plasma care®



Kaltplasmatherapie in der Wundbehandlung und Dermatologie

Wirkweise | Anwendung | Fallbeispiele | Forschungsergebnisse

Die Wirkung von plasma care® in einer Minute

Physikalisches Wirkprinzip

Keine Nebenwirkungen bekannt

Keine Resistenzen von Bakterien gegen kaltes Plasma

Beschleunigte Wundheilung

Förderung der Wundheilung

Inaktivierung von Bakterien, Pilzen und Viren

Normalisierung des pH-Werts



Mobiles Gerät

Handlich und akkubetrieben

Ohne Zusatz eines Trägergases

Sichere und einfache Anwendung, delegierbar

Breites Indikationsspektrum

Chronische und akute Wunden

Entzündliche Hauterkrankungen

Nagel- und Fußpilz



Expertenstimmen zu plasma care®



Dr. Nikolaus Scheper, Diabetologe, Marl

„In unserer diabetologischen Schwerpunktpraxis setze ich das plasma care® seit über einem Jahr beim diabetischen Fußsyndrom (DFS) und anderen problematischen Wunden ein. Ich bin überzeugt, dass Kaltplasma perspektivisch unbedingt zur Regelversorgung bei DFS gehören sollte."



Rahel Wyss, Wundexpertin, Fulenbach

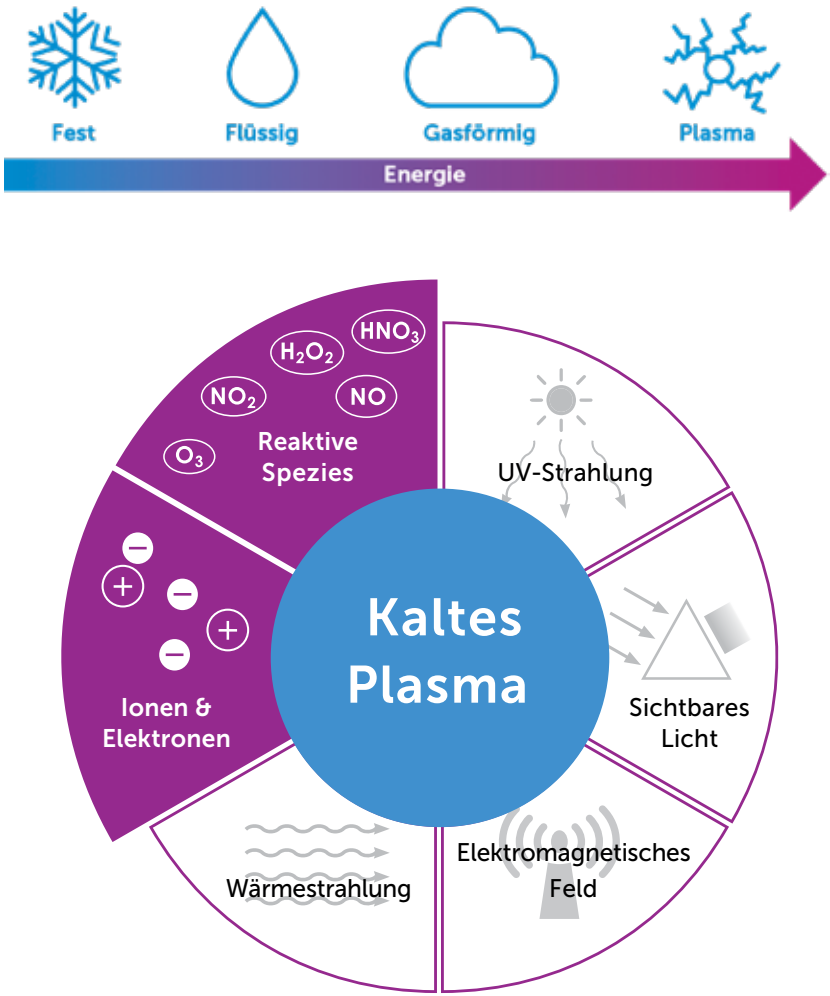
„Die Kaltplasmatherapie kann vom ersten Tag (Exudationsphase) bis zum letzten Tag (Epithelisierung/ Narbenbildung) angewendet werden. Die Anwendung ist sehr einfach, da das plasma care® sehr handlich und klein ist."

Kaltes atmosphärisches Plasma – der „Wunderstoff“ aus der Physik erobert die Medizin

Wenn Eis oder Wasser erhitzt werden – ihnen also Energie zugeführt wird –, dann ändern sie ihren Aggregatzustand: Eis schmilzt und Wasser siedet.

Wird einem Gas Energie zugeführt, entsteht Plasma. Deshalb gilt Plasma in der Physik als der vierte Aggregatzustand, in dem ein Gas ganz oder teilweise ionisiert vorliegt.

Von kaltem atmosphärischem Plasma (CAP) spricht man, wenn sich die Temperatur bei der Bildung des Plasmas nur leicht erhöht und der auf der Erde herrschende Luftdruck genügt, um es herzustellen[1]. In der Wissenschaft hat sich auch der englische Begriff „non-invasive physical plasma“ (NIPP) etabliert.



Komponenten von kaltem atmosphärischem Plasma

Auch das Gasgemisch der Luft kann durch die Zufuhr von Energie in Plasma umgewandelt werden. Dieses Plasma hat Eigenschaften, die in der Medizin zur Therapie von Patienten*innen eingesetzt werden können.[2, 3]

Physikalisch besteht CAP aus freien Elektronen, Radikalen, Ionen und reaktiven Spezies, die aus der Luft erzeugt werden. Das bei der Anwendung von plasma care® entstehende elektrische Feld ist miminal. Daher sind implantierte und externe Herzschrittmacher oder Defibrillatoren keine Kontraindikation. Auch die entstehende UV Strahlung ist minimal und liegt weit unter dem zulässigen Grenzwert.

