

## Plasma Care – Kaltplasmabehandlung

- **Aktionspreis 34,90 €** brutto pro Behandlung (Selbstzahler)
- Regt die **Wundheilung** an
- Für die **effiziente Behandlung** von **infizierten Wunden**
- Verursacht **keine Allergien**
- Dringt in Zellen ein und **reduziert Bakterien**

**NEU  
BEI UNS IM  
WKZP**





## VIROMED

Viromed GmbH

Flensburger Str. 5  
25421 Pinneberg

support@viromed.de  
www.viromed.de



# plasma care®

## Wunddesinfektion mit kaltem Plasma



NUR 60 SEKUNDEN  
PRO ANWENDUNG



ANWENDERFREUNDLICH



KEINE RESISTENZEN UND  
ALLERGIEN BEKANNT



BAKTERIEN-  
REDUKTION



SICHER –  
KEINE GEWESCHÄDIGUNG  
BEKANNT



GEEIGNET FÜR  
PATIENTEN MIT  
SCHRITTMACHER



MOBIL EINSETZBAR  
UND LEICHT ZU  
BEDIENEN



AKTIVIERUNG DER  
WUNDHEILUNG  
BEOBACHTET

# Kaltplasma als medizinische Innovation

Wenn Eis oder Wasser erhitzt werden – ihnen also Energie in Form von Wärme zugeführt wird – dann ändern sie den Aggregatzustand: Eis schmilzt und Wasser siedet. Auf ähnliche Weise entsteht aus einem Gas bei Energiezufuhr das Plasma. Es handelt sich demnach um einen vierten, hochenergetischen Aggregatzustand, in welchem das Gas teilweise ionisiert vorliegt.

Von kaltem oder nicht-thermischem Plasma spricht man, wenn sich die Temperatur bei der Bildung des Plasmas nur leicht erhöht und normale Druckverhältnisse genügen, um es herzustellen.<sup>1</sup>

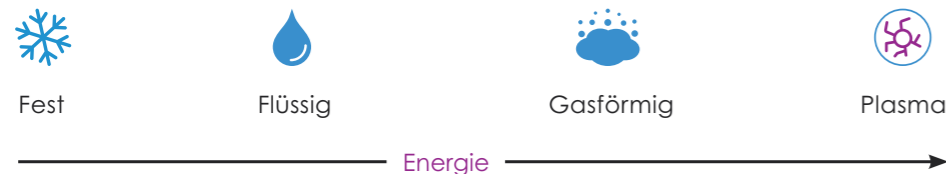
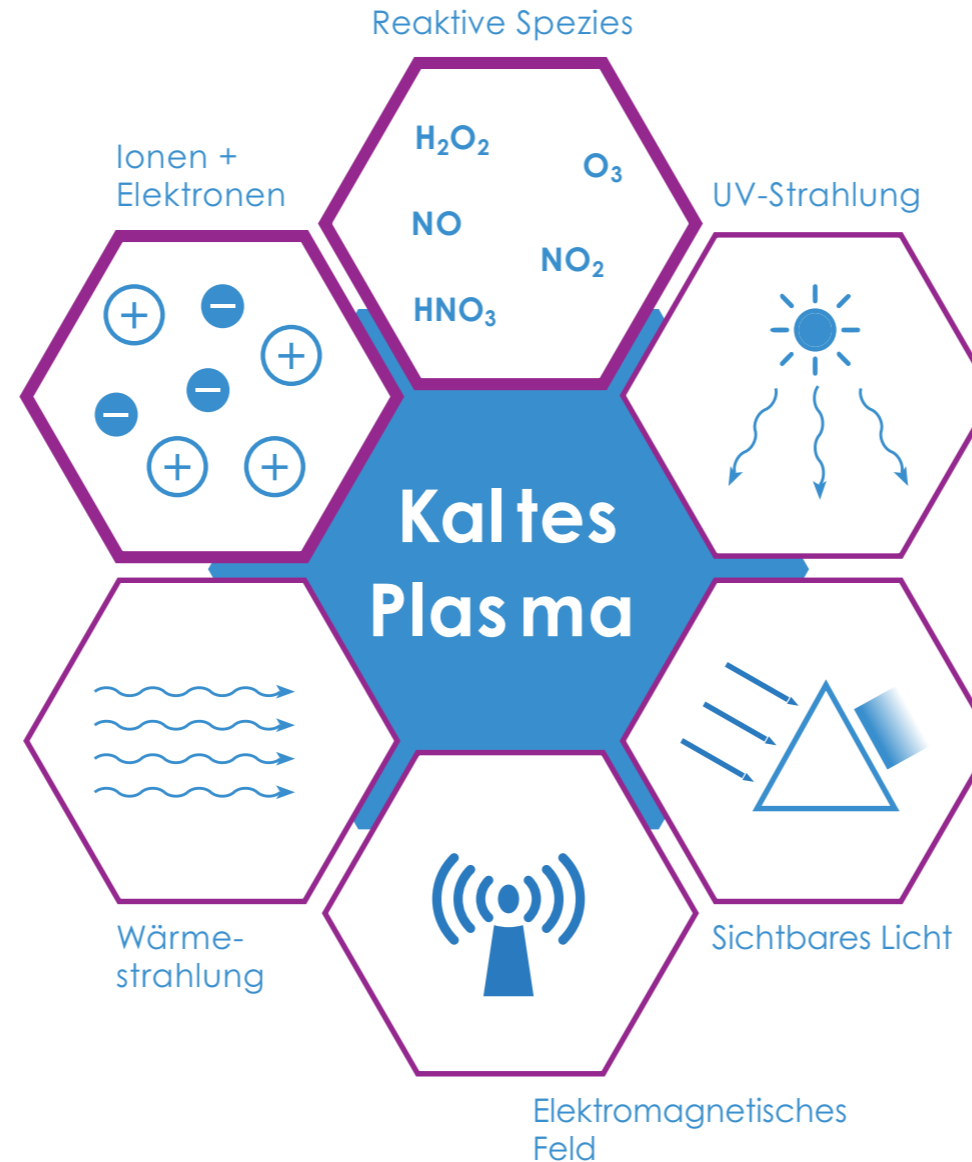


