

EXTRA
adhäsion KLEBEN+
DICHTEN

Das Fachmagazin für industrielle Kleb- und Dichttechnik



Anwendungen

**Silicongele für
schmerzarme Wundversorgung**

WACKER

Stark haftende Silicongele für die schmerzarme Wundversorgung

In atraumatischen Wundauflagen werden in der Regel sanft haftende Silicongel-Adhäsive eingesetzt. Eine aktuelle Studie zeigt, dass auch stark haftende Silicone eine schmerzarme Wundversorgung ermöglichen. Darüber hinaus eignen sich solche Produkte auch für andere medizintechnische Anwendungen.

Thomas Gröer, Andrea Bogner

In den 1980er Jahren begann die Ära der modernen Wundverbände (englisch Advanced Wound Dressings). Solche mehrschichtig aufgebauten Wundauflagen (*Bild 1*) schaffen optimale Bedingungen für die Wundheilung, weshalb sie inzwischen standardmäßig zur Versorgung chronischer und großflächiger Wunden eingesetzt werden [1]. Mittlerweile finden auch die Hafteigenschaften solcher Auflagen im-

mer größere Beachtung. Ziel ist es, die Adhäsion auf der wundumgebenden Haut so einzustellen, dass die Wundauflage fixiert wird, sich aber dennoch schmerzarm und atraumatisch – also ohne Gewebe zu schädigen – abziehen lässt (*Bild 2*). Erreicht wird dieses Ziel mit einer weichen, gelförmigen Siliconhaftschrift [2] [3]. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die Tragezeit der Wundauflagen. Eine lange Trage-

zeit ist nicht nur der Wundheilung förderlich. Sie vermeidet häufige Verbandwechsel und trägt somit zu einer Entlastung des Pflegepersonals und einer Reduzierung der Behandlungskosten bei [4]. Wundauflagenhersteller suchen daher nach Haftschriften, die eine Verlängerung der Tragezeit ermöglichen. Ein weiterer Trend ist die steigende Nachfrage nach Adhäsiven, mit denen