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 J/m^2 in 3 Minuten (Grenzwert = 30 J/m^2 am Tag)
Sichtbares Licht	Lila Schimmer
Wärmestrahlung	ΔT = circa 1 °C/Minute, immer $\leq$40 °C



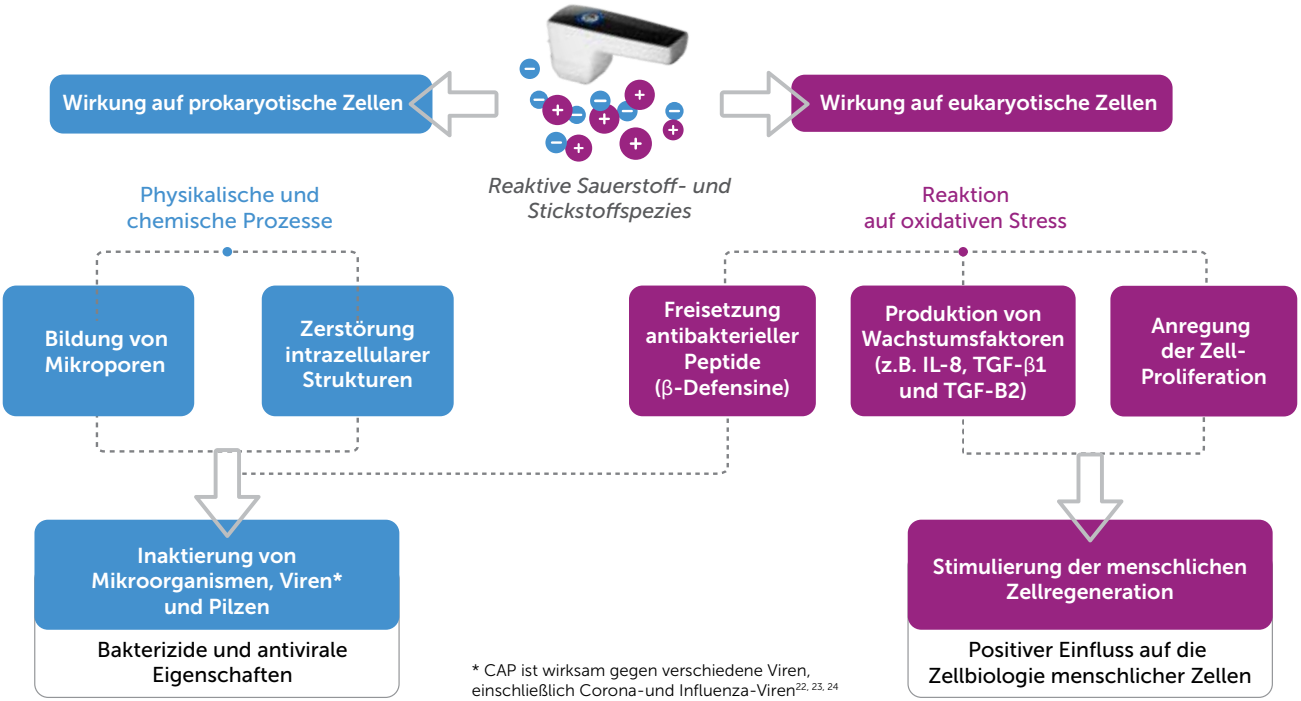
Plasmaquelle mit Gitter-Elektrode und aktivierte Plasmaquelle.

Der zweifache Wirkmechanismus von kaltem Plasma

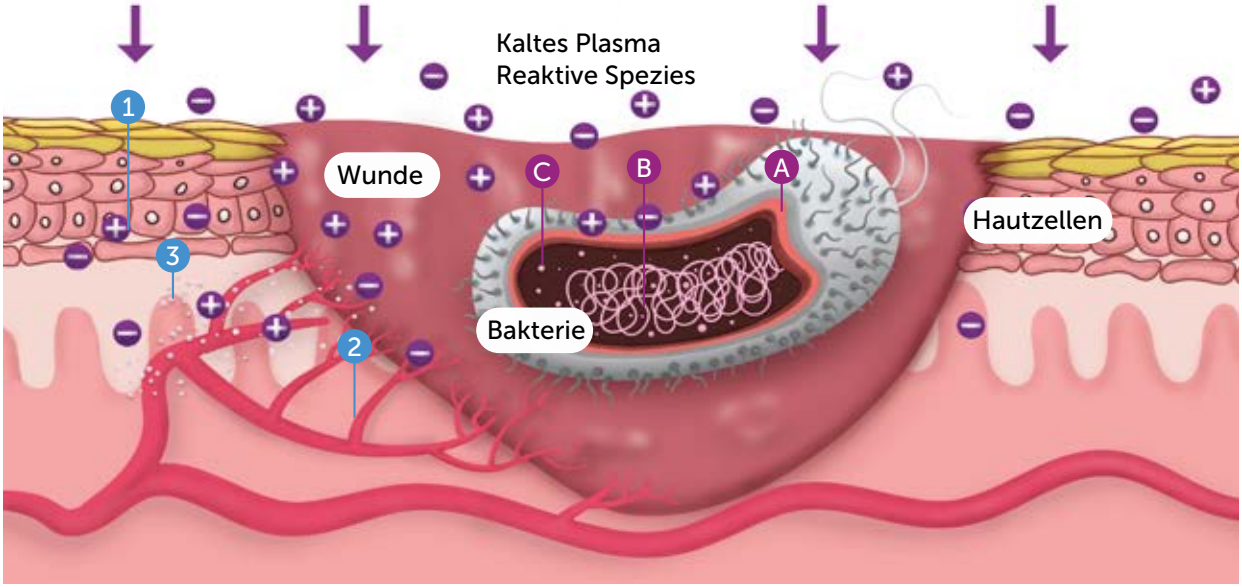
Die Anwendung von kaltem atmosphärischem Plasma ist in der Medizin seit über 10 Jahren etabliert und erweist sich als ausgesprochen erfolgreich.[4,5,6,7,8,9] Gut erforscht ist die effektive Inaktivierung von Bakterien sowie die Anregung intrazellulärer Prozesse in den menschlichen (eukaryotischen) Zellen.[10,11,12,13]