Abbildung 1: Plasma ist ein 4. Aggregatzustand



Auch das Gasgemisch, aus dem unsere Atemluft besteht, kann durch die Zufuhr von Energie in Plasma umgewandelt werden. Dieses Plasma wird als kaltes atmosphärisches Plasma (KAP) bezeichnet und hat Eigenschaften, die in der Medizin zur Therapie von Patienten eingesetzt werden können.<sup>2,3,10,17-23,24,25-28</sup>

Physisch besteht KAP aus freien Elektronen und Radikalen, Ionen und angeregten Molekülen, die aus dem Ursprungsmaterial, also der Luft, entstehen. Zudem wird bei der Generierung von KAP ein elektrisches Feld, Strahlung in Form von sichtbarem und ultraviolettem Licht, sowie von Wärme produziert.<sup>1</sup>

Ionen & Elektronen	$N^+$ , $N_2^+$ , $N_3^+$ , $N_4^+$ , $O^+$ , $O_2^+$ , $NO^+$ , $NO_2^+$ , $H^+$ , $H_2^+$ , $H_3^+$ , $OH^+$ , $H_2O^+$ , $H_3O^+$ , $e^-$ , $O^-$ , $O_2^-$ , $O_3^-$ , $O_4^-$ , $NO^-$ , $N_2O^-$ , $NO_2^-$ , $NO_3^-$ , $H^-$ , $OH^-$
Reaktive Spezies	angeregtes $N_2$ , angeregtes $O$ , $H$ , $N$ , $O$ , angeregtes $O_2$ , $O_3$ , $NO$ , $N_2O$ , $NO_2$ , $N_2O_3$ , $N_2O_4$ , $N_2O_5$ , $H_2$ , $OH$ , $HO_2$ , $H_2O_2$ , $HNO$ , $HNO_2$ , $HNO_3$
UV-Strahlung	Max. $0,00198 \text{ J/m}^2$ in 3 Minuten (Grenzwert = $30 \text{ J/m}^2$ am Tag)
Sichtbares Licht	lila Schimmer
Wärmestrahlung	$\Delta T = \text{circa } 1 \text{ }^\circ\text{C/Minute}$ , immer $\leq 40 \text{ }^\circ\text{C}$



NUR 60 SEKUNDEN  
PRO ANWENDUNG



ANWENDERFREUNDLICH



KEINE RESISTENZEN UND  
ALLERGIEN BEKANNT



BAKTERIEN-  
REDUKTION



SICHER –  
KEINE GEWEBESCHÄDIGUNG  
BEKANNT



GEEIGNET FÜR  
PATIENTEN MIT  
SCHRITTMACHER



MOBIL EINSETZBAR  
UND LEICHT ZU  
BEDIENEN



AKTIVIERUNG DER  
WUNDHEILUNG  
BEOBACHTET

# Wirkungsweise von kaltem Plasma

Bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen verursacht das Plasma lokale und vorübergehende Mikroporen mit 5 Nanometer Durchmesser in der Zellmembran.<sup>4</sup> Erzeugt werden diese sowohl durch physikalische (z. B. lokales Aufheizen durch Rekombination oder Abregung angeregter Atome und Moleküle an der Zelloberfläche) als auch durch chemische Prozesse (z. B. Wasserstoff-Denaturierung durch die Wechselwirkung von Hydroxylradikalen mit den Phospholipiden der Zellmembran).<sup>5</sup> Reaktive Sauerstoff- und Stickstoff-Spezies (RONS), wie z. B. Stickstoffdioxid, Wasserstoffperoxid und Ozon, dringen durch diese Poren in die Zelle ein. Bei prokaryotischen Zellen reagieren die RONS mit der in den Bakterien freiliegenden DNA und zerstören selbige, indem sie DNA Oxidation und Doppelstrangbrüche verursachen.<sup>4,6</sup> Antibiotika- und andere Resistenzen spielen hierbei keine Rolle.

Menschliche eukaryotische Zellen sind hingegen vor der Wirkung von vorübergehend applizierten KAPs sicher, da ihre DNA durch die Zellkernmembran zusätzlich geschützt ist und darüber hinaus zellbiologische Reparaturmechanismen Schutz bieten (z. B. Regulierung der zellulären Redoxbalance).<sup>7</sup> Tatsächlich sind einige der effektiven reaktiven Spezies im Plasma sogar identisch mit jenen, die das menschliche Immunsystem selbst zur Pathogen-

Abwehr einsetzt. Darüber hinaus löst das KAP die Produktion von antimikrobiellen Peptiden aus.<sup>8</sup>

Es konnte außerdem gezeigt werden, **dass kaltes Plasma die Wundheilungsmaschinerie der Zelle anregt<sup>9</sup>** und demzufolge die Regeneration von verletztem Gewebe stimuliert.

KAPs haben dementsprechend eine starke bakterizide Wirkung. Folglich können sie effektiv für die Desinfektion von infizierten Wunden wie beim Ulcus cruris, dem diabetischen Fußsyndrom und bei Dekubitus eingesetzt werden. Darüber hinaus kann KAP vorbeugend zur Vermeidung von Wundinfektionen (z. B. bei akuten Spalthautwunden) eingesetzt werden. In einer retrospektiven klinischen Studie<sup>10</sup>, in Tiermodellen<sup>8,9,11</sup> und bei In-vitro-Untersuchungen<sup>8,9</sup> wurden zudem **Hinweise auf eine verbesserte Wundheilung** im Rahmen der Behandlung mit KAPs gefunden.