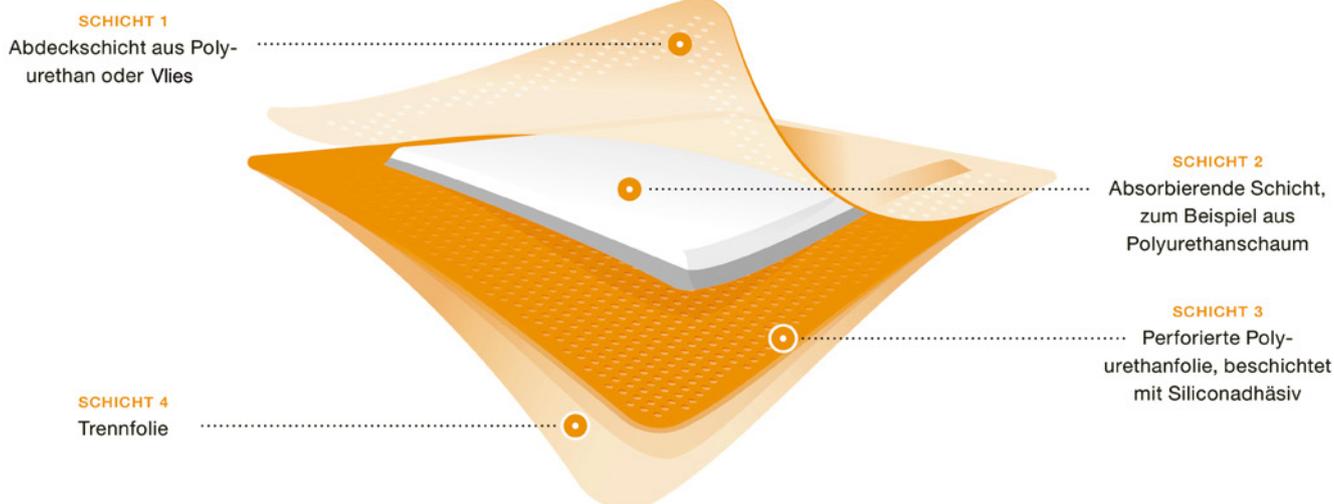


Bild 1 > Moderne Wundverbände bestehen aus mehreren Schichten. Direkt auf der Wunde liegt die Silicon-Klebeschicht. Es folgt eine Trägerfolie aus Polyurethan, deren Rückseite mit Acrylatkleber beschichtet ist (Schicht 3). Diese Schicht ist perforiert, damit Wundsekret und Blut zum Absorptionskörper (Schicht 2) gelangen können. Als Absorptionskörper dient oftmals Polyurethanschäum. Dieser Wundschäum wird nach außen hin mit einer Abdeckschicht (Schicht 1), häufig einer Polyurethanfolie, abgeschlossen. Bis zur Applikation ist die Wundauflage mit einer Trennfolie (Schicht 4) abgedeckt, die sich leicht abziehen lässt.

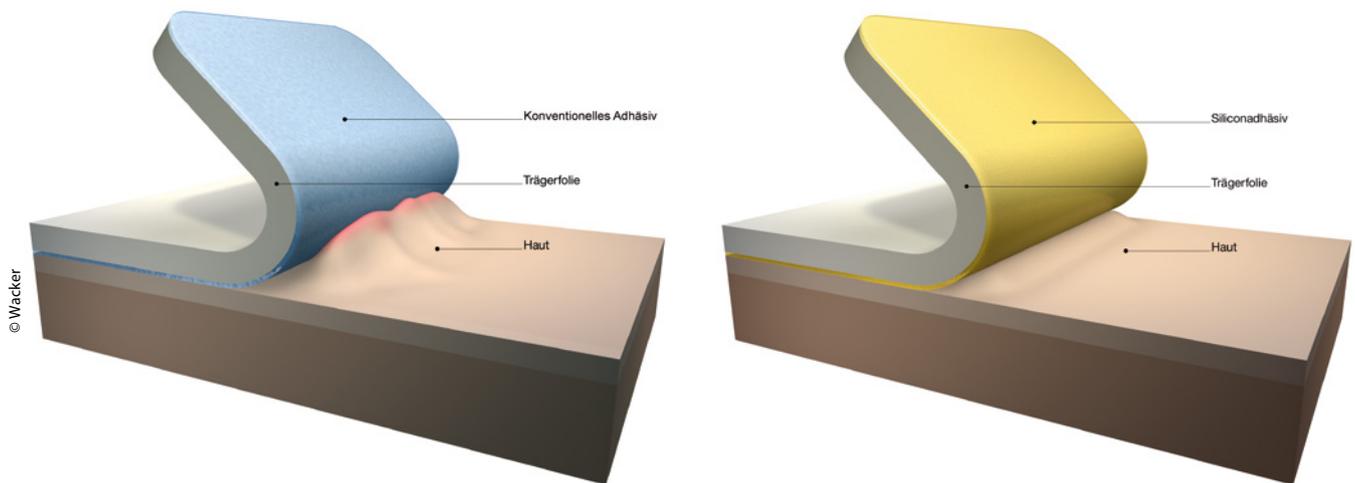


Bild 2 > Eine Wundauflage mit Adhäsivschicht aus Acrylat oder einem anderen konventionellen Haftklebstoff schädigt beim Ablösen die Haut und verursacht Schmerzen (links), während ein sanft haftendes Siliconadhäsiv einen atraumatischen und nahezu schmerzfreien Verbandwechsel ermöglicht (rechts).

Sensoren, Dosiergeräte für die Medikamentenabgabe, Basisplatten von Stoma-Beuteln oder andere medizinische Vorrichtungen auf der Haut fixiert werden können. Hier ist eine verlässliche Haftung über einen definierten Zeitraum von wenigen Minuten bis hin zu mehreren Tagen gefordert. Die notwendige Haftkraft hängt von der vorgesehenen Tragedauer und dem Gewicht der zu fixierenden Vorrichtung ab.

Beide Trends – längere Tragezeiten von Wundauflagen und die sichere Befestigung medizinischer Hilfsmittel und Dosiergeräte beim Patienten – erfordern Haftgele mit hoher Klebkraft. Das Chemieunternehmen Wacker hat deshalb sein Portfolio der Silicon-Hautadhäsive um stark haftende Typen ergänzt. Trotz ihrer hohen Haftkraft erlauben diese eine schonende Fixierung auf der Haut und eine schmerzarme Entfernung der Wundauflage oder der fixierten Vorrichtung.