Die erzeugten Moleküle (reaktive Spezies) wirken auf die Zellmembran von Zellen ein. Je nach Art der Zelle sind die Effekte sehr unterschiedlich. Bei Bakterien (prokaryotische Zellen) zerstören langlebige reaktive Spezies des CAP Makromoleküle sowie die DNA im Inneren der Zelle. Mittels dieser physikalischen Wirkweise werden auch Bakterien, die Antibiotikaresistenzen entwickelt haben, inaktiviert.[14,15,16,17,18]

Bei eukaryoten Zellen löst kaltes atmosphärisches Plasma durch oxidativen Stress intrazelluläre Mechanismen aus, die einen sehr positiven Einfluss auf die Wundheilung haben. Obwohl auch Pilze Eukaryoten sind, werden sie durch den oxidativen Stress bei der Anwendung von CAP inaktiviert. Des Weiteren konnte auch eine antivirale Wirkung der von kaltem atmosphärischem Plasma produzierten reaktiven Sauerstoffspezies gezeigt werden.[19]



* CAP ist wirksam gegen verschiedene Viren, einschließlich Corona-und Influenza-Viren[22, 23, 24]



Intrazelluläre Prozesse

Zellstoffwechsel

Der Zellstoffwechsel wird angeregt, was insgesamt den Wundheilungsprozess aktiviert

Anregung der Angiogenese*

führt zu besserer Durchblutung der Wunde und der Wundumgebung.

*Gefäßbildung aus bereits vorhandenen Blutgefäßen

Ausschüttung von Cytokinen*

fördert das Zellwachstum.

*Proteine, die das Zellwachstum und die Differenzierung von Zellen regulieren

Wirkung auf Bakterienzellen

Zellwand/Zellmembran

Aufbrechen chemischer Verbindungen und Öffnen von Signalwegen sowie Interaktion mit Zelle führen zur Zerstörung zellulärer Bestandteile

Nukleinsäuren

Zerstörung von DNA und RNA senkt die Replikationsrate

Proteine und Enzyme

Denaturierung der Proteine, Inaktivierung der Enzyme innerhalb der Zelle und Oxidation von Aminosäuren

Humane Zellen sind durch ihren Zellkern und zelluläre Reparaturmechanismen vor der Inaktivierung durch das Kaltplasma geschützt. In vitro wurde zudem beobachtet, dass der oxidative Stress, der durch das Kaltplasma hervorgerufen wird, zellbiologische Überlebensmechanismen stimuliert. Eine neue Studie zeigt zudem, dass die Behandlung mit kaltem Plasma den pH-Wert in der Wunde reguliert und damit die Wundheilung begünstigt.[21]

Durch Forschung optimiertes Plasmadesign – die Technologie

Im plasma care® und plasma derma care® kommt eine indirekte Plasmaquelle mit der patentierten Surface Micro-Discharge-Technologie (SMD) zum Einsatz.

Bei dieser Oberflächen-Mikroentladung fließt kein Strom durch die Haut der Patient*innen. Haut und Wundoberfläche kommen nur mit den therapeutisch wirksamen Plasmakomponenten in Kontakt.

Damit ist plasma care® auch zur Anwendung bei Träger*Innen von Herzschrittmachern und Defibrillatoren geeignet.

Homogene Plasma-Qualität ohne Trägergas

Die im Spacer des plasma care® gebildeten reaktiven Spezies werden ohne Trägergas direkt aus der Luft erzeugt. Um eine möglichst homogene und wiederholbare Plasmaqualität zu garantieren, sind bei plasma care® zwei Parameter genau festgelegt:

1. Durch den Spacer ist das Volumen, in dem das Plasma reaktive Spezies erzeugt, exakt definiert.

2. Die Behandlungszeit ist exakt festgelegt und das Gerät stoppt automatisch. Innerhalb der Behandlungszeit wird die vom Spacer abgedeckte Fläche somit homogen behandelt.



Das Gerät ist zur Anwendung bei Patient*Innen mit Herzschrittmachern oder Defibrillatoren geeignet.

plasma care® – mobil, sicher und leicht zu bedienen

Das plasma care®/plasma derma care® ist ein mobiles Medizingerät zur Behandlung von Wunden und entzündlichen Hauterkrankungen mithilfe von kaltem, atmosphärischen Plasma.

Es ist leicht, handlich und akkubetrieben – mit einer vollen Akkuladung sind ca. 100 Behandlungen möglich. Die Aufladung erfolgt induktiv in einer Ladestation. Somit kann das plasma care® im klinischen oder niedergelassenen Bereich, aber auch von ambulanten Pflegediensten und Wundspezialisten eingesetzt werden.



1 Gerät mit dem Touch-Button einschalten



2 Abstandshalter am Gerät befestigen



3 Gerät mit Abstandshalter auf die Wunde/Haut setzen



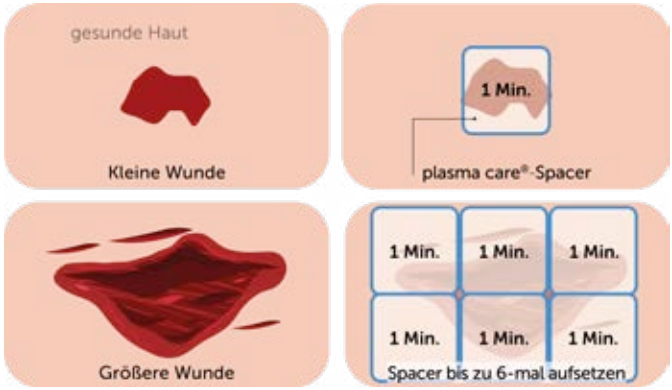
4 Starten der Behandlung mit dem Touch-Button