Gemeinsam können diese Effekte möglicherweise die **Wundheilung verbessern und beschleunigen**, die Lebensqualität der Patienten verbessern und die Verweildauer von Patienten mit multiresistenten Keimen auf Isolierstationen reduzieren. Um darüber hinausgehende Aussagen treffen zu können, sind allerdings weitere klinische Prüfungen und Erfahrungsberichte aus der Praxis notwendig.

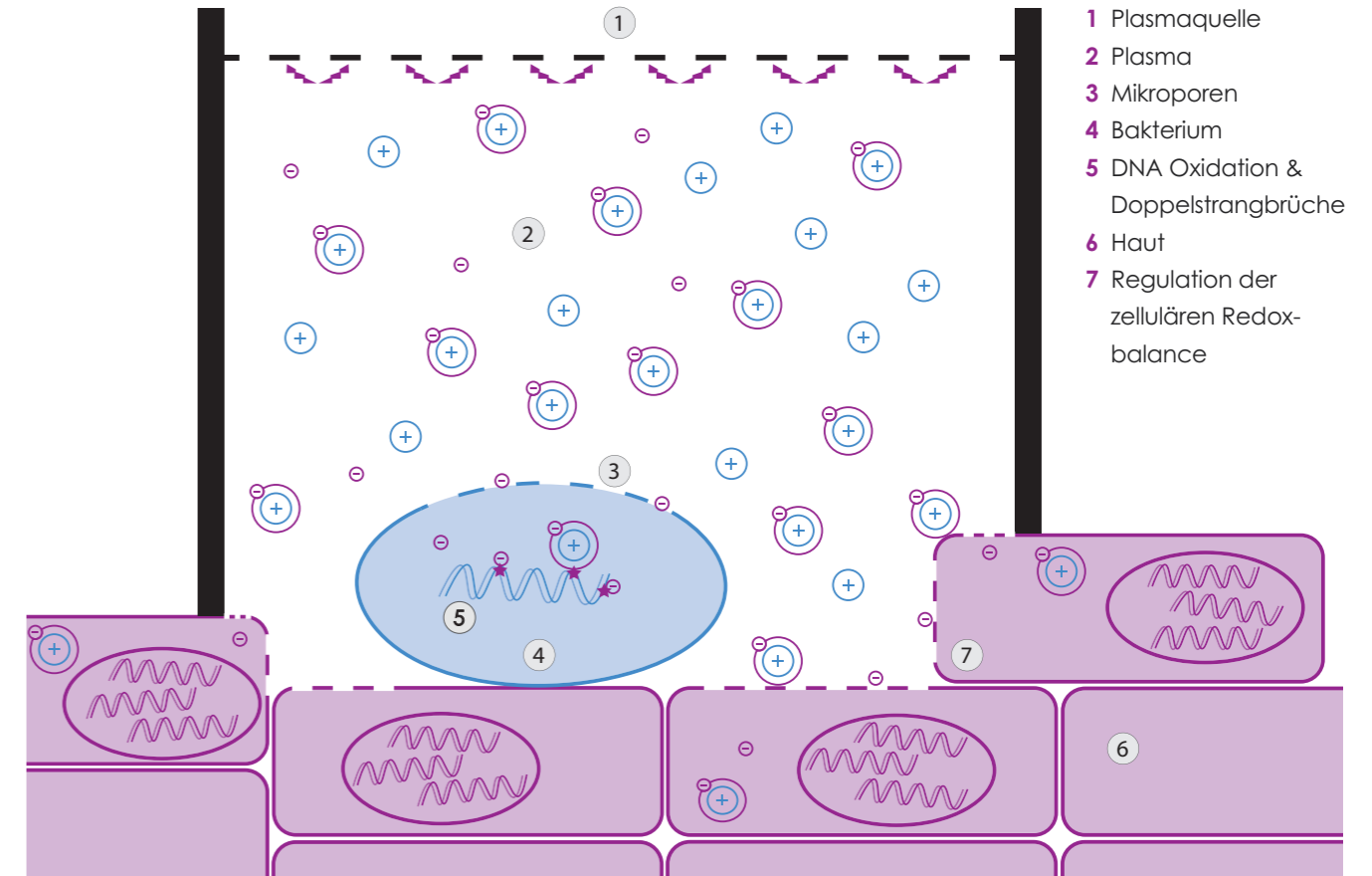


Abbildung 2: Biologische Plasmawirkung



NUR 60 SEKUNDEN  
PRO ANWENDUNG



ANWENDERFREUNDLICH



KEINE RESISTENZEN UND  
ALLERGIEN BEKANNT



BAKTERIEN-  
REDUKTION



SICHER –  
KEINE GEWEBESCHÄDIGUNG  
BEKANNT



GEEIGNET FÜR  
PATIENTEN MIT  
SCHRITTMACHER



MOBIL EINSETZBAR  
UND LEICHT ZU  
BEDIENEN



AKTIVIERUNG DER  
WUNDHEILUNG  
BEOBACHTET

# Plasmamedizin für die Kitteltasche



Das **plasma care**<sup>®</sup> ist ein mobil einsetzbares Medizingerät zur Wunddesinfektion mithilfe von kaltem atmosphärischem Plasma. Es hat ungefähr die Größe und das Gewicht eines alten Telefonhörers und ist akku-betrieben, mit einer Batteriekapazität, die bei voller Ladung für mindestens 200 Behandlungen ausreicht.

Dementsprechend kann das **plasma care**<sup>®</sup> im klinischen oder niedergelassenen Bereich, aber auch von ambulanten Pflegediensten und Wundspezialisten eingesetzt werden. Das Indikationsgebiet ist in der rechtsstehenden Tabelle angegeben. Die Aufladung des **plasma care**<sup>®</sup> erfolgt induktiv in einer Ladestation.