Trageeigenschaften im Langezeitest

Dass sich die auf den ersten Blick widersprüchlichen Anforderungen – starke Haftung und schmerzfreies Abziehen – in der Praxis erfüllen lassen, zeigt Wacker in einer aktuellen Studie. Bei der Untersuchung standen folgende Fragen im Mittelpunkt: Wie wirkt sich eine stärkere Haftung auf die Tragezeit aus? Verbleiben nach dem Abziehen Rückstände des Siliconadhäsivs auf der Haut? Löst eine höhere Haftkraft größere Schmerzen beim Abziehen der Auflage aus?

In der Studie wurden Schaum-Wundauflagen mit zwei unterschiedlichen Haftschichten untersucht: dem Standard-Siliconadhäsiv Silpuran 2100 und dem stark haftenden Silicongel Silpuran 2114. Silpuran 2100 ist ein sanft haftendes Silicon-Hautadhäsiv. Der 90°-Abzugstest auf Stahl gemäß DIN EN 1939 ergab eine Haftkraft von 2,7 N/2,5 cm, was im mittleren Bereich von Siliconadhäsiven liegt. Das Produkt hat sich seit vielen Jahren in modernen Wundverbänden mehrerer Hersteller bewährt. Das zweite Adhäsiv im Test, Silpuran 2114, besitzt eine Haftkraft von 3,5 N/2,5 cm und zählt somit zu den stark haftenden Gelen.

Beide Adhäsive sind zweikomponentig formuliert. Durch eine platinkatalysierte Additionsreaktion vernetzen diese Produkte bei Raumtemperatur zu weichen, hochflexiblen und damit nachgiebigen, zugleich aber elastischen Materialien mit gelartiger Konsistenz. Ihre Flexibilität und die silicontypisch niedrige Oberflächenenergie sorgt für den Haftungsaufbau zwischen dem vernetzten Silicongel und der Haut. Die Elastizität des Adhäsivs ermöglicht hingegen eine leichte und in der Regel rückstandslose Ablösung der Haftschicht. Die Flexibilität wird durch das weitmaschige Netzwerk erreicht, das die Silicongele bilden.

Flexibilität und Elastizität sind bei Silpuran 2114 so ausbalanciert, dass das Gel eine stärkere Haftkraft besitzt als das Standardhaftgel Silpuran 2100. Bei der Entwicklung wurde sichergestellt, dass sich eine Vergrößerung der Haftkraft nicht nachteilig auf die Kohäsion des vernetz-

ten Materials auswirkt. Auf diese Weise, so die Erwartung, wird vermieden, dass es beim Ablösen der Wundauflage zu einem Kohäsionsbruch kommt und Rückstände des Siliconadhäsivs auf der Haut verbleiben. Ob dieses Entwicklungsziel auch in der Praxis erreicht wird, war eine der Fragestellungen der Studie.

Eigenschaften und Vorteile von Siliconadhäsiven

Siliconadhäsive sind hydrophob und haften daher nur auf trockener Haut. Eine Wundauflage mit Siliconklebeschicht kann deswegen direkt auf der Wunde aufliegen, die in der Regel feucht ist. Sie verklebt weder mit der Wunde noch mit den Wundrändern. Auch ein Verwachsen mit dem bei der Wundheilung neu gebildeten Gewebe ist ausgeschlossen.

Siliconklebeschichten haben noch einen weiteren Vorteil: Sie lassen sich repositionieren. Wird eine Wundauflage falsch aufgebracht, kann sie problemlos abgenommen und wieder neu positioniert werden. Die Auflage sollte im Idealfall genauso gut auf der Haut halten wie vorher. Auch dieser Erwartung wurde in der Studie nachgegangen.

