NPWT kann bei jeder Wunde erwogen werden, die

- unter Standardwundbehandlung im erwarteten Zeitrahmen keine Entwicklung in Richtung Heilung aufweist,
- hohe Volumina von Exsudat und/oder Exsudat von höherer Viskosität produziert, welches mit Standardwundtherapie schwer zu behandeln ist,
- eine Reduktion der Wundvolumina benötigt, um einen (verzögerten) primären chirurgischen Wundschluß oder eine Sekundärheilung zu erreichen [35].

Grundsätzlich gilt, dass immer dann, wenn eine Wunde mit einem semiokklusiven oder okklusiven Verbandsmaterial abgedeckt werden kann, auch die Anwendung einer NPWT bzw. dNPWT möglich ist (Abb. 1).

Klassische Kontraindikationen für semiokklusive Verbände sind ein unzureichendes Debridement mit größeren Nekrosen, eine sich unkontrolliert ausbreitende Infektion, Mazerationen der Wundumgebung oder ulzerierende Tumore. In diesen Fällen würde man zur Wundabdeckung aber auch keine semiokklusiven Verbände wie Hydrokolloide, Schaumverbände mit Border oder okklusive Folienverbände einsetzen (12, 13, 16).

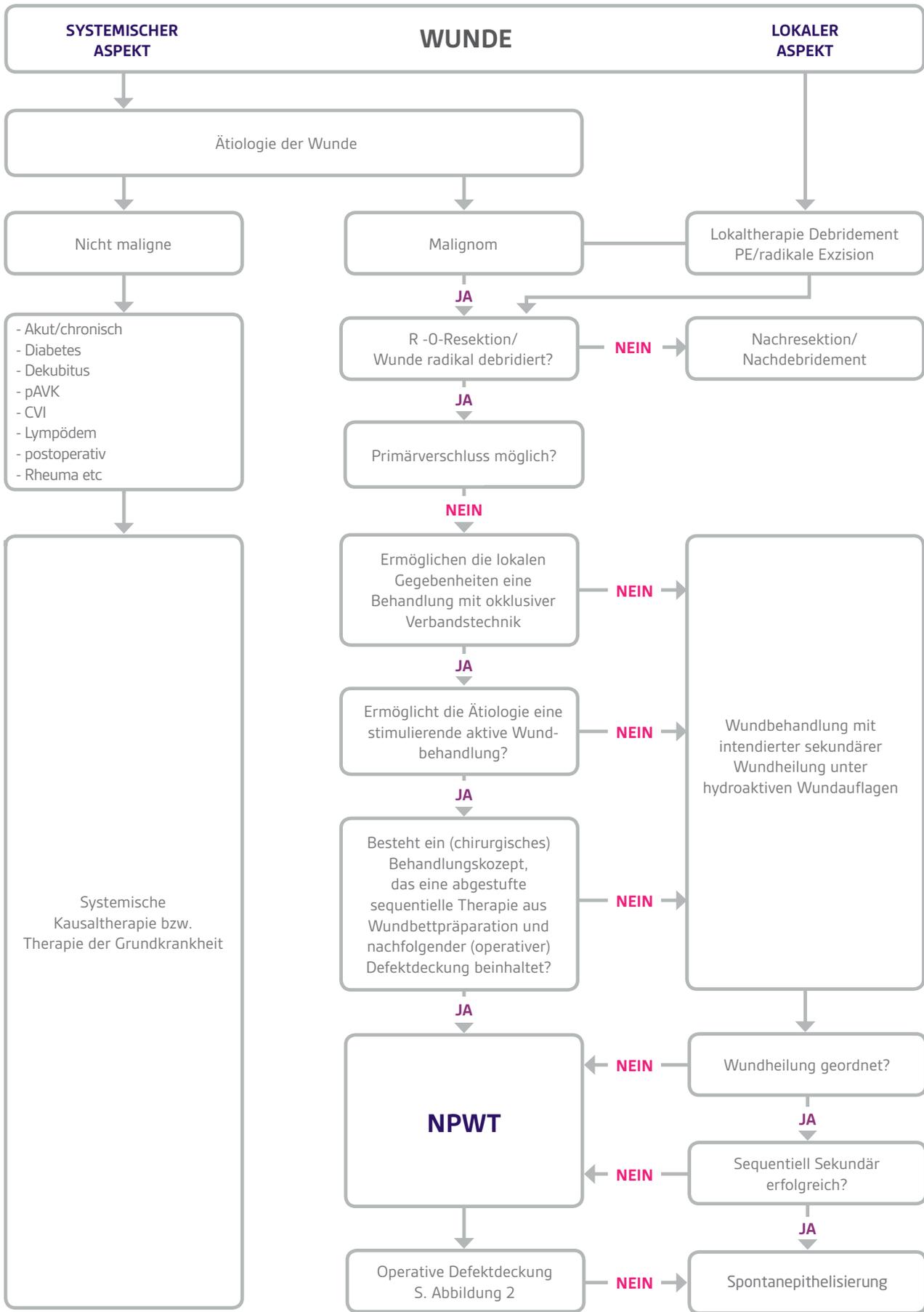
Im Gegensatz zu den passiv wirksamen Wundaufgaben hat jedoch die NPWT als Alleinstellungsmerkmal, dass sie durch den negativen Druck ein physikalisches Behandlungskonzept darstellt, das Exsudat aktiv ableitet, Exsudatstau vermeidet und die Wunden mechanisch stimuliert [20]. Durch diesen mechanischen Stress wird die Wundheilung aktiv angeregt [20, 27, 28, 29, 30]. NPWT führt zu einer evident [31] schnelleren Ausbildung von Granulati-

ongewebe und verkürzt die Behandlungszeit bis zum definitiven Wundschluss.

### Vorteile und Nutzen einer mechanisch betriebenen Unterdruckwundtherapie: dNPWT-Anwendung

Grundsätzlich können Wunden mit den verschiedenen, vielfältig zur Verfügung stehenden Wundaufgaben versorgt werden. In der Abgrenzung zu konventionellen und modernen Wundaufgaben zeigen die dNPWT-Systeme Ihre Vorteile und Stärken besonders bei Wunden in der Exsudations- sowie der Granulationsphase, vor allem, wenn diese noch etwas Zeit brauchen, um Granulationsgewebe zu produzieren und/oder noch Exsudat erzeugen [4] (Abb. 1; Abb 2).