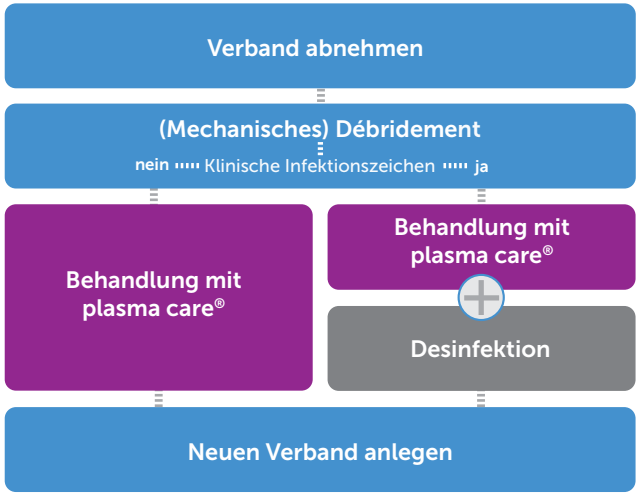
plasma care® – einfache Integration in die Wundbehandlung

Handhabung der plasma care® Spacer

Zur Wundbehandlung ist das plasma care® mit einem steril verpackten Spacer erhältlich, der eine Behandlungsfläche von 13 cm^2 bietet. Sind größere Flächen zu behandeln, kann ein Spacer innerhalb einer Therapiesitzung bis zu 6-mal aufgesetzt werden.

Um eine sterile Wundbehandlung von allen Patient*Innen zu gewährleisten und Kreuzkontaminationen zu vermeiden, sind plasma care® Spacer einzeln steril verpackt. Der Spacer wird leicht auf die Wunde aufgesetzt, ohne durch Druck zusätzliche Schmerzen zu verursachen.





Ablauf der Wundversorgung

Die Therapie mit CAP ersetzt nicht die konventionelle Wundversorgung. Damit das kalte Plasma optimal wirken kann, muss das Wundbett mechanisch debridiert werden. Wir empfehlen, die Behandlung mit dem plasma care® nach der Wundbettreinigung in die Standard-Wundversorgung zu integrieren.

Bei stark kontaminierten Wunden kann zusätzlich ein Antiseptikum eingesetzt werden, um eine antibakterielle Langzeitwirkung zu erzielen.

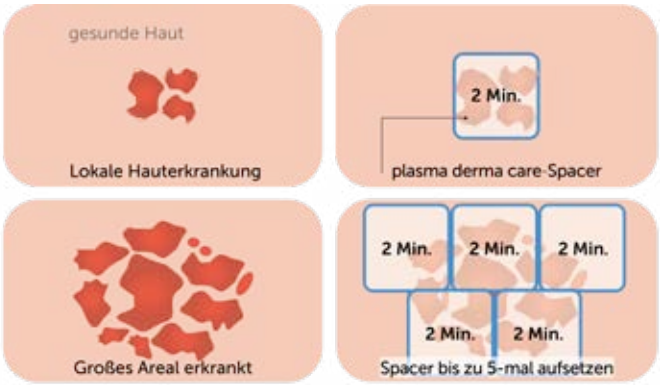
Selbstverständlich gehört zur leitliniengerechten Wundversorgung auch die Behandlung der Grunderkrankung.

plasma derma care® – zur Behandlung von Hauterkrankungen

Ablauf der Hautbehandlung

Zur Behandlung entzündlicher Hauterkrankungen bieten wir das plasma derma care® mit einem nicht sterilen, dafür weich gepolsterten plasma derma care Spacer.

Da Hauterkrankungen oft an gewölbten Hautpartien wie Wangen und Kinn auftreten, ist der plasma derma care® Spacer mit weichem Schaumstoff gepolstert. Somit liegt er angenehm auf der Haut und schließt den Plasmaraum optimal ab.



Reinigung der Hautpartie

Behandlung mit plasma derma care®

Auftragen wirkstoffhaltiger Salben oder Lotionen

Ablauf der Hautbehandlung

Vor der Behandlung entzündlicher Hauterkrankungen mit plasma derma care® empfehlen wir eine Reinigung der zu behandelnden Fläche.

Werden wirkstoffhaltige Salben (z. B. Kortisonsalben) angewendet, sollten diese erst nach der Plasmabehandlung auftragen werden.

Plasmatherapie ist leitliniengerecht (S2k-Leitline AWMF) bei der Behandlung von Wunden: „Rationaler therapeutischer Einsatz von kaltem physikalischem Plasma".

Kaltplasmatherapie ist Teil der Facharztausbildung Dermatologie.

Indikationsgebiete in der Wundversorgung

	Indikation	klinische Aspekte
Chronische Wunden	• Ulcus jeder Genese (wie z.B. arteriell, venös, diabetisch, neuropathisch) • Dekubitus • Pyoderma gangraenosum	• kritische Kolonisation oder Infektion mit Bakterien • Prävention bakterieller Belastungen (prophylaktisch) • bei Wundheilungsstörungen • Wunden an schwer sauber zu haltenden Stellen (z. B. Leiste, Schambereich, After) • großflächige Wunden • lange Nähte/Spannung auf Nähten/ Nahtdehiszenz • lange OP-Dauer • Wunden an stark beanspruchten Körperstellen
Akute, offene Wunden	• Verbrennungen • Erfrierungen • Schürf, Schnitt, Stich- & Platzwunden • Quetschungen • Ablederung • Riss- und Bisswunden • Amputationen • Schusswunden Eintrittsstellen: Katheter-, Port-, Stoma-, Driveline-Eintrittsstellen, PEG/SPK Externer Fixateur postoperative Wundheilungsstörung: • infizierte oder infektanfällige Operationswunden • sekundär heilende Operationswunden • Spalthauttransplantationen (Entnahmestelle und Transplantat)	

Dermatologische Anwendungsgebiete

Indikation	Ursache	klinische Aspekte
• Herpes Zoster • Röschenflechte • Ringelflechte • Soor • Periorale Dermatitis • Akne • Psoriasis • Atopisches Ekzem • Rosazea • Fußpilz • Nagelpilz	• entzündlich • autoimmun • bakteriell • viral • akut • vaskulitisch	• Inaktivierung von Herpesviren begünstigt die Heilung • Vermeidung von bakteriellen Superinfektionen • CAP tötet Pilze und Sporen. Dadurch ist es eine effiziente Therapie bei Hautmykosen • Erkrankungen wie Psoriasis und atopisches Ekzem werden durch CAP nicht geheilt. Allerdings kann CAP hier Entzündungen und Juckreiz deutlich lindern

Durch permanente Forschung und experimentelle Anwendung von CAP in Kliniken und Forschungseinrichtungen werden sich die Anwendungsgebiete permanent erweitern.