## INDIKATION

	Genese/Ursache	Erkrankung/Zustand	Symptome und Aspekte
<b>Chronische Wunden</b>	arteriell, venös, infektiös, diabetisch, neuropathisch, traumatisch, vaskulitisch	Ulcus, Dekubitus oder Pyoderma gangrenosum	mögliche Indikation einer bakteriellen Belastung (prophylaktisch), Kolonisation und Infektion mit Bakterien
<b>Akute, offene Wunden</b>	mechanisch bedingt	Schürfwunden, Schnittwunden, Stichwunden, Platzwunden, Quetschwunden, Ablederungen, Riss- und Bisswunden, Schusswunden, Pfählungen, Amputationen	mögliche Indikation einer bakteriellen Belastung (prophylaktisch), Kolonisation und Infektion mit Bakterien
	thermisch bedingt	Verbrennung, Erfrierung	
	operationsbedingt	Operationswunden, sekundär heilende Operationswunden, Spalthautentnahmestellen	

## KONTRAINDIKATION

- Stark und akut blutende Wunden
- Wunden an offenliegenden Organen (OP-Bereich)
- Wunden an Schleimhäuten
- Wunden im Kopf- und Halsbereich
- Kinder unter 12 Jahren

Tabelle 1: Indikationen und Kontraindikationen für die Verwendung von **plasma care**<sup>®</sup>.



NUR 60 SEKUNDEN PRO ANWENDUNG



ANWENDERFREUNDLICH



KEINE RESISTENZEN UND ALLERGIEN BEKANT



BAKTERIEN-REDUKTION



SICHER – KEINE GEWEBESCHÄDIGUNG BEKANT



GEEIGNET FÜR PATIENTEN MIT SCHRITTMACHER



MOBIL EINSETZBAR UND LEICHT ZU BEDIENEN



AKTIVIERUNG DER WUNDHEILUNG BEOBACHTET

# Die Anwendung – einfach, effektiv und schmerzfrei

Um eine sterile Behandlung einzelner Patienten zu gewährleisten und Kreuzkontaminationen zu vermeiden, wird das **plasma care®** in Kombination mit einem einzeln verpackten Aufsatz, dem **plasma care®** Abstandhalter, benutzt. Dieser wird leicht auf die Wunde aufgesetzt, ohne durch Druck zusätzliche Schmerzen zu verursachen. Das KAP wird durch die Zufuhr von Energie aus der Umgebungsluft innerhalb des Abstandhalters gebildet.



Im **plasma care®** kommt dabei eine indirekte Plasmaquelle mit der SMD (Surface Micro-Discharge, Patent angemeldet)-Technologie zum Einsatz, so dass kein Strom durch den Patienten fließt. Die Haut, bzw. die Wundoberfläche, hat ausschließlich Kontakt mit den therapeutisch wirksamen, langlebigen Plasmakomponenten und das gesunde Gewebe wird nicht geschädigt.

Mit 13 cm<sup>2</sup> ist die Behandlungsfläche des **plasma care®** groß genug für die meisten Wunden, bei größeren oder mehreren Wunden kann der Abstandhalter innerhalb einer Behandlungssitzung auch bis zu 6 mal eingesetzt werden (Gesamtbehandlungsfläche: 78 cm<sup>2</sup>). Im Anschluss ist der Abstandhalter invalide und muss mit den infektiösen Abfällen entsorgt werden.

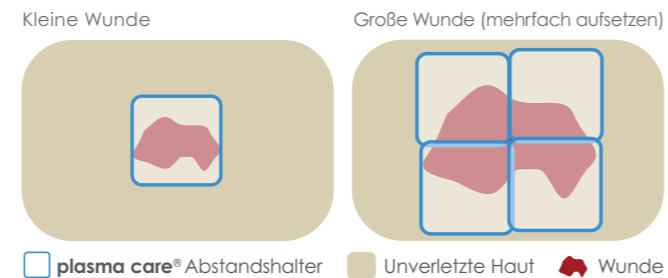


Abbildung 3: Behandlungsschema für Wunden unterschiedlicher Größe

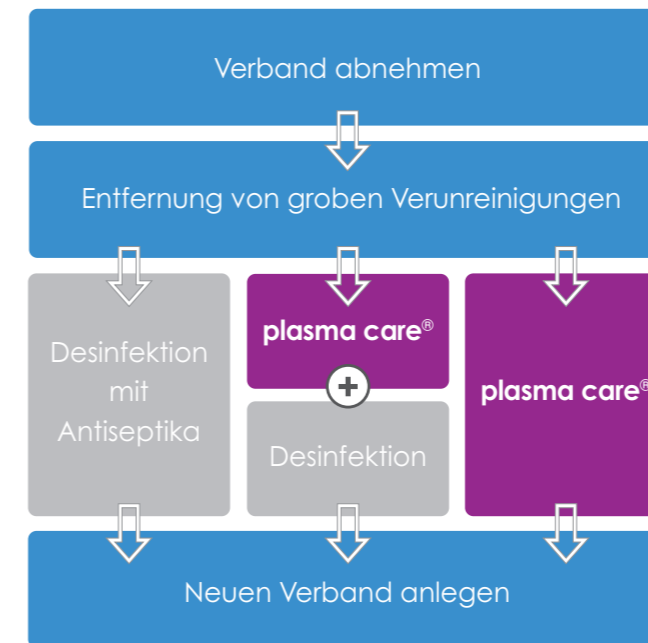


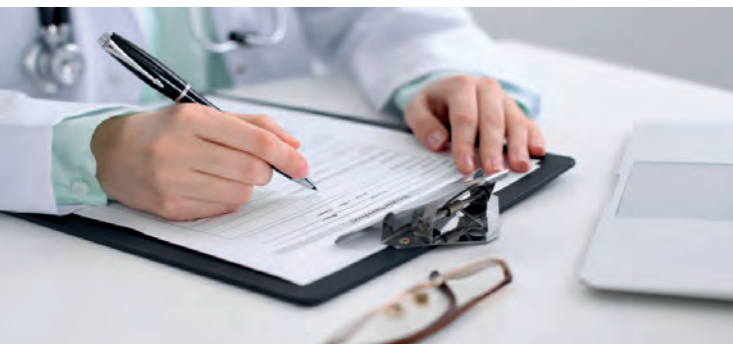
Abbildung 4: Wundbehandlungsprozess

Der Prozess der Wundbehandlung bleibt grundsätzlich unverändert: Das Wundbett wird präpariert, d.h. debridiert und gereinigt. Damit ist die Wunde optimal für die Behandlung mit dem **plasma care** vorbereitet, das Kaltplasma kann ungehindert auf die Wundoberfläche strömen und Bakterien einschließlich MRE deaktivieren / zerstören. Im Anschluss kann noch ein Antiseptikum eingesetzt werden, um eine antibakterielle Langzeitwirkung zu erzielen. \*Die Behandlung mit dem **plasma care** wurde bei den bisherigen Behandlungen von den Patienten als frei von Schmerzen beschrieben.