Im Vergleich zu modernen Wundaufgaben weisen dNPWT-Systeme außerdem Vorteile auf, die mit den Begriffen Stärkung der Mobilität [4, 10] der Patiententeilhabe [10, 11] und Selbstpflegekompetenz sowie Anwendersicherheit und hygienisches Arbeiten [8] charakterisiert werden. Nach den Vorgaben des RKI müssen NPWT- und dNPWT-Verbandwechsel unter sterilen Kautelen bzw. nach dem non-touch-Prinzip stattfinden. Die Produkte gewährleisten die Anforderungen an sterile Kautelen gerade unter hygienisch schwierigen ambulant-häuslichen Bedingungen. Wie bei konventionellen Verbänden mit Wundaufgaben schließt die Anwendung der NPWT- und dNPWT-Systeme zwingend auch den notwendigerweise zu vergütenden Verbandwechsel ein. (s. auch im folgenden unter „Erstattungsfähigkeit der NPWT und ökonomischer Nutzen“.)



**Abb. 1** Algorithmus der schrittweisen Wundbehandlung und zur Frage, unter welchen Voraussetzungen eine NPWT angewandt werden kann. Der Algorithmus orientiert sich an dem Algorithmus über die Voraussetzung zur Anwendung okklusiver Verbände [16].

Durch das Fehlen des elektrischen Antriebs der Therapieeinheit sind die mechanisch betriebenen Systeme leicht und erlauben besonders im ambulanten Bereich eine größere Mobilität, ohne dass Sogverluste wegen Energieerschöpfung der Akkus der elektrisch angetriebenen Therapieeinheit zu befürchten wären. Insgesamt sind die mechanischen Systeme einfach in der Handhabung und erfordern einen geringeren Schulungsaufwand für den Anwender [4]. Allerdings können Wunden in Körperhöhlen (Abdomen, Thorax) mit diesen kleinen mechanischen Systemen auf Grund ihrer Konfiguration nicht behandelt werden.

In der Effektivität scheint dabei das mechanische dNPWT SNAP™ Therapy System dem elektrisch angetriebenen – passende (kleine) Wundgröße vorausgesetzt – nicht unterlegen zu sein.

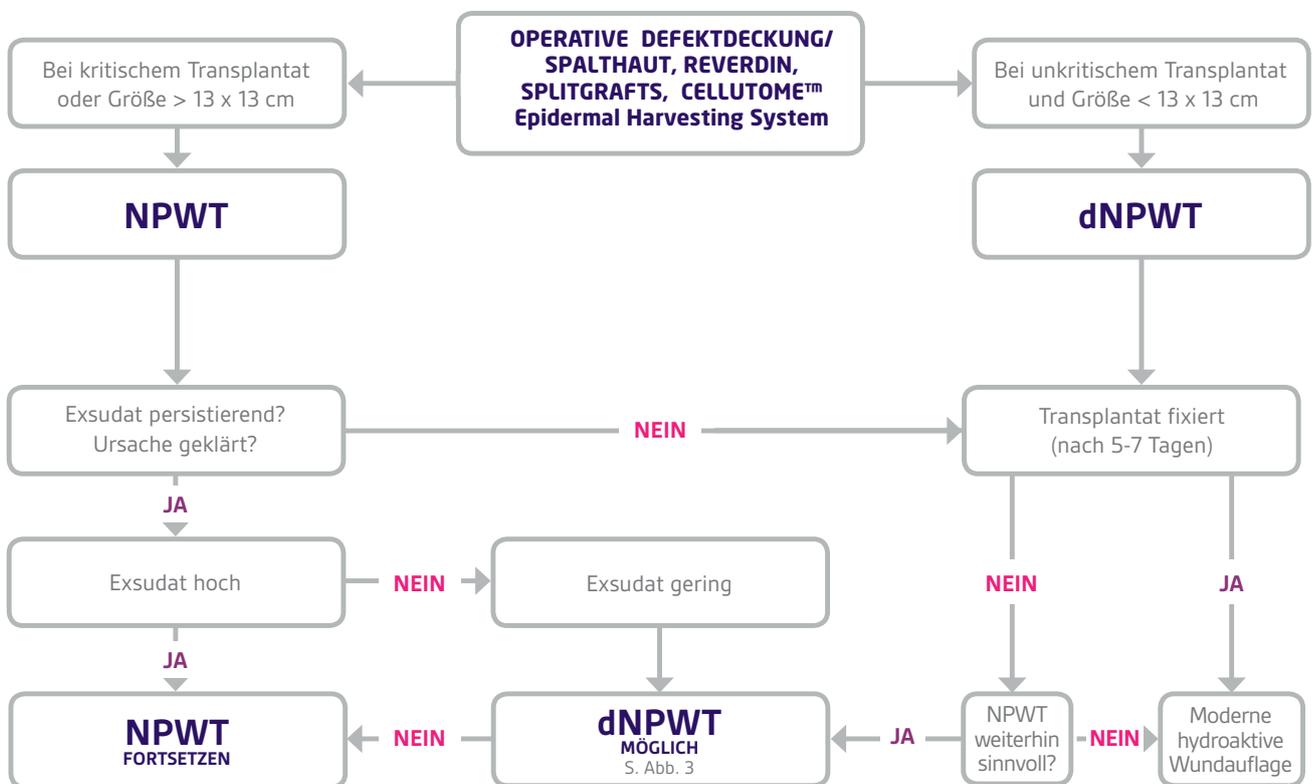
Eine prospektive, randomisierte und kontrollierte Studie mit 132 Patienten über 16 Wochen konnte zeigen, dass die mechanisch betriebene dNPWT mit dem SNAP™ Therapy System in der Wirkung keinen Unterschied zur elektrisch angetriebenen NPWT zeigte, aber gleichzeitig die Lebensqualität der

betroffenen Patienten weniger beeinflusst [9]. Eingeschlossen wurden Patienten mit nicht-infizierten, nicht-ischämischen, nicht-plantaren diabetischen und venösen Wunden. Primärer Endpunkt war die Reduktion der Wundgröße nach 16 Wochen. Die Kaplan-Meier-Analyse zeigte zu allen Zeitpunkten keinen signifikanten Unterschied beim vollständigen Wundverschluss zwischen dNPWT- und NPWT-behandelten Patienten. Patienten, die eine dNPWT-Behandlung erhielten, berichteten von weniger Auswirkungen auf ihren Alltag durch seltenere Schlafunterbrechung, einen geringeren Lärmpegel, weniger Einfluss auf ihre soziale Situation und eine höhere Mobilität im Vergleich zu den mit NPWT behandelten Patienten.