Testbedingungen

Die Studie wurde mit 15 freiwilligen Teilnehmerinnen und Teilnehmern durchgeführt, deren soziodemographische Daten nicht erfasst wurden. Getestet wurden Schaum-Wundauflagen (7,5 × 7,5 cm), die mit 150 g/m² Siliconhaftgel beschich-

Schmerzen beim Abziehen der Wundauflage

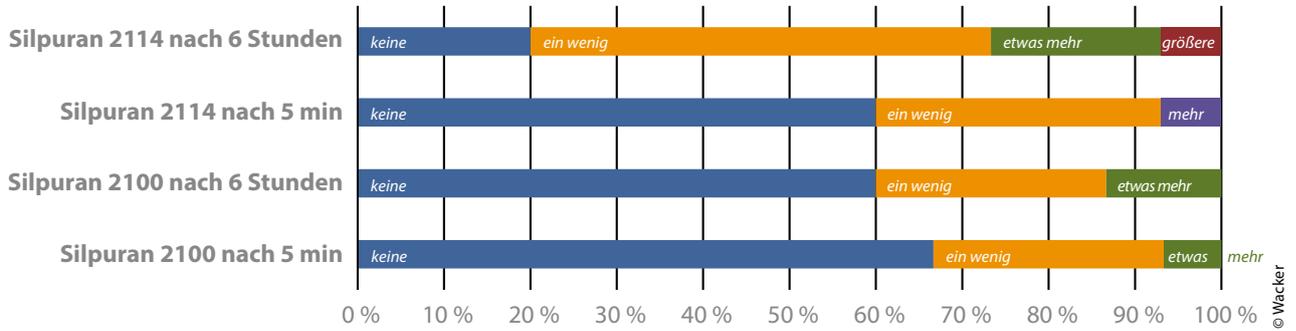


Bild 3 > Beurteilung des Schmerzempfindens beim Abziehen der Wundauflagen nach der Wong-Baker-Faces-Skala.

tet waren. Die Siliconschichten waren perforiert, wobei der Perforierungsdurchmesser 4mm betrug. Aufgebracht wurden die Wundauflagen auf gesunder Haut am Unterarm, an der Wade und am unteren Rücken im Bereich der Lendenwirbelsäule. Alle Studienteilnehmer betrachteten täglich die auf ihrem Körper applizierten Auflagen und notierten ihre Beobachtungen in einem Dokumentationsbogen. Darin dokumentierten sie eventuelle Ablösungen, das Schmerzniveau beim Abziehen und auf der Haut verbliebene Rückstände.

Die Probanden waren in ihrem Alltag nicht eingeschränkt. Sie konnten wie gewohnt duschen oder baden und sportlichen Aktivitäten nachgehen. Sie wurden angehalten, nicht nur alle schweißintensiven Aktivitäten und den Kontakt mit Wasser auf dem Dokumentationsbogen zu notieren, sondern auch sonstige Einflüsse, welche die Wundauflagen belastet haben könnten. Die Tragezeit der Wundauflagen wurde auf sieben Tage begrenzt.

Probanden vier Wundauflagen auf den Unterarm aufgebracht. Zwei dieser Auflagen waren mit Silpuran 2100 beschichtet, zwei weitere mit Silpuran 2114. Je eine Wundaufgabe mit einer der Silpuran-Typen wurde nach fünf Minuten, die beiden verbliebenen Auflagen nach sechs Stunden entfernt. Die Probanden schätzten die beim Abziehen auftretenden Schmerzen anhand der Wong-Baker Faces Pain Rating Scale [5] ein und dokumentierten ihr Schmerzempfinden (Bild 3).

Gemittelt über beide Haftgele und beide Ablösezeitpunkte bewerteten 52 % der Probanden die Ablösung als völlig schmerzfrei. 97 % der Teilnehmer empfanden keine oder höchstens geringe Schmerzen. Beim Ablösen der mit Silpuran 2114 beschichteten Wundaufgaben gab die Mehrzahl der Studienteilnehmer an, dass sie zum Abziehen mehr Kraft benötigten und etwas mehr Schmerz empfanden als bei den mit Silpuran 2100 beschichteten Wundaufgaben.

an Unterarm, Wade und unterem Rücken jeweils zwei Wundaufgaben aufgebracht, je eine mit einer Haftschiicht aus Silpuran 2100 und eine zweite mit einer Haftschiicht aus Silpuran 2114.

Die Studienteilnehmer dokumentierten täglich eventuelle Ablösungen, wobei sie die Größe der abgelösten Fläche pauschal mit einem bestimmten Anteil der Auflagenfläche bewerteten. Der pauschal zugeordnete Flächenanteil richtete sich dabei nach der Art der Ablösung. Einer Eckenablösung wurden 5 % und einer Randablösung 10 % der Auflagenfläche zugewiesen. Einer flächigen Ablösung wurde je nach Ausmaß der nicht mehr haftenden Fläche ein Flächenanteil von 33, 66 oder 100 % zugeordnet.