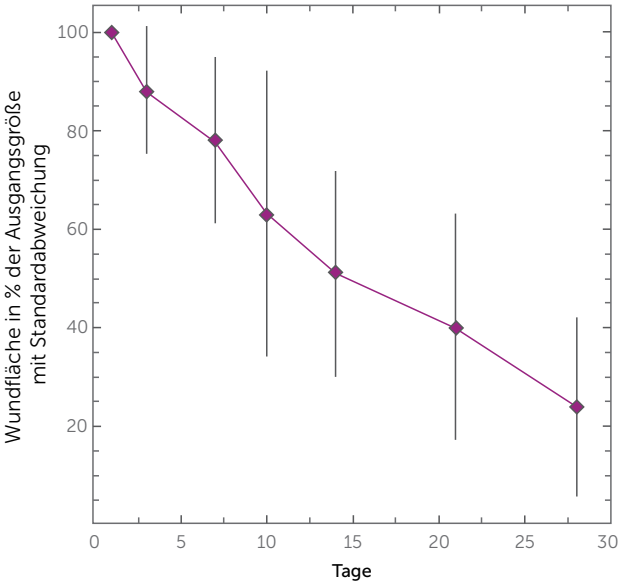
Förderung der Wundheilung mit plasma care® – Ergebnisse einer Pilotstudie

In einer Pilotstudie[20] wurden 10 Patienten mit chronischen Wunden zusätzlich zur Standard-of-care Versorgung mit plasma care® behandelt. Gemessen wurde die Verringerung der Wundgröße sowie der pH-Wert innerhalb der Wunde.

Behandlungsplan:

- Woche 1: 3 Behandlungen
- Woche 2 und 3: 2 Behandlungen
- Woche 4 und 5: 1 Behandlung

Durchschnittliche Verkleinerung der Wundfläche in 28 Tagen



[20] *Hämmerle et.al. 2021;*

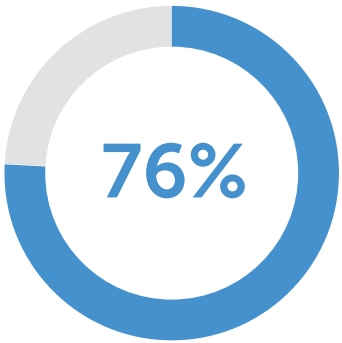
Ergebnisse der Pilotstudie:

Bei allen Wunden verkleinerte sich die Wundfläche innerhalb der fünf Wochen erheblich.

Drei Patient*innen zeigten zu Beginn der Behandlung klinische Infektionszeichen, die jedoch spätestens am Tag 14 abgeheilt waren.

Bei allen Patient*innen verringerte sich die Exsudatmenge. Dagegen nahm der Anteil an stabilem Granulationsgewebe im Untersuchungs-zeitraum deutlich zu.

Signifikante Verringerung der Schmerzen nach nur 3 Behandlungen.



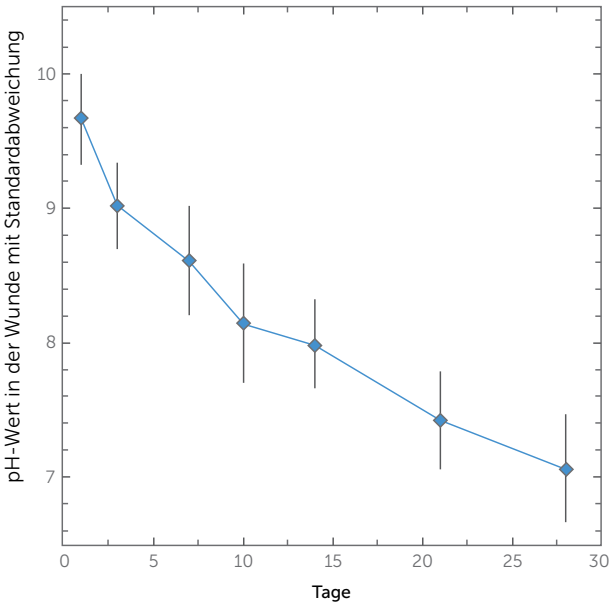
Durchschnittliche Reduktion der Wundfläche um 76% in 28 Tagen nach nur sieben Behandlungen.