# Präklinische Untersuchungen

In präklinischen Untersuchungen wurde das **plasma care®** effektiv gegen zahlreiche Risikoklasse I und II Bakterienstämme eingesetzt, einschließlich *S. aureus*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, *MRSA* und *VRE*. Ein signifikanter Unterschied in deren Empfindlichkeit gegenüber dem KAP war hierbei nicht festzustellen und es wurde auch keine Resistenzbildung beobachtet.

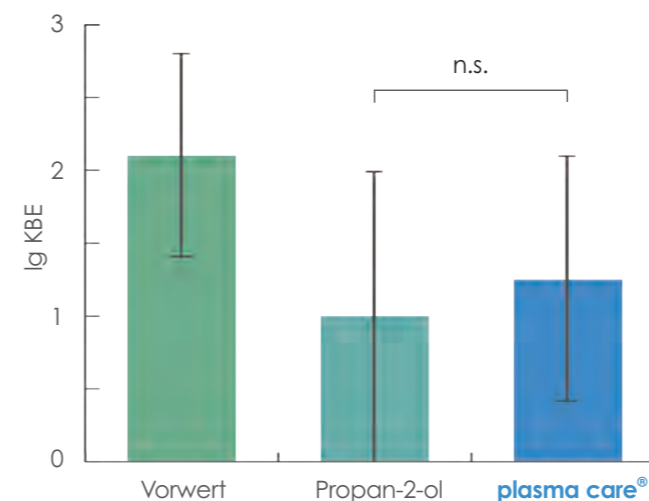
Auf Agar wurden innerhalb von **60 Sekunden 99,999 % der getesteten Bakterien und des Hefepilzes *C. albicans* abgetötet**. Zudem war das **plasma care®** effektiv beim Einsatz gegen Biofilme von *E. faecalis* (99,9 % Reduktion in 1 Minute). Unter Realitäts-ähnlicheren Bedingungen in einem ex vivo Schweinehaut-Modell waren es innerhalb des gleichen Zeitraums 69 bis 83 % der Bakterien.



Bei der Plasmabehandlung handelt es sich nicht um eine zielgerichtete Therapie, die ausschließlich die Pathogene angreift. Auch gesundes menschliches Gewebe kommt mit dem KAP in Kontakt. Daher wurde eingehend untersucht, ob die Plasmabehandlung Veränderungen in primären Fibroblasten und Keratinozyten oder in der Haut verursacht. **Plasmabehandlungen von bis zu 3 Minuten (maximal zulässiger Behandlungszeitraum eines einzelnen Wundabschnitts innerhalb von 24 Stunden) hatten jedoch keinerlei Einfluss auf Vitalität, Viabilität oder Migrationsverhalten von primären Fibroblasten und Keratinozyten.** Zudem kam es zu **keinen histologischen oder pro-apoptischen Veränderungen** in „normaler“ oder „empfindlicher“ Haut aus Biopsien von gesunden Spendern. In Mutagenitätstests (HGPRT-Test mit V79-Zellen) konnte dem KAP aus dem **plasma care®** zudem **keinerlei genotoxisches Potenzial** nachgewiesen werden. Untersucht wurden dabei Behandlungsdauern von bis zu 5 Minuten (längere Behandlungszeiten sind auf Grund der Einschränkungen bei Zellversuchen nicht möglich). Die Ergebnisse aus den ausführlichen präklinischen Untersuchungen des **plasma care®** weisen das Gerät dementsprechend als effektiv und sicher aus und sind vergleichbar mit publizierten Daten der **terraplasma** Unternehmensgruppe.<sup>8,9,12-16</sup>

# Die Vorteile auf einen Blick

Zudem wurde die antibakterielle Wirkung des **plasma care®** von einem unabhängigen, zertifizierten Prüflabor (HygCen Germany GmbH) anhand einer modifizierten Standardmethode (VAH Methode 13) bestätigt. Die residente Hautflora auf dem Oberarm von gesunden Probanden wurde innerhalb von drei Minuten um 83 % reduziert (n = 20) und bei einer künstlichen Kontamination mit *E. coli* K12 wurde sogar eine 99,97 % Reduktion innerhalb dieses Zeitraums erreicht (n = 5). Somit war die Wirkung des **plasma care®** vergleichbar mit derjenigen des Referenzprodukts 70 % (v/v) Propan-2-ol.