Nach sieben Tagen wurden die Auflagen entfernt, sofern sie sich bis dahin nicht von selbst abgelöst hatten. Drei Viertel der Studienteilnehmer gaben an, dass sie täglich Wasserkontakt hatten. Die Probanden beobachteten, dass die anfängliche Positionierung der Wundaufgabe einen deutlichen Einfluss auf das Haftniveau hatte. Als wichtig erwies sich ein korrekter, faltenfreier Sitz. Konnte nämlich Wasser – etwa beim Duschen – durch Falten, die

Schmerzempfinden beim Ablösen

Zur Ermittlung der beim Abziehen auftretenden Schmerzen wurden bei jedem

Tragezeiten der Wundauflagen

Um den Einfluss der Hafteigenschaften auf die Tragezeit zu untersuchen, wurden

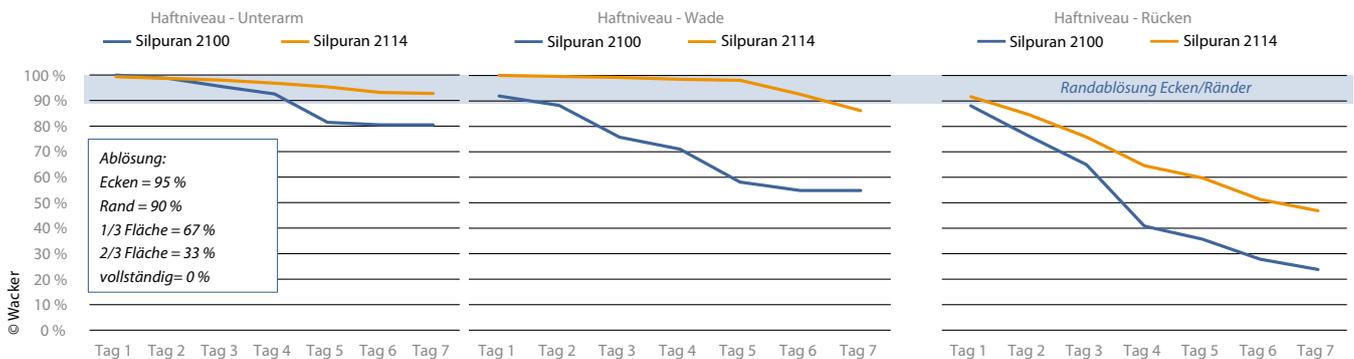


Bild 4 > Beobachtetes Haftniveau der Wundauflagen.

beim Applizieren entstanden waren, in die absorbierende Schaumschicht der Auflage gelangen, verschlechterte sich die Haftung.

Bild 4 zeigt die Ergebnisse für die Untersuchung der Tragezeit an den drei für die Studie ausgewählten Körperpartien. Dargestellt ist der Flächenanteil, mit dem die Wundauflagen noch auf der Haut haften, und zwar in Abhängigkeit von der Tragedauer. Generell war der haftende Flächenanteil und damit das Haftniveau bei den Wundauflagen, die mit dem stark haftenden Silpuran 2114 beschichtet waren, größer als bei den mit Silpuran 2100 beschichteten Auflagen.

Allerdings wiesen die Auflagen an den drei Körperpartien unterschiedliche Haftniveaus auf. So haften die mit Silpuran 2114 beschichteten Auflagen am Unterarm und an der Wade nach sieben Tagen im Mittel noch auf 90 % ihrer Fläche. Im Vergleich dazu betrug das Haftniveau bei Silpuran 2100 auf diesen Körperstellen nach sieben Tagen 70 %. Insbesondere zeigten sich mit Silpuran 2114 erst ab dem sechsten Tag flächige Ablösungen. An den Tagen davor beobachteten die Studienteilnehmer lediglich Ecken- und Randablösungen. Innerhalb des Untersuchungszeitraums löste sich im Falle des stärker haftenden Silicongels am Unterarm und an der Wade keine einzige Auflage vollständig ab.