Bei der Gruppe der in oben genannter Studie eingeschlossenen 40 Patienten mit venösen Ulzera verglich eine weitergehende Untersuchung dNPWT und NPWT [10]. Zu erwähnen ist hierbei, dass die Wunden in der NPWT-Gruppe bei Therapiebeginn im Durchschnitt größer waren als in der dNPWT-Gruppe. Primärer Endpunkt war die Reduktion der Wundgröße. Bei diesen Patienten schnitt die dNPWT besser

ab als die NPWT. Nach 30 Tagen konnte eine Reduktion der Wundfläche um 50% bei 52,6% (10/19) der mit dNPWT und 23,8% (5/21) der mit NPWT behandelten Patienten beobachtet werden. Am 90. Tag lag bei 57,9% (11/19) der mit dNPWT und 38,15% (8/21) der mit NPWT behandelten Patienten ein kompletter Wundverschluss vor. Die Autoren erklären die Unterschiede nicht durch eine andere Wirkung der dNPWT, sondern durch eine bessere klinische Umsetzung. So konnte das dNPWT-System jederzeit auch zu Hause gewechselt oder ersetzt werden. Demgegenüber musste der Patient zum Wechsel des elektronisch gesteuerten, elektrisch angetriebenen NPWT-Systems jeweils die Klinik aufsuchen. Die Patienten mit dem dNPWT-System waren im Alltag mobiler und auch häufiger aktiv, was gerade für die venöse Funktion wichtig ist. Zusammenfassend ließ sich eine Steigerung der Patientenmobilität durch die Anwendung von dNPWT feststellen.

Die Mitglieder der Konsensus-Gruppe sehen den klinischen Nutzen der dNPWT anwenderseitig in folgenden Aspekten:



**Abb. 2** Algorithmus: Anwendung einer NPWT bei und nach operativ-chirurgischer Defektdeckung und zur Wahl zwischen dNPWT- und NPWT-Systemen.

- Verringerung der Keimverschleppung durch geschlossenes System
  - geringer Schulungsaufwand (Patient, Angehörige, Pflegefachkraft, Arzt)
- Zusätzlich können die Patienten durch die Verbesserungen der individuellen Lebensqualität in folgenden Aspekten profitieren:
- Mobilität
  - Teilhabe am sozialen Leben
  - Adhärenz
  - Wiedererlangung oder Erhaltung der Selbstpflegekompetenz

### Behandlungsalgorithmus

Die NPWT/dNPWT kann bei allen Patienten mit Wunden in Betracht gezogen werden, die keine klaren Kontraindikationen aufweisen. Sie sollte gezielt und möglichst frühzeitig im Rahmen eines klar definierten Behandlungsprozesses für einen Zeitraum von Tagen bis zu mehreren Wochen eingesetzt werden, um den Prozess der Wundheilung aktiv zu beeinflussen. Vor Anwendung der NPWT/dNPWT wird grundsätzlich ein

sorgfältiges Debridement empfohlen (Abb. 1). Dieses muss in der Praxis im Verlauf der Behandlung chronischer Wunden wiederholt werden. Durch den regelmäßig erforderlichen Wechsel des Schwamms werden Exsudat und anhaftender Zelldetritus im Sinne einer Wundreinigung entfernt und die Zellproliferation angeregt.

Die Anwendung von dNPWT ist im Gegensatz zu elektrischen Systemen der NPWT durch Wundgröße und Exsudatmenge klar limitiert. Bei geeigneten

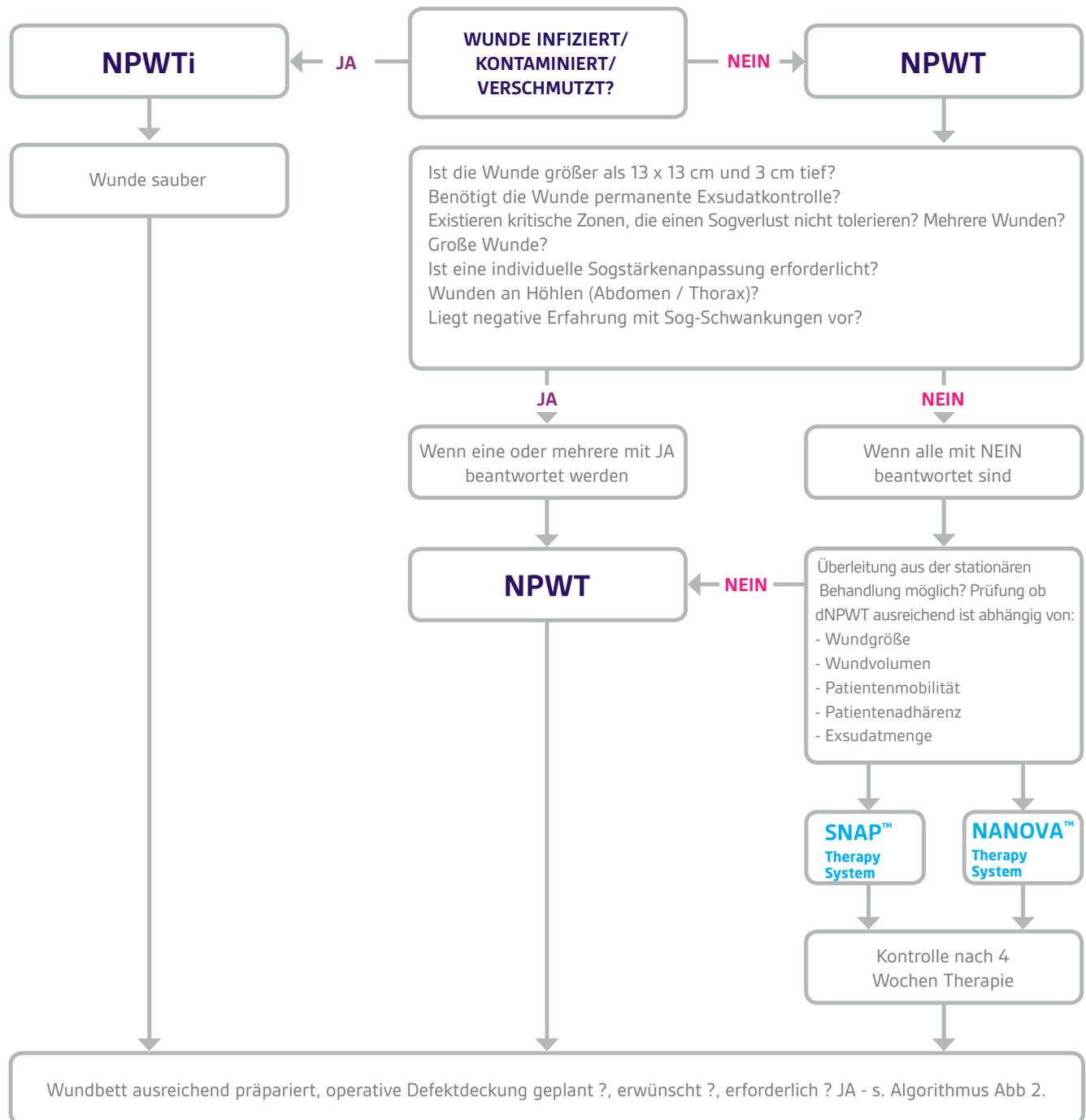


Abb. 3 Algorithmus zur Auswahl der NPWT-Systeme.

ter Wundgröße (siehe Tab. 1 und 2) kann die Versorgung nach dem primären Wunddebridement direkt mit dNPWT zur Unterstützung der Wundreinigung und Förderung der Granulation erfolgen. Zudem kann bei stagnierender Granulation im Verlauf einer sekundär heilenden, bislang nicht mit NPWT behandelten Wunde dNPWT zur Anregung der Wundheilung eingesetzt werden (Abb. 1, Abb. 3).

Die Evaluation der Therapie einer dNPWT sollte regelmäßig dokumentiert werden. Zu erwarten sind die Verkleinerung der Wunde, die Reduktion von Exsudat und die Zunahme von Granulationsgewebe [14] sowie die Verringerung von Schmerz und nicht zuletzt eine zunehmende Mobilität des Patienten [4]. In der Praxis beobachten die Autoren darüber hinaus häufig auch schon eine Epithelisierung. Zeigen sich diese Effekte nicht innerhalb von einem Zeitraum von etwa 4 Wochen [4], sollte die kausale Therapie der wundheilungshemmenden Ursachen kritisch hinterfragt und gegebenenfalls die dNPWT beendet werden. Sollte sich der Wechsel von einem elektronisch gesteuerten NPWT- auf ein mechanisch betriebenes dNPWT-System als nicht günstig für den Heilungsverlauf erweisen, muss geprüft werden, ob ein Wechsel zurück auf das elektronisch gesteuerte NPWT-System vorteilhaft ist.

### **Kontraindikationen und Komplikationen der NPWT / dNPWT**

Es gibt Gründe, die gegen eine Anwendung von NPWT und dNPWT sprechen. Aus Sicht der Autoren stellen diese jedoch keine absoluten Kontraindikationen da, was im Einzelnen den internen Richtlinien der Firma KCI widersprechen kann. Die Anwenderhinweise und Vorgaben der Hersteller laut Zulassung sind zu beachten. Im Einzelfall ist eine Abweichung von diesen Vorgaben möglich.

### **Blutende Wunden**

Grundsätzlich muss nach einem Debridement eine ausreichende Blutstillung vorliegen, bevor eine NPWT angewendet wird. Anderenfalls besteht die Gefahr, dass größere Mengen Blut bei intaktem NPWT-Verband abgesaugt werden und dies den Patienten gefährden könnte. Bei der dNPWT ist dieses Risiko scheinbar geringer, da die aktiv abgesaugten Volumina technisch bedingt

geringer sind. Die NPWT/dNPWT kann, abhängig von der Beschaffenheit der Wunde, mit einem Blutverlust einhergehen. Dieser ist zu beobachten und gegebenenfalls zu substituieren. Zur Blutstillung einer aktiven traumatisch bedingten Blutung ist eine NPWT oder dNPWT primär nicht vorgesehen.

### **Erhöhtes Blutungsrisiko (Patienten mit Hämophilie, Antikoagulanzen, Antiaggregantientherapie)**

Es besteht die Gefahr, dass die Wunden unter dem negativen Druck und der mechanischen Reizung anfangen zu bluten. Ambulant sollten diese Patienten entsprechend geführt und engmaschig kontrolliert werden sowie in der Lage sein, eine Blutung rechtzeitig zu erkennen und mit den erforderlichen Gegenmaßnahmen vertraut sein.

### **Nekrotische Wunden**

Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung einer NPWT ist das möglichst vollständige Debridement. NPWT/dNPWT unterstützt allerdings die Autolyse, so werden kleinere Nekrosen und Fibrinbeläge beim Wechsel des Wundfüllmaterials entfernt. Mit der Instillations-Vakuumversiegelung (NPWTi) wird diese Wundreinigung zusätzlich durch die Flüssigkeitsinstillation gefördert.

### **Infizierte Wunden**

Grundsätzlich stellen infizierte Wunden eine Indikation zur Behandlung mit NPWT dar. Allerdings sollte die Infektion begrenzt beziehungsweise sanierbar sein. Die Sanierung kann durch wundchirurgische Maßnahmen wie das Debridement, gegebenenfalls auch mit Instillations-Vakuumversiegelung (NPWTi) erfolgen. Wie für nekrotische Wunden gilt, dass das bestmögliche Debridement Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung der NPWT darstellt.

In Fällen unbeherrscht oder unkontrolliert sich ausbreitender Infektionen ist die Anwendung der NPWT kritisch zu sehen, beziehungsweise abzulehnen. In diesen Fällen würde man auch von okklusiven Verbänden abraten.

### **Veränderungen der Umgebungshaut (Mazeration, Unverträglichkeiten/ Allergien, Hauterkankungen, Altershaut, Pergamenthaut)**

Es besteht die Gefahr, dass die Systeme

nicht dicht abgeschlossen angebracht werden können und dass sich die Umgebungshaut unter der Folie verschlechtert oder beim Abziehen der Folie einreißt. Die aufgeführten dNPWT-Produkte benötigen allerdings keine Folie, sondern haften über die integrierten Hydrokolloidverbände.

### **Freiliegende Gefäße oder Bypässe**

Diese Patienten sollten nur unter ärztlicher Kontrolle und in der Regel unter stationären Bedingungen mit einer NPWT oder dNPWT behandelt werden.

### **Tumorzellen / tumorhaltige Wunden**

Es besteht die Gefahr, dass das Tumorzellenwachstum unter NPWT gefördert wird. Daher sollen tumorhaltige Wunden nicht mit NPWT oder dNPWT behandelt werden. Hiervon ausgenommen sind palliative Situationen, in denen eine dNPWT hilfreich sein kann, um das Exsudat und den Geruch zu managen [32].

Nach einer R0-Resektion eines malignen Tumors kann die Wundbettpräparation bzw. die Wundbehandlung jedoch wie bei jeder anderen nichtmalignen Wunde mit NPWT/dNPWT durchgeführt werden [33].

### **Wunden in Körperhöhlen (Abdomen, Thorax)**

Solche Wunden können mit den mechanisch betriebenen dNPWT-Systemen aufgrund von deren Konfiguration in der Regel nicht behandelt werden.

### **Besondere Situationen**

Situationen, die einer besonderen Indikationsstellung für NPWT bedürfen, sind die Versorgung von Osteomyelitiden, exponierten Organen und deren Strukturen oder Fisteln. dNPWT-Systeme werden hier voraussichtlich nur in seltenen Ausnahmefällen angewendet werden können.

Ein wichtiger Aspekt für den Erfolg einer NPWT oder dNPWT ist die Auswahl des Patienten. Der Patient und seine pflegenden Angehörigen müssen in der Lage sein, die Technik vom Grundsatz her zu verstehen und passend zu reagieren.

Bei NPWT mit elektronischer Sensorik und elektrischem Antrieb muss geschultes Personal erreichbar sein. Für die Selbstverwaltung durch Patienten sind diese Systeme bedingt geeignet.

Auch für die dNPWT-Systeme ist es wichtig, dass eine geschulte Person in der Lage ist, den negativen Druck wieder aufzubauen. dNPWT-Systeme wie die NANOVA™ dienen allerdings auch ohne Sog als Primärverband.

Jedoch ist sowohl zu NPWT wie auch zu dNPWT Patienten-Edukation erforderlich.

### Erstattungs-fähigkeit der NPWT und ökonomischer Nutzen

Seit 2017 wird in den USA von Medicare und Medicaid trotz der in Frage gestellten Evidenz die Anwendung von NPWT und dNPWT im ambulanten Bereich gesondert vergütet (19), da unabhängig vom unzureichend empfundenen Evidenznachweis die Anwendung der NPWT und dNPWT auch einen notwendig zu vergütenden Verbandwechsel beinhaltet.

In Deutschland regelt der Gemeinsame Bundesausschuss (G-BA) als das oberste Beschlussgremium der gemeinsamen Selbstverwaltung der Ärzte, Zahnärzte, Psychotherapeuten, Krankenhäuser und Krankenkassen, welche Leistungen durch die gesetzlichen Krankenversicherungen (GKV) zu erstatten sind bzw. erstattet werden dürfen.

Er unterliegt der Gesetzgebung des BMGs (Bundesministeriums für Gesundheit) und erfüllt seine Aufgaben im Wesentlichen durch den Erlass von Richtlinien, die für alle gesetzlich Krankenversicherten und die Akteure in der GKV rechtlich bindend sind. Der G-BA bestimmt den Inhalt des Leistungskatalogs der gesetzlichen Krankenversicherung.

Medizinprodukte, die zu den sogenannten „Neuen Untersuchungs- und Behandlungsmethoden“ (NUB) zählen, dazu gehört auch die NPWT, sind nach dem Gesetz danach zu beurteilen, ob sie stationär oder ambulant angewendet werden sollen.

Im stationären Bereich ist die NPWT etabliert und kann ohne Erlaubnisvorbehalt angewendet werden. Die Mehrkosten werden teilweise durch das Fallpauschalensystem kompensiert.

Im ambulanten Bereich ist eine derartige Vorgehensweise für den Einsatz der Medizinprodukte nicht möglich. Sie müssen vom G-BA immer dann geprüft werden, wenn:

- Die Methode bisher nicht als abrechnungsfähige Regelleistung der gesetzlichen Krankenversicherung erstattet wird, es sich also um eine NUB handelt

oder

- die Indikation sich für eine bereits abrechnungsfähige Methode wesentlich geändert hat.

Eine Erstattung der NPWT als Regelleistung im GKV-System ist ohne positive Entscheidung durch den G-BA für die ambulante Anwendung nicht möglich. Die Entscheidung für die NPWT als Regelversorgung durch den G-BA steht derzeit aber noch aus. In der Praxis führt dies dazu, dass zum jetzigen Zeitpunkt dNPWT-Anwendungen ausschließlich als Einzelfallentscheidung der Krankenkassen gehandhabt werden können. In der Quintessenz heißt das zurzeit: die Kosten für die stationäre NPWT sind in der Fallpauschale des DRG-Systems enthalten oder werden zum Teil zusätzlich vergütet. Im ambulanten Bereich gibt es bisher keine Vergütung im Sinne des Regelleistungskatalogs.

Eine Übersicht randomisierter, kontrollierter Studien im aktuell neuesten Cochrane-Review von 2018 [34] kommt zu dem Schluss, dass die NPWT möglicherweise einen positiven Effekt auf die Wundheilung hat. Dabei stehen eine beschleunigte Granulation und schnellere Zuführung zum definitiven Wundverschluss im Vordergrund [9, 17].

Auf der Basis der vorhandenen Studienlage fehlen laut einem Cochrane-Review aus dem Jahr 2006 [21], der IQWiG-Beurteilung von 2006 [37] und einem weiteren Review von 2008 [22] aber ausreichende Belege für die Überlegenheit bzw. den Zusatznutzen der NPWT gegenüber der konventionellen Wundtherapie bezüglich der Anzahl der komplett abgeheilten Wunden unterschiedlicher Ätiologien.

Die Fachwelt weiß, dass ein standardisiertes Bewertungsverfahren bei chronischen Wunden auf Grund von deren Besonderheiten und der Inhomogenität der Patienten sehr schwer darstellbar ist [14].

Der G-BA und das IQWiG Institut haben aber genau diese Aufgabe.

Sie müssen nachweisen, dass die NPWT wirtschaftlicher gegenüber herkömmlicher Wundversorgung mittels Wundauflagen ist.

Demzufolge wurde im Auftrag des G-BA auch eine komplexere Studie veranlasst, deren Ziel die Klärung dieser Frage sein soll [5].

Das Ergebnis dieser Untersuchung steht noch aus. Unabhängig von deren Ergebnis besteht allerdings das grundsätzliche Problem, dass NPWT-Systeme bei unterschiedlichsten Ätiologien und unterschiedlich komplexen Wundsituationen mit unterschiedlichen Therapiezielen zum Einsatz kommen. Evidenz wird somit nicht mit einer einzigen Studie zu klären sein. Folgerichtig wurde in den Cochrane-Reviews von 2018 eine Aufspaltung in die Evidenz bei unterschiedlichen Wundätiologien (je ein Review für NPWT bei offen traumatischen Wunden, Ulkus cruris, Verbrennungen, Fusswunden bei Diabetes mellitus, Hauttransplantationen und operativ-chirurgische Wunden mit primärpräventiver NPWT, chirurgische Wunden mit intendierter Sekundärheilung und Druckulcera) vorgenommen [34].

Das lange Warten auf eine Entscheidung über Zulassung oder Nichtzulassung der NPWT und damit die Klarheit darüber, ob eine Kostenerstattung als Regelleistung erfolgen darf, hat für die Krankenkassen ökonomische Folgen, denn

- Versicherte liegen länger im Krankenhaus als erforderlich,
- die Kosten für die stationäre Behandlung steigen ohne einen Mehrwert für die Versicherten.

So sind aufgrund der Tatsache, dass durch die GKV die NPWT im ambulanten Bereich nicht erstattet werden darf, allein bei der DAK-Gesundheit (5.958.008 Versicherte) [36] im Jahr 2016 ca. 3200 Versicherte durchschnittlich 21 Tage länger im Krankenhaus behandelt worden (DAK Gesundheit 2016 Krankenhausreport, G. Kostka, Referat für Gesundheits- und Versorgungsmanagement der DAK-Gesundheit, Schwerpunkt Projekt „chronische Wunden“, pers. Mitteilung), als dies bei den entsprechenden Diagnosen und ambulanter Überleitung mit NPWT möglich gewesen wäre. Das bedeutet deutliche Mehrausgaben. Die einzige Lösung aus dieser aktuellen Lage der Behandlung akuter und chronischer Wunden im ambulanten Bereich mittels NPWT/dNPWT stellen derzeit Verträge der besonderen Versorgung auf der Grundlage §140 a SGB V

dar. Hierbei liegt das Risiko für den Nachweis der Wirtschaftlichkeit allein bei der Krankenkasse.

## Fazit

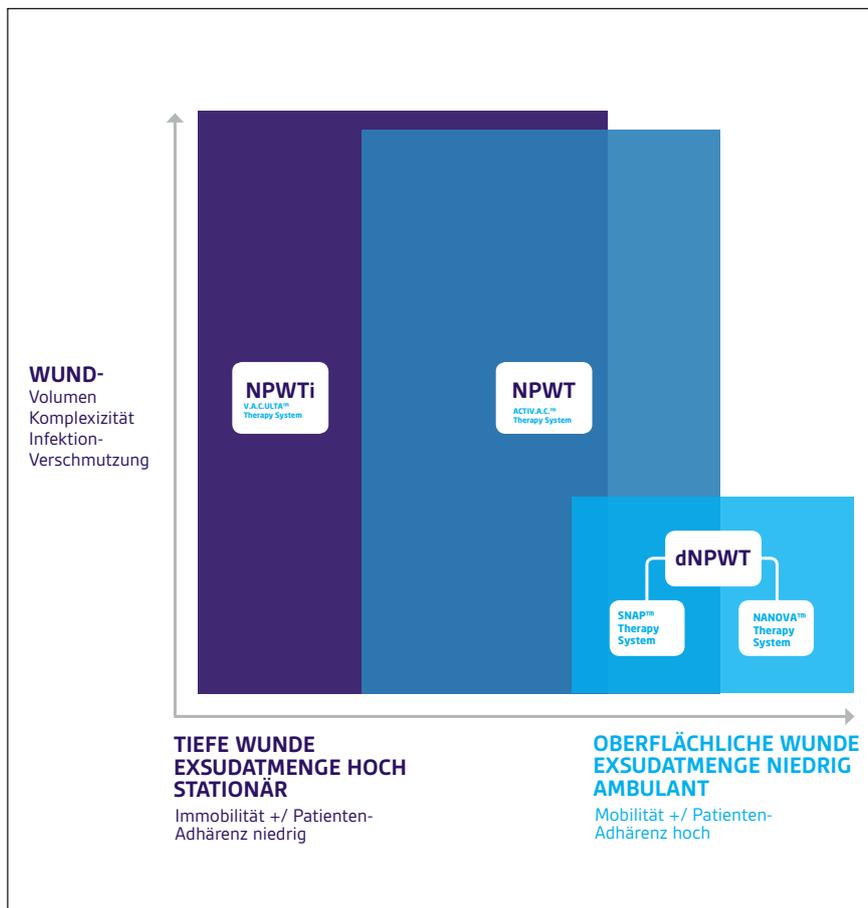
Die mechanischen dNPWT-Systeme stellen eine abgestufte Ergänzung zu den Material-aufwändigeren elektrisch angetriebenen elektronisch gesteuerten NPWT-Systemen dar, die im Sinne eines additiven Vorgehens eingesetzt werden können. In Einzelfällen ist der Indikationsbereich zwischen NPWT und dNPWT-Systemen überlappend (Abb. 4). Eine grundsätzliche Alternative zu den elektrisch angetriebenen NPWT-Systemen stellen die mechanischen dNPWT-Systeme nicht dar, da der Anwendungsbereich der dNPWT-Systeme aufgrund ihrer Konfiguration auf kleinere und wenig exsudative Wunden beschränkt ist. Bei geeigneten Wunden bietet der Wechsel von einem elektrisch angetriebenen NPWT-System auf ein mechanisches dNPWT-System erhebliche Kostenvorteile. Im Vergleich zu konventionellen Wundaufgaben bieten sie gegenüber