- Effektive Bakterienreduktion
- Abtötung multiresistenter Keime
- Eine verbesserte Wundheilung wurde beobachtet
- Keine Entwicklung von Resistenzen
- Keine Gewebeschädigung
- Nur 1 Minute pro Anwendung
- Mobil einsetzbar und leicht zu bedienen
- Auch für Patienten mit Herzschrittmacher geeignet
- Kein Edelgas
- Kein Strom durch die Haut
- Klinische Prüfung seit Juni 2019

Abbildung 5:  
Prüfergebnisse bei residenter Hautflora (n=20)

KBE = Kolonie-bildende Einheit  
n.s. = nicht signifikant

Die residente Hautflora auf talgdrüsenarmer Haut (Oberarm) wird mit dem **plasma care®** innerhalb von drei Minuten vergleichbar stark reduziert wie nach drei Minuten Behandlung mit 70% (v/v) Propan-2-ol



NUR 60 SEKUNDEN  
PRO ANWENDUNG



ANWENDERFREUNDLICH



KEINE RESISTENZEN UND  
ALLERGIEN BEKANNT



BAKTERIEN-  
REDUKTION



SICHER –  
KEINE GEWEBESCHÄDIGUNG  
BEKANNT



GEEIGNET FÜR  
PATIENTEN MIT  
SCHRITTMACHER



MOBIL EINSETZBAR  
UND LEICHT ZU  
BEDIENEN



AKTIVIERUNG DER  
WUNDHEILUNG  
BEOBACHTET

# Fallstudien

Das **plasma care®** wird bei Patienten mit chronischen Wunden unterschiedlicher Genese eingesetzt, z. B. bei postoperativen Wundheilungsstörungen, diabetischem Fußsyndrom und Dekubitus. Hier finden Sie einige Fallbeispiele.

## BEISPIEL: POSTOPERATIVE WUNDHEILUNGSSTÖRUNG

Patient (40 J.), Chir. Entfernung eines sternalen Liposarkoms (Weichteilgewebstumor), partielle Resektion des Sternums und der Rippen C2-5 rechts und C2-4 links. Post-operative Wundheilungsstörung mit sternaler putrider (eitriger) Wundabszesshöhle – Wundrevision und Auflage eines Wundversiegelungssystems erfolglos, Bildung von Nekrosen.

### Behandlungsablauf:

Behandlung erfolgte über 13 Wochen mit durchschnittlich 3 Behandlungen/Woche. Regelmäßige Entfernung von Krusten und Nekrosen, Nekrorestellen wurden sichtlich kleiner, die Wunde wurde flacher und schloss sich von unten und vom Rand her.



Ausgangssituation, Okt. 2019

Ende Januar 2020

## BEISPIEL: DEKUBITUS

Patientin (64 J.), Post-Polio-Syndrom, chronisch respiratorische und ventilatorische Insuffizienz, Adipositas Gr. III, hyperkapnisches Koma. Hypergranulierendes Druckgeschwür am Nacken, durch Reibung und Feuchtigkeit am Gurt der Beatmungsmaske, Stagnation in der Granulationsphase.

### Behandlungsablauf:

7 Kaltplasma-Behandlungen (6 x 2 min, 1 x 1 min) in 3 Wochen, die ersten Behandlungen wurden an aufeinander folgenden Tagen durchgeführt. Die Wunde ist nach 22 Tagen vollständig epithelialisiert.



Tag 0, Ausgangssituation

Tag 1, 1 KAP Behandlung

Tag 8, 6 KAP Behandlungen

Tag 15, 7 KAP Behandlungen

Tag 22, Komplette epithelialisiert

## BEISPIEL: POSTOPERATIVE WUNDHEILUNGSSTÖRUNG

Patientin (77 J.), sekundär heilende Wunde (Spalthauttransplantation und Lappenplastik) nach Trauma (Quetschung bei Autounfall), Wundheilungsstörung bei bekannter CVI und Herzinsuffizienz, Infektion mit *Enterobacter aerogenes*, zusätzlich Neigung zu Ödem-Bildung in den Unterschenkeln

### Behandlungsablauf:

2 x pro Woche Kaltplasma-Behandlungen (je 1 min), Umstellung auf feuchte Wundversorgung zum Aufweichen der Verkrustungen und Nekrosen, regelmäßige mechanische Reinigung, nach 18 Behandlungen in 11 Wochen bis auf punktuelle oberflächliche Hauteröffnung (Wundgröße: 0,22 x 0,17 cm), Wunde vollständig epithelialisiert, Plasmatherapie nicht mehr notwendig