Dagegen registrierten die Studienteilnehmer bei beiden Haftgelen eine deutlich schnellere Ablösung im Bereich der Lendenwirbelsäule. Mögliche Ursache für das niedrigere Haftniveau am unteren Rücken sind mechanische Belastungen durch Kleidung oder Sportgeräte, die zur Faltenbildung oder zu einer teilweisen bis kompletten Ablösung der Auflagen führen konnten.

Eine Teilgruppe der Versuchsteilnehmer repositionierte eine der mit Silpuran 2114 beschichteten Wundauflagen unmittelbar nach der anfänglichen Applikation, indem sie die Auflage ablöste und erneut auflegte. Die Repositionierung hatte keinen signifikanten Einfluss auf die erreichte Tragezeit. Ergänzende Laborprüfungen, in denen die Repositionierung durch wiederholtes Abziehen im 90°-Abzugstest simuliert wurde, führten zum gleichen Ergebnis.

Rückstände nach der Ablösung

Nach der vollständigen Ablösung wurden die Studienteilnehmer gebeten, die zuvor beklebte Hautstelle bezüglich Anhaftungen und Reste des Siliconadhäsivs zu beurteilen (Bild 5). Hinsichtlich der Rückstände verhielten sich beide Adhäsive nahezu gleich. Die Probanden stellten bei 19 % aller abgelösten Auflagen einen Rückstand fest, den sie als gering einstufen. In 81 % der Fälle verblieb kein Rückstand auf der Haut. Dazu wurde unterschiedslos bewertet, ob sich eine Wundauflage vorzeitig von selbst löste oder ob sie am Ende der siebentägigen Testzeit aktiv abgezogen wurde. Die Rückstände traten vermehrt nach der Ablösung solcher Wundauflagen auf, die nicht mehr vollständig auf der Haut haften.

Ergänzende Laboruntersuchungen

In den anwendungstechnischen Labors des Wacker-Konzerns wurden die Siliconhaftgele hinsichtlich ihrer Hafteigenschaften mit zwei markt gängigen acrylatbasierten Haftklebstoffen verglichen. Bei einem der Vergleichsprodukte handelte es sich um einen Haftklebstoff, den der Her-

steller als Sensitive-Produkt vermarktete. Als Substrate dienten sowohl Stahl-Prüfplatten als auch die Haut am Unterarm eines Probanden.

Die Messungen zeigen, dass das stärker haftende Siliconhaftgel Silpuran 2114 hinsichtlich der Hafteigenschaften nahe an die Werte des acrylatbasierten Sensitive-Haftklebstoffs heranreicht (Bild 6). Das Haftgel lässt sich trotzdem atraumatisch ablösen, wie die Studie belegt (Bild 3). Somit eignet sich Silpuran 2114 auch für Anwendungen außerhalb der modernen Wundversorgung.

Die Haftstärke hängt von der Schichtdicke des Haftgels ab. Um den Einfluss der Schichtdicke zu prüfen, wurden 90°-Abzugstests nach DIN EN 1939 an Stahlplatten durchgeführt, wobei die Auftragsmenge der Siliconhaftgele immer wieder variiert wurde. Bei diesen Tests erreichte Silpuran 2114 bereits bei geringer Schichtdicke eine gute Haftkraft. Es genügte eine halb so dicke Schicht, um mindestens die Haftkraft einer aus Silpuran 2100 erzeugten Haftschrift zu erzielen. Mit dem stärker haftenden Silicongel lassen sich somit deutlich dünnere Haftschriften realisieren als mit dem Standardadhäsiv. Dies ist vor allem für Anwendungen im Massenmarkt wichtig, etwa für Sensitive-Wundpflaster.

Fazit

Die aktuelle Tragestudie bestätigt die bekannten Vorteile der Siliconadhäsive hinsichtlich Schmerzempfinden beim Ablösen, der Rückstandsfreiheit und Repositionierbarkeit. Sowohl Silpuran 2100 als auch das stärker haftende Silpuran 2114 ermöglichen eine nahezu schmerz- und rückstandsfreie Entfernung der Wundauflage.