diesen die wesentlichen Vorteile und den Zusatznutzen der NPWT.

Für die Überleitung aus der stationären Versorgung stellen diese Systeme bei geeigneten Wunden eine zukunftsweisende kostengünstige Alternative zu kostenaufwändigeren elektrisch angetriebenen NPWT Systemen dar.

Die NPWT und dNPWT sind eine folgerichtige, wundheilungsphasengerechte und wirtschaftliche Versorgungsform, die die Wundheilung zielgerichtet fördert und in einem hohen Maß den Erhalt der individuellen Lebensqualität der Patienten unterstützen kann.

Sie ist im Krankenhaus eine der am häufigsten angewendeten Wundbehandlungsformen und wird im ambulanten Bereich in Deutschland absorderweise seit 1998 den NUB zugeordnet. Aus Sicht der Expertengruppe führt dies zu einer Unterversorgung der Patienten mit dem kostenintensiven Krankheitsbild der chronischen Wunden. Die Autoren schätzen die NPWT bzw. dNPWT als ausreichende, zweckmäßige, notwendige und wirtschaftliche Therapieform ein.



**Abb. 4** Indikationsspektren der verschiedenen NPWT-Systeme in Abhängigkeit der Wundsituation.

## Literatur

- Burckhardt M, Nink-Grebe B, Wolff R:** Lokalthherapie chronischer Wunden bei Patienten mit den Risiken periphere arterielle Verschlusskrankheit, Diabetes mellitus, chronische venöse Insuffizienz. S3-Leitlinie 091-001, 2012, www.awmf.de.
- Dissemond J, Bültemann A, Gerber V, Jäger B, Münter C, Kröger K:** Definitions for wound treatment. *Hautarzt*. 2016;67:265–2666.
- Rüttermann M, Maier-Hasselmann A, Nink-Grebe B, Burckhardt M:** Lokalthherapie chronischer Wunden. *Dtsch Arztebl Int* 2013;110:25–31.
- Harding K, et al:** The role of mechanically powered disposable negative pressure wound therapy (dNPWT) in practice. *Wounds International* 2017. Available to download from www.woundsinternational.com.
- von Beckerath O, Zapenko A, Dissemond J, Kröger K; Initiative Chronische Wunden (ICW) e.V:** Ten-year analyses of the German DRG data about negative pressure wound therapy. *Int Wound J*. 2017;14:501–507.
- Cutting K, Hermans M, Kwon-Lee S:** Key considerations in choice of wound management therapeutics between an advanced wound care dressing utilising Hydration Response Technology and a durable medical device (NPWT) – a USA perspective. *Wounds UK* 2013; 4: 1–12
- Fletcher J, Jeffery S, Leak K.** What is the future of negative pressure? *Wounds UK* 2012; 8: 16–8.
- Wetzel-Roth W:** V.A.C.®-Therapie als Hygienemaßnahme: eine stationär und ambulant einsetzbare Maßnahme zum Schutz der Wund- und Patientenumgebung bei (multi)-resistenter Keimbeseidlung *Zentralbl Chir*. 2006 Apr;131 Suppl 1:S180-1.
- Armstrong DG, Marston WA, Reyzelman AM, Kirsner RS:** Comparative effectiveness of mechanically and electrically powered negative pressure wound therapy devices: a multicenter randomized controlled trial. *Wound Repair Regen*. 2012; 20:332–341.
- Marston WA, Armstrong DG, Reyzelman AM, Kirsner RS:** A Multicenter Randomized Controlled Trial Comparing Treatment of Venous Leg Ulcers Using Mechanically Versus Electrically Powered Negative Pressure Wound Therapy. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2015;4:75–82.
- Wetzel-Roth W:** 1-Year Follow-Up Results on Outpatient V.A.C.®-Therapy Treatment – Evaluation of Patient-Data *Zentralbl Chir* 2006; 131: 68–71.
- Hongbo Zhai, MD, Howard I. Maibach, MD:** Effect of Occlusion and Semi-occlusion on Experimental Skin Wound Healing: A Reevaluation, *Wounds international* 2007.
- Deutschmann G:** Die Haut und ihre Anhangsgebilde *Lehrbuch für Krankenpflegepersonal und andere Gesundheitsberufe – Der Okklusivverband*, pages 109–112 by Springer Verlag 2005 Wien New York ISBN: 9783211836705.