Woche 0, Ausgangssituation

Woche 1, 3 KAP Behandlungen

Woche 2, 5 KAP Behandlungen

Woche 8, 7 KAP Behandlungen

Woche 11, 18 KAP Behandlungen



NUR 60 SEKUNDEN  
PRO ANWENDUNG



ANWENDERFREUNDLICH



KEINE RESISTENZEN UND  
ALLERGIEN BEKANNT



BAKTERIEN-  
REDUKTION



SICHER –  
KEINE GEWEBESCHÄDIGUNG  
BEKANNT



GEEIGNET FÜR  
PATIENTEN MIT  
SCHRITTMACHER



MOBIL EINSETZBAR  
UND LEICHT ZU  
BEDIENEN



AKTIVIERUNG DER  
WUNDHEILUNG  
BEOBACHTET



# Literaturverzeichnis

1. Gerling, T.; Weltmann, K. D. Einführung in Atmosphärendruck-Plasmaquellen für plasmamedizinische Anwendungen. In *Plasmamedizin; Metelmann, H.-R., von Woedtke, T., Weltmann, K.-D., Eds.; Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2016; pp 3–15. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-52645-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-52645-3_1).*
2. Heinlin, J.; Morfill, G.; Landthaler, M.; Stolz, W.; Isbary, G.; Zimmermann, J. L.; Shimizu, T.; Karrer, S. Plasma Medicine: Possible Applications in Dermatology. *J. Dtsch. Dermatol. Ges. J. Ger. Soc. Dermatol. JDDG* 2010, 8 (12), 968–976. <https://doi.org/10.1111/j.1610-0387.2010.07495.x>. **FREE ACCESS**
3. Isbary, G.; Shimizu, T.; Li, Y.-F.; Stolz, W.; Thomas, H. M.; Morfill, G. E.; Zimmermann, J. L. Cold Atmospheric Plasma Devices for Medical Issues. *Expert Rev. Med. Devices* 2013, 10 (3), 367–377. <https://doi.org/10.1586/erd.13.4>.
4. Leduc, M.; Guay, D.; Leask, R. L.; Coulombe, S. Cell Permeabilization Using a Non-Thermal Plasma. *New J. Phys.* 2009, 11 (11), 115021. <https://doi.org/10.1088/1367-2630/11/11/115021>. **FREE ACCESS**
5. Yonson, S.; Coulombe, S.; Léveillé, V.; Leask, R. L. Cell Treatment and Surface Functionalization Using a Miniature Atmospheric Pressure Glow Discharge Plasma Torch. *J. Phys. Appl. Phys.* 2006, 39 (16), 3508–3513. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/39/16/S08>.
6. Helmke, A. Niedertemperaturplasma: Eigenschaften, Wirkungen und Gerätetechnik. In *Plasmamedizin; Metelmann, H.-R., von Woedtke, T., Weltmann, K.-D., Eds.; Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2016; pp 33–45. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-52645-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-662-52645-3_3).*
7. von Woedtke, T.; Schmidt, A.; Bekeschus, S.; Wende, K. Wissenschaftliche Grundlagen, Stand und Perspektiven der Plasmamedizin. In *Plasmamedizin; Metelmann, H.-R., von Woedtke, T., Weltmann, K.-D., Eds.; Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2016; pp 17–32. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-52645-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-662-52645-3_2).*
8. Arndt, S.; Landthaler, M.; Zimmermann, J. L.; Unger, P.; Wacker, E.; Shimizu, T.; Li, Y.-F.; Morfill, G. E.; Bosserhoff, A.-K.; Karrer, S. Effects of Cold Atmospheric Plasma (CAP) on  $\beta$ -Defensins, Inflammatory Cytokines, and Apoptosis-Related Molecules in Keratinocytes in Vitro and in Vivo. *PLoS One* 2015, 10 (3), e0120041. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120041> **FREE ACCESS**
9. Arndt, S.; Unger, P.; Wacker, E.; Shimizu, T.; Heinlin, J.; Li, Y.-F.; Thomas, H. M.; Morfill, G. E.; Zimmermann, J. L.; Bosserhoff, A.-K.; et al. Cold Atmospheric Plasma (CAP) Changes Gene Expression of Key Molecules of the Wound Healing Machinery and Improves Wound Healing in Vitro and in Vivo. *PLoS One* 2013, 8 (11), e79325. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079325>. **FREE ACCESS**
10. Isbary, G.; Stolz, W.; Shimizu, T.; Monetti, R.; Bunk, W.; Schmidt, H.-U.; Morfill, G. E.; Klämpfl, T. G.; Steffes, B.; Thomas, H. M.; et al. Cold Atmospheric Argon Plasma Treatment May Accelerate Wound Healing in Chronic Wounds: Results of an Open Retrospective Randomized Controlled Study in Vivo. *Clin. Plasma Med.* 2013, 1 (2), 25–30. <https://doi.org/10.1016/j.cpme.2013.06.001>.
11. Ermolaeva, S. A.; Varfolomeev, A. F.; Chernukha, M. Y.; Yurov, D. S.; Vasiliev, M. M.; Kaminskaya, A. A.; Moiseyevich, M. M.; Romanova, J. M.; Murashev, A. N.; Selezneva, I. I.; et al. Bactericidal Effects of Non-Thermal Argon Plasma in Vitro, in Biofilms and in the Animal Model of Infected Wounds. *J. Med. Microbiol.* 2011, 60 (1), 75–83. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.020263-0>. **FREE ACCESS**
12. Klämpfl, T. G.; Isbary, G.; Shimizu, T.; Li, Y.-F.; Zimmermann, J. L.; Stolz, W.; Schlegel, J.; Morfill, G. E.; Schmidt, H.-U. Cold Atmospheric Air Plasma Sterilization against Spores and Other Microorganisms of Clinical Interest. *Appl. Environ. Microbiol.* 2012, 78 (15), 5077–5082. <https://doi.org/10.1128/AEM.00583-12>. **FREE ACCESS**
13. Maisch, T.; Shimizu, T.; Isbary, G.; Heinlin, J.; Karrer, S.; Klämpfl, T. G.; Li, Y.-F.; Morfill, G.; Zimmermann, J. L. Contact-Free Inactivation of *Candida Albicans* Biofilms by Cold Atmospheric Air Plasma. *Appl. Environ. Microbiol.* 2012, 78 (12), 4242–4247. <https://doi.org/10.1128/AEM.07235-11>. **FREE ACCESS**
14. Maisch, T.; Shimizu, T.; Li, Y.-F.; Heinlin, J.; Karrer, S.; Morfill, G.; Zimmermann, J. L. Decolonisation of MRSA, *S. Aureus* and *E. Coli* by Cold-Atmospheric Plasma Using a Porcine Skin Model in Vitro. *PLoS One* 2012, 7 (4), e34610. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034610>. **FREE ACCESS**
15. Boxhammer, V.; Li, Y. F.; Köritzer, J.; Shimizu, T.; Maisch, T.; Thomas, H. M.; Schlegel, J.; Morfill, G. E.; Zimmermann, J. L. Investigation of the Mutagenic Potential of Cold Atmospheric Plasma at Bactericidal Dosages. *Mutat. Res.* 2013, 753 (1), 23–28. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2012.12.015>.
16. Isbary, G.; Köritzer, J.; Mitra, A.; Li, Y.-F.; Shimizu, T.; Schroeder, J.; Schlegel, J.; Morfill, G. E.; Stolz, W.; Zimmermann, J. L. Ex Vivo Human Skin Experiments for the Evaluation of Safety of New Cold Atmospheric Plasma Devices. *Clin. Plasma Med.* 2013, 1 (1), 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.cpme.2012.10.001>.
17. Morfill, G.; Stolz, W. Forschungs-Projekt "Plasma-Medizin" Phase II: Niedertemperatur-Argon-Plasma zur in-vivo-Sterilisation chronischer Wunden – Abschlussbericht. November 7, 2014. **FREE ACCESS**
18. Isbary, G.; Morfill, G.; Schmidt, H. U.; Georgi, M.; Ramrath, K.; Heinlin, J.; Karrer, S.; Landthaler, M.; Shimizu, T.; Steffes, B.; et al. A First Prospective Randomized Controlled Trial to Decrease Bacterial Load Using Cold Atmospheric Argon Plasma on Chronic Wounds in Patients. *Br. J. Dermatol.* 2010, 163 (1), 78–82. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2010.09744.x>.
19. Isbary, G.; Heinlin, J.; Shimizu, T.; Zimmermann, J. L.; Morfill, G.; Schmidt, H.-U.; Monetti, R.; Steffes, B.; Bunk, W.; Li, Y.; et al. Successful and Safe Use of 2 Min Cold Atmospheric Argon Plasma in Chronic Wounds: Results of a Randomized Controlled Trial. *Br. J. Dermatol.* 2012, 167 (2), 404–410. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2012.10923.x>.
20. Heinlin, J.; Zimmermann, J. L.; Zeman, F.; Bunk, W.; Isbary, G.; Landthaler, M.; Maisch, T.; Monetti, R.; Morfill, G.; Shimizu, T.; et al. Randomized Placebo-Controlled Human Pilot Study of Cold Atmospheric Argon Plasma on Skin Graft Donor Sites. *Wound Repair Regen. Off. Publ. Wound Heal. Soc. Eur. Tissue Repair Soc.* 2013, 21 (6), 800–807. <https://doi.org/10.1111/wrr.12078>.
21. Isbary, G.; Shimizu, T.; Zimmermann, J. L.; Heinlin, J.; Al-Zaabi, S.; Rechfeld, M.; Morfill, G. E.; Karrer, S.; Stolz, W. Randomized Placebo-Controlled Clinical Trial Showed Cold Atmospheric Argon Plasma Relieved Acute Pain and Accelerated Healing in Herpes Zoster. *Clin. Plasma Med.* 2014, 2 (2), 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.cpme.2014.07.001>.
22. Isbary, G.; Morfill, G.; Zimmermann, J.; Shimizu, T.; Stolz, W. Cold Atmospheric Plasma: A Successful Treatment of Lesions in Hailey-Hailey Disease. *Arch. Dermatol.* 2011, 147 (4), 388–390. <https://doi.org/10.1001/archdermatol.2011.57>.
23. Isbary, G.; Shimizu, T.; Zimmermann, J. L.; Thomas, H. M.; Morfill, G. E.; Stolz, W. Cold Atmospheric Plasma for Local Infection Control and Subsequent Pain Reduction in a Patient with Chronic Post-Operative Ear Infection. *New Microbes New Infect.* 2013, 1 (3), 41–43. <https://doi.org/10.1002/2052-2975.19>. **FREE ACCESS**
24. Brehmer, F.; Haenssle, H. A.; Daeschlein, G.; Ahmed, R.; Pfeiffer, S.; Görlitz, A.; Simon, D.; Schön, M. P.; Wandke, D.; Emmert, S. Alleviation of Chronic Venous Leg Ulcers with a Hand-Held Dielectric Barrier Discharge Plasma Generator (PlasmaDerm® VU-2010): Results of a Monocentric, Two-Armed, Open, Prospective, Randomized and Controlled Trial (NCT01415622). *J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol.* 2015, 29 (1), 148–155. <https://doi.org/10.1111/jdv.12490>.
25. Daeschlein, G.; Scholz, S.; Ahmed, R.; Majumdar, A.; von Woedtke, T.; Haase, H.; Niggemeier, M.; Kindel, E.; Brandenburg, R.; Weltmann, K. D.; et al. Cold Plasma Is Well-Tolerated and Does Not Disturb Skin Barrier or Reduce Skin Moisture. *J. Dtsch. Dermatol. Ges. J. Ger. Soc. Dermatol. JDDG* 2012, 10 (7), 509–515. <https://doi.org/10.1111/j.1610-0387.2012.07857.x>.
26. Daeschlein, G.; Scholz, S.; Ahmed, R.; von Woedtke, T.; Haase, H.; Niggemeier, M.; Kindel, E.; Brandenburg, R.; Weltmann, K.-D.; Juenger, M. Skin Decontamination by Low-Temperature Atmospheric Pressure Plasma Jet and Dielectric Barrier Discharge Plasma. *J. Hosp. Infect.* 2012, 81 (3), 177–183. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2012.02.012>.
27. Daeschlein, G.; Napp, M.; Lutze, S.; Arnold, A.; von Podewils, S.; Guembel, D.; Jünger, M. Skin and Wound Decontamination of Multidrug-Resistant Bacteria by Cold Atmospheric Plasma Coagulation. *J. Dtsch. Dermatol. Ges. J. Ger. Soc. Dermatol. JDDG* 2015, 13 (2), 143–150. <https://doi.org/10.1111/ddg.12559>.
28. Daeschlein, G.; Napp, M.; von Podewils, S.; Scholz, S.; Arnold, A.; Emmert, S.; Haase, H.; Napp, J.; Spitzmueller, R.; Gümbel, D.; et al. Antimicrobial Efficacy of a Historical High-Frequency Plasma Apparatus in Comparison With 2 Modern, Cold Atmospheric Pressure Plasma Devices. *Surg. Innov.* 2015, 22 (4), 394–400. <https://doi.org/10.1177/1553350615573584>.



NUR 60 SEKUNDEN  
PRO ANWENDUNG



ANWENDERFREUNDLICH



KEINE RESISTENZEN UND  
ALLERGIEN BEKANNT



BAKTERIEN-  
REDUKTION



SICHER –  
KEINE GEWEBESCHÄDIGUNG  
BEKANNT



GEEIGNET FÜR  
PATIENTEN MIT  
SCHRITTMACHER



MOBIL EINSETZBAR  
UND LEICHT ZU  
BEDIENEN



AKTIVIERUNG DER  
WUNDHEILUNG  
BEOBACHTET