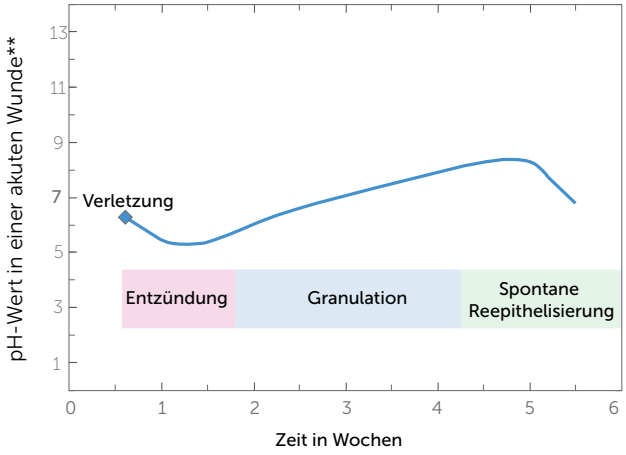
Die Rolle des pH-Werts bei der Wundheilung:

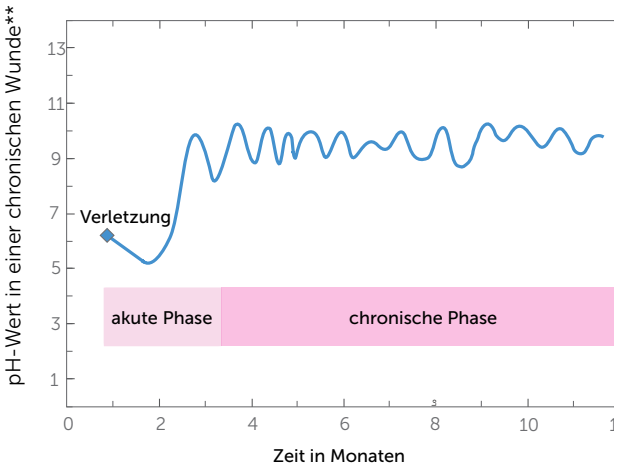
- Ein pH-Wert im basischen Bereich begünstigt das Wachstum von Bakterien und Biofilm.
- Ein basischer pH-Wert schränkt die Funktion von Fibroblasten ein, die für den Wundverschluss verantwortlich sind.
- Bei pH-Werten im basischen Bereich gibt Hämoglobin weniger Sauerstoff ab (Bohr-Effekt). Dadurch werden die Zellen in der Wunde schlechter mit Sauerstoff versorgt.

Die Behandlung mit CAP senkt den pH-Wert in der Wunde und begünstigt damit die Wundheilung zusätzlich.

Durchschnittliche Entwicklung des pH-Werts von Behandlungsbeginn bis Tag 28.[20]







*** Abbildungen nach Dargaville et.al. 2012. Sensors and imaging for wound healing: A review*[5]

Fallbeispiele – komplexe, chronische Wunden unterschiedlicher Genese

Diabetisches Fußsyndrom

Patient (50 Jahre) mit Diabetischem Fußsyndrom.

Infizierte Ulcera oberhalb der Mittelfußknochen (links) mit nekrotischer 4. Zehe. Amputation aufgrund von Verschlechterung der Wundsituation.
Wundinfektion mit teilweise resistenten Corynebakterien, Enterokokken und Staphylokokken.

Behandlungsablauf:

- 2 CAP-Behandlungen pro Woche in den ersten 3 Wochen, anschließend 1 CAP-Behandlung alle 14 Tage
- 9 Behandlungen in 12 Wochen im Rahmen des Verbandwechsels
- Abheilung innerhalb von 12 Wochen nach Beginn der Plasmatherapie



Tag 0
Ausgangssituation

Tag 2
2 CAP-Behandlungen

Tag 14
4 CAP-Behandlungen

Tag 83
9 CAP-Behandlungen

Behandlungserfolg:

Amputation der 5. Zehe konnte abgewendet werden. Vollständiger Wundverschluss an Tag 105.

Ulcus Cruris

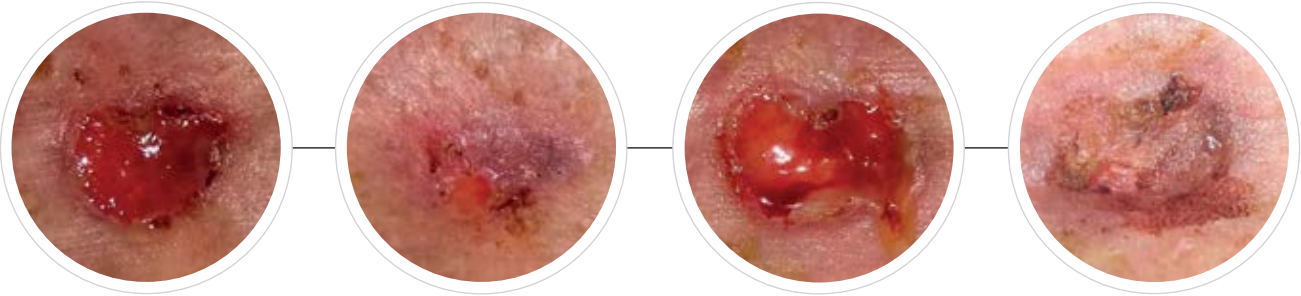
Patientin (77 Jahre), bettlägerig aufgrund einer Wirbelsäulenverletzung.

Rezidiv eines Ulcus cruris unklarer Genese am rechten Unterschenkel. Keine Ödeme, Gefäßstatus unklar.

Wundheilung stagnierte seit mehreren Monaten; teils eitrige Beläge.
Patientin berichtet von starken Schmerzen bei der mechanischen Wundreinigung.

Behandlungsablauf:

- 8 CAP-Behandlungen (1 Min.) in 4 Wochen führen zur deutlichen Verringerung der Wundgröße
- Fortschreitende Epithelialisierung & Schmerzverringerung
- Unterbrechung der CAP-Behandlung führt zu rezidiv. Ulcus; Vollständige Epithelisierung der Wunde nach 4 Wochen erneuter CAP-Therapie (2-mal pro Woche für 1 Min.)



Woche 0
Ausgangssituation

Woche 4
8 CAP-Behandlungen

Woche 8
Rückfall nach Unterbrechung der Therapie

Woche 12
erneut 8 CAP-Behandlungen

Behandlungserfolg:

Schmerzfreiheit und vollständiger Wundverschluss nach 14 Wochen.

Postoperative Wundheilungsstörung

Patientin (77 Jahre) mit Wundheilungsstörung bei bekannter CVI und Herzinsuffizienz.

Sekundär heilende Wunde (Spalthauttransplantation und Lappenplastik) nach Trauma (Quetschung bei Autounfall).