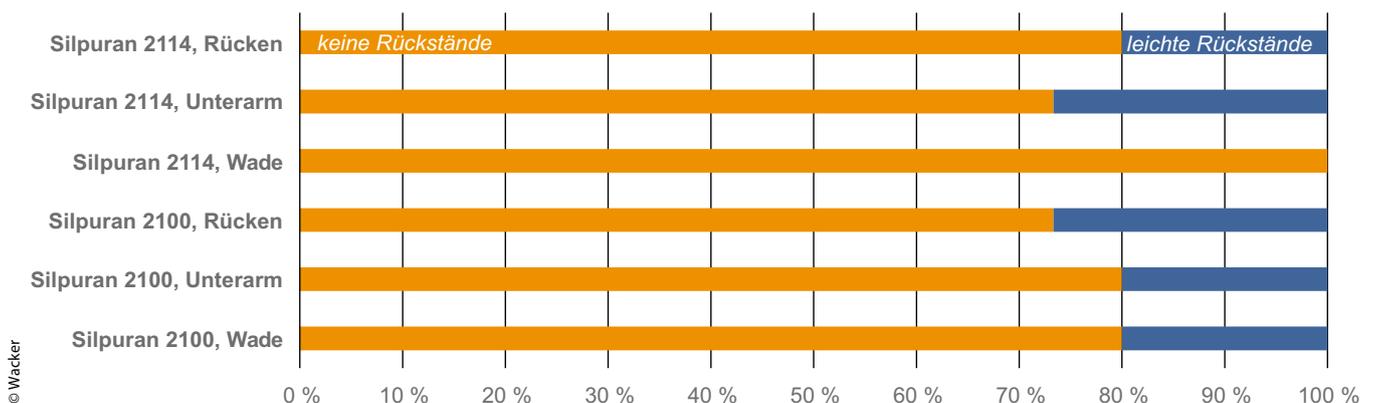


Bild 5 > Beurteilung der Adhäsivreste, die nach dem Abziehen auf der Haut verblieben.

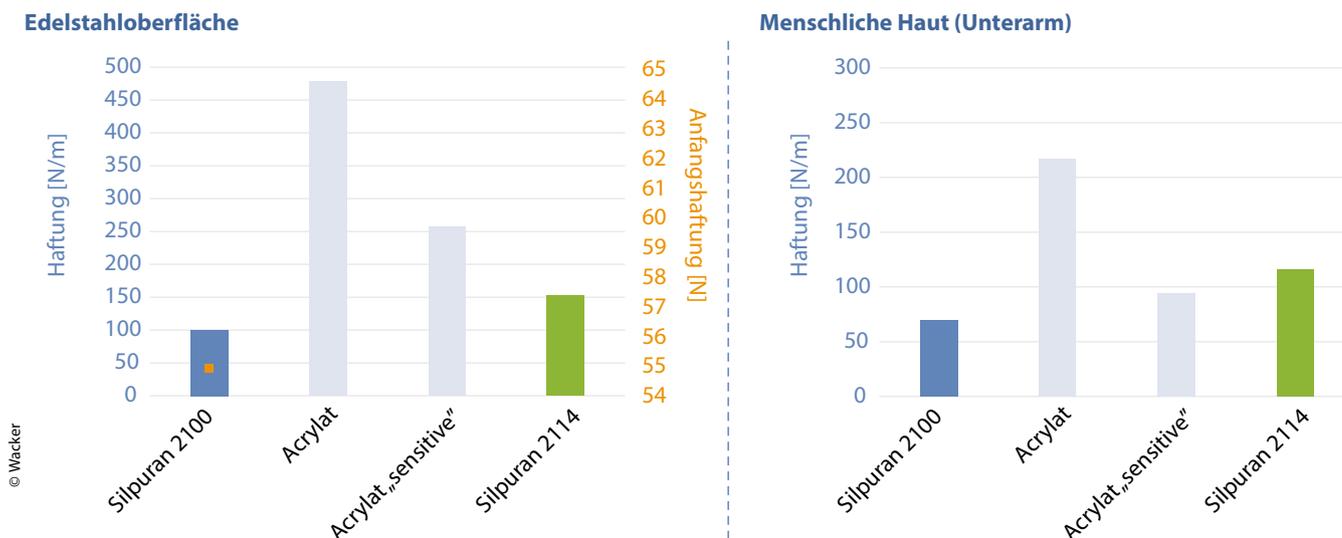


Bild 6 > Labormessungen der Hafteigenschaften von Silpuran 2100, Silpuran 2114 und zwei acrylatbasierten Adhäsiven. Die Ergebnisse der 90°-Abzugsversuche sind als Balken dargestellt, die gemessenen Anfangshaftungen als kleine orangefarbene Quadrate.