14. **Apelqvist J, Willy C, Fagerdahl AM, Faccalvieri M, Malmjö M, Piaggese A, Probst A, Vowden P:** EWMA Document: Negative Pressure Wound Therapy. *J Wound Care*. 2017 Mar 1; 26 (Suppl3): Ss1-S154. doi: 10.12968/jowc.2017.26.Sup3.S1.
15. **Seidel et al:** Negative pressure wound therapy versus standard wound care in chronic diabetic footwounds: study protocol for a randomized controlled trial, *Trials* 2014, 15:334 <http://www.trials-journal.com/content/15/1/334>
16. **Wetzel-Roth W:** Algorithmus okklusiver Verbandstechniken Quelle: Scultetus-Akademie.
17. **Blume PA, Walters J, Payne W, Ayala J, Lantis J.** Comparison of negative pressure wound therapy using vacuum-assisted closure with advanced moist wound therapy in the treatment of diabetic foot ulcers: a multicenter randomized controlled trial. *Diabetes Care*. 2008;31: 631-6.
18. **Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege (Hrsg.):** Expertenstandard Pflege von Menschen mit chronischen Wunden. 1. Aktualisierung, Schriftenreihe des DNQP, Osnabrück 2015, ISBN 978-3-00-023708-9. <http://www.dnqp.de>, letzter Zugriff 26.02.2018.
19. **Schaum KD:** Home Health Agencies Can Now Bill Medicare Separately for Furnishing New Disposable Negative-Pressure Wound Therapy Devices. *Adv Skin Wound Care* 2017;30:154–156.
20. **Saxena V, Hwang CW, Huang S, Eichbaum Q, Ingber D, Orgill DP:** Vacuum-assisted closure: microdeformations of wounds and cell proliferation. *Plast Reconstr Surg*. 2004;114:1086–1096. doi: 10.1097/01.
21. **Palfreyman SJ, Nelson EA, Lochiel R, and Michaels JA:** Dressings for healing venous leg ulcers. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006; 19:3.
22. **Vikatmaa, P. et al.:** Negative Pressure Wound Therapy: a Systematic Review on Effectiveness and Safety *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, Volume 36, Issue 4, 438–448
23. **Willy C:** The theory and practice of vacuumtherapy ISBN-10 3-00-019831-8 ISBN-13 978-3-00-019831-1.
24. <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/ops/kode-suche/opshtml2018/>.
25. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/DRGOoperationen.html;jsessionid=1EF1BAD6ADAB925AD687953070C9D5A0.InternetLive2>.
26. **Wetzel-Roth W:** Vakuumtherapie zur Wundbehandlung („V.A.C.“) im ambulanten Bereich. In: Wild T., Auböck J. (eds) *Manual der Wundheilung*. Springer 2007, Vienna DOI [https://doi.org/10.1007/978-3-211-69454-1\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-211-69454-1_16). Print ISBN 978-3-211-25212-3 Online ISBN 978-3-211-69454-1.
27. **Orgill DP, Manders EK, Sumpio BE, Lee RC, Attinger CE, Gurtner GC, Ehrlich HP:** The mechanisms of action of vacuum assisted closure: more to learn. *Surgery*. 2009; 146:40–51.
28. **Urschel JD, Scott PG, Williams HT:** The effect of mechanical stress on soft and hard tissue repair; a review. *Br J Plast Surg*. 1988; 41:182-186.
29. **Rivilis I, Milkiewicz M, Boyd P, Goldstein J, Brown MD, Egginton S, Hansen FM, Hudlicka O, Haas TL:** Differential involvement of MMP-2 and VEGF during muscle stretch- versus shear stress-induced angiogenesis. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2002;283:H1430–H1438.
30. **Quinn TP, Schlueter M, Soifer SJ, Gutierrez JA:** Cyclic mechanical stretch induces VEGF and FGF-2 expression in pulmonary vascular smooth muscle cells. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 2002;282:L897–L903.
31. **Wijewardena A, Vandervord E, Lajevardi SS, Vandervord J, Jackson CJ:** Combination of activated protein C and topical negative pressure rapidly regenerates granulation tissue over exposed bone to heal recalcitrant orthopedic wounds. *Int J Low Extrem Wounds* 2011;10(3):146–51.
32. <http://www.thestandard.molnlycke.net/Documents/DEU/wissensdatenbank/wound%20care/Download/2017-Inga-Hoffmann-Palliative-Wundversorgung.pdf>.
33. **Dill-Müller DNV, Wagner A, Tilgen W:** Maligne Tumore der Haut – Einsatz der Mini-V.A.C.-Therapie bei sekundärem Wundverschluss *ZfW*,13/2,2000.
34. <https://www.cochranelibrary.com/en/search> Cochrane Database of Systematic Reviews Issue 8 of 12, August 2018.
35. **Henderson V, Timmons J, Hurd T et al:** NPWT in everyday practice Made Easy. 2010. Available online at [http://www.woundsinternational.com/media/issues/375/files/content\\_9720.pdf](http://www.woundsinternational.com/media/issues/375/files/content_9720.pdf) (accessed 17.02.2017).
36. <https://www.dak.de/dak/gesundheit/geschaeftsberichte--satzungen-1356154.html>.
37. <https://www.iqwig.de/en/projects-results/projects/non-drug-interventions/-n-projekte/n04-03-negative-pressure-wound-therapy.1198.html> IQWiG-Berichte. Jahr: 2006 Nr. 4 Vakuumversiegelungstherapie von Wunden Auftrag N04-03 Version 1.0 Stand: 13.03.2006 / English version: IQWiG Reports – Commission No. N04-03 Negative pressure wound therapy Executive summary of the final report „Vakuumversiegelungstherapie von Wunden“ (Version 1.0; Status: 13.03.2006). Please note: This document is provided as a service by IQWiG to English-language readers. However, solely the German original full report is absolutely authoritative and legally binding.
38. **Initiative Chronische Wunden e. V. (ICW e. V., Hrsg.):** Standards des ICW e. V. für die Diagnostik und Therapie chronischer Wunden. In: *WUNDmanagement*. 11. Jahrgang, 2/2017, ISSN 1864-1121.

**mhp\_medien**

Verlag und Copyright:

© 2019 by

mhp Verlag GmbH

Kreuzberger Ring 46

65205 Wiesbaden

ISSN 0172-3790

Nachdruck nur mit

Genehmigung des Verlags.