Infektion mit Enterobacter aerogenes, zusätzlich Neigung zu Ödembildung in den Unterschenkeln.

Behandlungsablauf:

- 2 CAP-Behandlungen pro Woche (je 1 Min.)
- Umstellung auf feuchte Wundversorgung zum Aufweichen der Verkrustungen und Nekrosen
- mechanische Reinigung
- nach 18 Behandlungen in 11 Wochen war die Wunde bis auf eine punktuelle oberflächliche Hauteröffnung (Wundgröße: 0,22 x 0,17 cm) Wunde vollständig epithelisiert



Woche 0
Ausgangssituation

Woche 1,
3 CAP-
Behandlungen

Woche 2
5 CAP-
Behandlungen

Woche 9
7 CAP-
Behandlungen

Woche 11
18 CAP-
Behandlungen

Behandlungserfolg:

Vollständiger Wundverschluss zwei Wochen nach der letzten Plasmabehandlung.

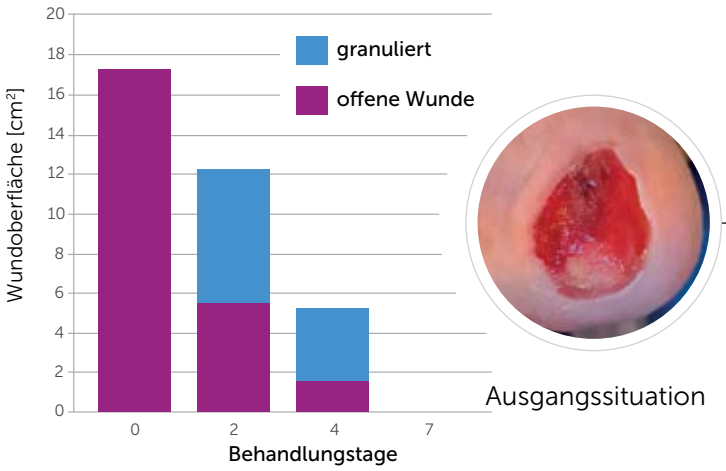
Bagatellwunde an der Ferse

Patient (39 Jahre), ohne Grunderkrankungen

Blase beim Skilaufen. Die Blase war dauerhaft mechanischer Belastung ausgesetzt, da der Patient über den gesamten Zeitraum der Behandlung weiter Ski gelaufen ist.

Behandlungsablauf:

- 3 CAP-Behandlungen in 7 Tagen
- Tag 2: Wundgröße hat sich um 30% reduziert. Die verbleibende Wundfläche ist zu 55% granuliert.
- Tag 4 (2 CAP-Behandlungen): 70% der ursprünglichen Wunde abgeheilt und 71% der verbleibenden Wunde granuliert
- 3 CAP-Behandlungen (7 Tage nach erster Dokumentation): Wunde ist vollständig abgeheilt





Ausgangssituation

Tag 4
2 CAP-Behandlungen

Tag 6
3 CAP-Behandlungen

Behandlungserfolg:

Vollständiger Wundverschluss nach einer Woche.
Patient konnte die Ferse weiter belasten.

Fallbeispiele aus der Dermatologie und Dermatochirurgie

Psoriasis am Sprunggelenk

Patient (52 Jahre) mit schubweise auftretender, stark juckender Typ 2 Psoriasis. Die Erkrankung besteht seit ca. 6 Monaten.

Bisherige Behandlung: Die Behandlung erfolgte mit Cortisonsalbe. Diese führt nur kurzzeitig zu einer Besserung.

Behandlungsablauf:

- 4 CAP-Behandlungen in 7 Tagen
- Zusätzliche Hautpflege: 10% Urea Creme und Salicylsäurepflaster.



Ausgangssituation | Tag 3 2 CAP-Behandlungen | Tag 5 3 CAP-Behandlungen | Tag 7 4 CAP-Behandlungen

Behandlungserfolg:

Empfinden des Patienten sehr positiv, keine Schmerzen, kaum Juckreiz und kein Spannungsgefühl mehr im Sprunggelenk.

Postoperative Begleittherapie nach ästhetischer Gesichtsstraffung

Patientin (66 Jahre) mit gutem gesundheitlichen Allgemeinzustand wurde wurde zur Lied und Hautstraffung vorstellig.

Korrektur mit typischer prä- und retroaurikulärer Narbe.

Behandlungsablauf:

- Beginn der CAP-Behandlung drei Tage nach der Operation.
- Behandlung aller Operationsnähte für jeweils eine Minute
- 7 CAP-Behandlungen in 22 Tagen



Ausgangssituation

Tag 8
2 CAP-Behandlungen

Tag 14
4 CAP-Behandlungen

Tag 18
6 CAP-Behandlungen

Behandlungserfolg:

Es gab keine Anzeichen von Entzündung, Infektion, Epidermolyse oder Dehiszenz.
Die Wunde heilte schnell und reizlos.

Akne vulgaris

Patientin (17 Jahre),
ohne Grunderkrankungen

Ausgeprägte Akne, vor allem an den Wangen und auf der Stirn. Papeln verursachen ein unangenehmes Spannungsgefühl.

Behandlungsablauf:

- 6 CAP-Behandlungen in drei Wochen
- Peeling, professionelle Abreinigung, Plasmabehandlung und Tonikum



Woche 0
Ausgangssituation

Woche 2
4 CAP-
Behandlungen

Woche 3
6 CAP-
Behandlungen

Behandlungserfolg:

Entzündung und Rötungen sind deutlich reduziert. Spannungsgefühl ist verschwunden.

Rosazea

Patientin (44 Jahre),
ohne Grunderkrankungen

Rosazea an beiden Wangen besteht seit mehreren Jahren.

Behandlungsablauf:

- 3 CAP-Behandlungen in zwei Wochen
- Die Patientin wurde nur mit Kosmetiktüchern ohne Präparat abgeschminkt
- Die betroffenen Areale wurden jeweils für 2 Minuten mit CAP- behandelt



Ausgangssituation

Tag 4
1 CAP-
Behandlung

Tag 9
2 CAP-
Behandlungen

Behandlungserfolg:

Nach nur drei Behandlungen waren die Pusteln fast abgeheilt und die Rötung deutlich reduziert.

Studien und Anwendungsbeobachtungen mit plasma care®

Hygcen (2020) Skin disinfection test according to VAH Method 13 on natural skin flora and supplemented with E. coli

Scheper et al. (2021) Cold plasma therapy with the handheld device plasma care® improves the tendency to heal in problem wounds - 10 case studies from diabetological practice

Yuta Terabe et. al. (2021) Using cold plasma to treat chronic foot ulcer infection

Yuta Terabe et. al. (2021) Treating hard-to-heal skin and nail onychomycosis of diabetic foot with plasma therapy

Brüning et. al. (2021) Using cold atmospheric plasma to treat hard to heal wounds. A case study with 10 Patients (with 19 wounds) treated in a dermatological outpatient clinic

Hämmerle et. al. 2021; Positive effects of cold atmospheric plasma on pH in wounds: a pilot study

Dejonckheere et. al. 2022. Non-Invasive Physical Plasma for Preventing Radiation Dermatitis in Breast Cancer: A First-In-Human Feasibility Stud

Deitmerg et. al. 2022; Wundbehandlung mit Kaltplasma, https://www.bibliomed-pflege.de/sp/artikel/47048-wundbehandlung-mit-kaltplasma

Dejonckheere et. al. 2024. Non-invasive physical plasma for preventing radiation dermatitis in breast cancer: Results from an intrapatient-randomised double-blind placebo-controlled trial

Aktuelle Studien und klinische Daten finden Sie auch auf unserer Internetseite

Literatur

[1] Heinlin, J.et al. 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.

[2] Isbary, G.et al. Atmospheric Plasma Devices for Medical Issues. Expert Rev. Med. Devices 2013, 10 (3), 367–377. https://doi.org/10.1586/erd.13.4.

[3] Gerling, T.et al. 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.

[4] Isbary, G.et al. 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.

[5] Isbary, G. 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.

[6] Isbary, G. 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.

[7] Heinlin, J. 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.

[8] Stratmann, B. et al. Effect of Cold Atmospheric Plasma Therapy vs Standard Therapy Placebo on Wound Healing in Patients With Diabetic Foot Ulcers: A Randomized Clinical Trial. JAMA Netw. Open 2020, 3 (7), e2010411. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.10411.

[9] Jensen, J.-O. et al. The Repetitive Application of Cold Atmospheric Plasma (CAP) Improves Microcirculation Parameters in Chronic Wounds. Microvasc. Res. 2021, 138, 104220. https://doi.org/10.1016/j.mvr.2021.104220.

[10] Arndt, S. et al. Effects of Cold Atmospheric Plasma (CAP) on ß-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.

[11] Arndt, S. et al. Cold Atmospheric Plasma (CAP) Activates Angiogenesis-Related Molecules in Skin Keratinocytes, Fibroblasts and Endothelial Cells and Improves Wound Angiogenesis in an Autocrine and Paracrine Mode. J. Dermatol. Sci. 2018, 89 (2), 181–190. https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2017.11.008.

[12] Arndt, S. 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.

[13] Hasse, S. et al. Induction of Proliferation of Basal Epidermal Keratinocytes by Cold Atmospheric-Pressure Plasma. Clin. Exp. Dermatol. 2016, 41 (2), 202–209. https://doi.org/10.1111/ced.12735.

[14] Nicol, M. J. et al. Antibacterial Effects of Low-Temperature Plasma Generated by Atmospheric-Pressure Plasma Jet Are Mediated by Reactive Oxygen Species. Sci. Rep. 2020, 10 (1), 3066. https://doi.org/10.1038/s41598-020-59652-6.

[15] Hoon Park, J. et al. Comparative Study for the Inactivation of Multidrug Resistance Bacteria Using Dielectric Barrier Discharge and Nano-Second Pulsed Plasma. Sci. Rep. 2015, 5 (1), 13849. https://doi.org/10.1038/srep13849.

[16] Zimmermann, J. et al. Test for Bacterial Resistance Build-up against Plasma Treatment. New J. Phys. 2012, 14 (7), 073037. https://doi.org/10.1088/1367-2630/14/7/073037.

[17] Daeschlein, G. et al. 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.

[18] Bourke, P. et al. Microbiological Interactions with Cold Plasma. J. Appl. Microbiol. 2017, 123 (2), 308–324. https://doi.org/10.1111/jam.13429.

[19] Weiss, Daeschlein, Kramer et. al. Virucide Properties of Cold Atmospheric Plasma for Future Clinical Applications, Journal of Medical Virology 2017, 89, 952-959.

[20] Hämmerle et al. Journal of Wound Care. 2023, 32, 9, 530-536.

[21] v. Brunn, Max-von-Pettenkofer institut, unpublished data, showing that in first results plasma care can inactivate corona virus in solution

[22] Lee, et. al. Fast and easy disinfection of coronavirus-1 contaminated face masks using ozone gas produced by a dielectric barrier discharge plasma generator. Medrxiv, May 2020.

[23] Dargaville, T. et al. (2012). Sensors and Imaging for Wound Healing: A review. Biosensors & bioelectronics. 41. 10.1016/j.bios.2012.09.029.



Hersteller:

terraplasma MEDICAL

terraplasma medical GmbH
Parkring 32
85748 Garching bei München

+ 49 89 588 055 30
info@terraplasma-medical.com
www.terraplasma-medical.com

Jens Kirsch | Geschäftsleitung
Lukas Herbert | Geschäftsleitung

ardo SWITZERLAND

Ardo medical AG
Gewerbestrasse 19
6314 Unterägeri
Switzerland

T +41 41 754 70 70
info@ardo.ch
www.ardo.ch