Bei der Behandlung chronischer Wunden lassen sich die Marktanforderungen an die Tragezeit von Wundauflagen mit beiden Siliconhaftgelen erfüllen. Beide Produkte schränken den Patienten in seiner sportlichen Aktivität nicht ein. Häufiges Duschen beeinträchtigt die Tragezeit in keiner Weise.

Mit Silpuran 2114, das belegt die Studie, sind längere Tragezeiten möglich. Die höhere Haftkraft erlaubt eine dünnere Beschichtung als dies bei Standard-Siliconhaftgelen der Fall ist, was sich als Kostenvorteil für den Verarbeiter auswirkt. Zudem lassen sich stark haftende Siliconhaftgele auch außerhalb der modernen Wundversorgung einsetzen. Realisierbar sind etwa Tapes für die Fixierung auf sehr empfindlicher Haut oder auch zu verlässige Adhäsivschichten für medizinische Vorrichtungen, die sich schmerzarm und hautschonend von der Haut abnehmen lassen.

Das Entwicklungsziel, die Haftkraft zu erhöhen ohne die Kohäsionskraft zu beeinträchtigen, wurde ebenfalls erreicht. Die Studie zeigt, dass sich Silpuran 2114 trotz höherer Haftung in der Praxis rückstandsfrei ablösen lässt. //

Literaturhinweise

- [1] Grefen, A., Alvez, P., Beeckman, D., Cullen, B., Lazaro-Martinez, J. L., Lev-Tov, H., Najafi, B., Santamaria, N., Sharpe, A., Swanson, T., und Woo, K.: How should clinical wound care and management translate to effective engineering standard testing requirements from foam dressings? Mapping the existing gaps and needs. *Advances in Wound Care*, ahead of print April 5, 2022, Online: <https://www.liebertpub.com/doi/epdf/10.1089/wound.2021.0173>, aufgerufen am 7.10.2022
- [2] White, R.: Evidence for atraumatic soft silicone wound dressing use. *Wounds UK* 2005, 1 (3), 104–109. Online: https://www.researchgate.net/publication/237641992_Evidence_for_atraumatic_soft_silicone_dressing_use, aufgerufen am 7.10.2022
- [3] White, R.: A multinational survey of the assessment of pain when removing dressings. *Wounds UK* 2008, 4 (1), 14–22. Online: https://www.researchgate.net/publication/265205162_A_multinational_survey_of_the_assessment_of_pain_when_removing_dressings, aufgerufen am 7.10.2022
- [4] Alvarez, O. M., Granick, M. S., Reyzelman, A., und Serena, Th.: A prospective, rando-

mized, controlled, crossover study comparing three multilayered foam dressings for the management of chronic wounds. *J. Comp. Eff. Res.* 2021, 10 (6), 481–493. Online: <https://www.futuremedicine.com/doi/pdf/10.2217/cer-2020-0268>, aufgerufen am 7.10.2022

[5] Wong-Baker FACES Foundation. Online: <https://wongbakerfaces.org>, aufgerufen am 7.10.2022

Das Autorenteam

Dr. Thomas Gröer
– korrespondierender Autor –
(thomas.groer@wacker.com)

Andrea Bogner
Wacker Chemie AG, München

IMPRESSUM:

Sonderausgabe 2022 in Zusammenarbeit mit Wacker Chemie AG, Hanns-Seidel-Platz 4, 81737 München; Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Postfach 1546, 65173 Wiesbaden, Amtsgericht Wiesbaden, HRB 9754, USt-IdNr. DE81148419

GESCHÄFTSFÜHRER:

Stefanie Burgmaier | Andreas Funk | Joachim Krieger

PROJEKTMANAGEMENT: Anja Trabus

TITELBILD: © Wacker Chemie AG



WACKER

Wacker Chemie AG
Hanns-Seidel-Platz 4
81737 Munich, Germany
www.wacker.com/contact

www.wacker.com

Follow us on:

