



DERMA
plasma care®

Kaltplasmatherapie

KAP für die Behandlung von bakteriell-/fungalbedingten Hauterkrankungen



SICHER UND
ZUVERLÄSSIG



GEEIGNET FÜR PATIENTEN
MIT SCHRITTMACHER



MOBIL EINSETZBAR &
LEICHT ZU BEDIENEN



FUSSPILZ
Ausgangssituation & Ende der Behandlung



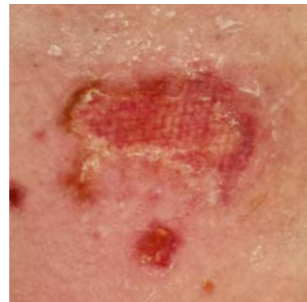
VERBRENNUNG
Ausgangssituation & nach 5. Behandlung



FINGERKUPPEN-NEKROSE
Ausgangssituation & Ende der Behandlung

AKTINISCHE KERATOSE
Ausgangssituation & Ende der Behandlung

ULCUS CRURIS
Ausgangssituation & Ende der Behandlung



Das **plasma derma care** – neue Chancen in der Dermatologie

Das plasma derma care ist ein mobil einsetzbares Medizinprodukt zur Behandlung von bakteriell- oder pilzbedingten, akuten und chronischen Hauterkrankungen sowie bestimmten Dysplasien/Neoplasien der Haut, wie z. B. der aktinischen Keratose.

Das handliche Gerät erzeugt aus der Umgebungsluft mit hoher Energie kaltes atmosphärisches Plasma (KAP), das hocheffizient Bakterien (unabhängig von der Art und dem Resistenzlevel gegenüber Antibiotika) und humanpathogene Pilze inaktiviert. Daneben erzeugt das KAP weitere Effekte, die für die Genesung bei Hauterkrankung förderlich sind – es wirkt unter anderem antipruriginös (juckreizstillend)¹ und ist vermutlich durch die Aktivierung von lokalen Immunprozessen auch effektiv bei Präkanzerosen der Haut.^{2,3} Ein Großteil der dermatologischen Erkrankungen wird durch Pathogene wie Bakterien und Pilze verursacht bzw. mit den Erregern assoziiert. Oft besteht ein hoher psychischer Leidensdruck für die Betroffenen.

Darüber hinaus können die verschiedenen Erreger auch zu schweren Krankheitsverläufen führen. Folglich ist eine frühzeitige und effektive Behandlung von bakteriell/fungal verursachten Hauterkrankungen von außerordentlicher Relevanz für eine erfolgreiche Therapie. Aktuelle Behandlungsansätze sind z. T. nebenwirkungsreich, weisen Kontraindikationen auf oder haben einen geringen Therapieeffekt.

Die Behandlung mit dem **plasma derma care** bietet einen vollkommen neuen Therapieansatz, der effektiv und nebenwirkungsfrei bei verschiedenen Hauterkrankungen angewendet werden kann.

Unsere Vision von kaltem Plasma in der Medizin

Die terraplasma medical GmbH verfügt über langjährige Erfahrungen in der Entwicklung von Plasmatechnologien für zahlreiche Anwendungsgebiete.

Ursprünglich hervorgegangen aus einer Arbeitsgruppe des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. Gregor Morfill und Dr. Julia Zimmermann, wurde 2011 die terraplasma GmbH gegründet. Bis heute beschäftigt sich die terraplasma GmbH mit der Entwicklung von Plasmatechnologien, u. a. in den Bereichen Medizintechnik, Hygiene und Luftreinhaltung. Im Jahr 2016 wurde die terraplasma medical GmbH als eigenständiges Unternehmen gegründet. Die terraplasma medical GmbH hat sich auf die Erforschung und Entwicklung von Medizinprodukten spezialisiert, die die Plasmatechnologie in der Medizin anwendbar macht.

Für das plasma derma care wird das von der terraplasma medical GmbH designte und in vielen Produkten bereits etablierte kalte atmosphärisches Plasma genutzt, um Mikroorganismen (Bakterien inkl. MRE und humanpathogene

Pilze) zu inaktivieren. In der Wundbehandlung ist die Plasmatechnologie mit dem plasma care® bereits seit einigen Jahren etabliert. Daneben wurde mit dem plasma intensive care Anfang 2021 erstmals ein Produkt zur Behandlung von beatmeten COVID-19 Patienten mit kaltem Plasma vorgestellt.

Die terraplasma medical GmbH hat es sich zur Aufgabe gemacht, die innovative und vielversprechende Plasmatechnologie in der Medizin zu etablieren, und mit neuartigen Therapieansätzen vor dem Hintergrund vermehrter Antibiotikaresistenzen und Allergien, den Patienten mit körpereigenen Heilungsverfahren zu helfen.



Wirkweise von kaltem Plasma auf Bakterien und Viren

Kaltes atmosphärisches Plasma (KAP) hat eine stark antimikrobielle und antivirale Wirkung, wobei menschliches Gewebe und Zellen geschont werden.

Die von KAP erzeugten Substanzen (reaktive Spezies) können auf verschiedene Arten mit Zellen wechselwirken. Die Effekte sind physikalisch (z. B. Rekombination oder Abregung angeregter Moleküle/Atome an der Oberfläche) oder chemisch (z. B. Wasserstoff-Denaturierung durch Wechselwirkung von Hydroxyl-Radikalen).

Bei prokaryotischen Zellen erfolgt direkt eine Zerstörung zellulärer Makromoleküle einschließlich der DNA und das Bakterium wird inaktiviert.

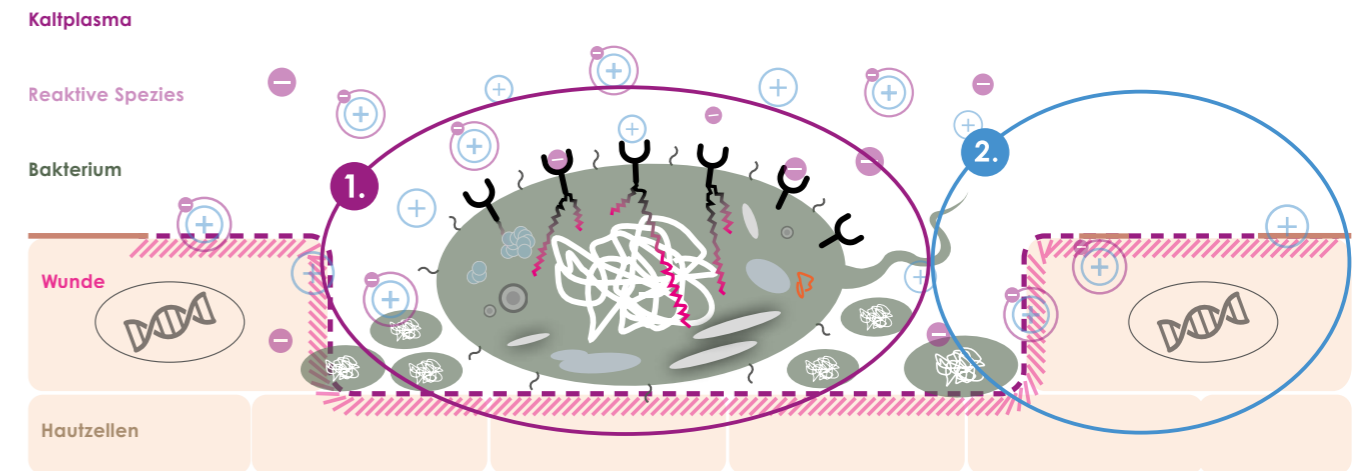
Diese **Wirkung besteht auch bei Bakterien mit Antibiotikaresistenzen**.^{4,5,6} Des Weiteren konnte auch eine antivirale Wirkung der von kaltem atmosphärischem Plasma produzierten reaktiven Sauerstoffspezies gezeigt werden.⁷ Diese basiert vermutlich auf einer Modifikation von viralen Proteinen, die zu einer Inaktivierung der Viren führt. Bei menschlichen (eukaryotischen) Zellen ist die DNA im Zellkern und durch zelluläre Reparaturmechanismen sowie durch den bestehenden Zellverband zusätzlich geschützt;

es kommt zu keiner Schädigung durch die Plasmaspezies. Stattdessen wird **in menschlichen Zellen eine lokale Immunantwort induziert und das Wachstum sowie die Zellteilung angeregt**, was die Regeneration der Haut oder Schleimhaut fördert.^{8,9,10} Diese Wirkung ist dabei lokal auf die oberste Zellschicht begrenzt, unter anderem durch die sehr kurze Halbwertszeit der reaktiven Spezies. Sie reagieren sich bereits bei Auftreffen auf die oberen Zellen oder die umgebenden Flüssigkeit ab – eine Wirkung auf tiefere Gewebeschichten ist daher unwahrscheinlich.^{11,12}

Kaltes atmosphärisches Plasma ist eine Art von Plasma, das aufgrund seiner geringen Temperatur keine unspezifischen Zellschädigungen durch Hitze auslöst und daher prinzipiell für medizinische Anwendungen geeignet ist.

1. INAKTIVIERUNG VON BAKTERIEN
KAP wechselwirkt mit Mikroorganismen wie Bakterien, inaktiviert die Zelle und verhindert Zellvermehrung durch Zerstörung der DNA.

2. AKTIVIERUNG (WUND-) HEILUNG
Zellteilung der gesunden Zelle wird durch KAP angeregt. Intrazelluläre Folgeprozesse: Ausschüttung von Zytokinen, Förderung der Angiogenese und des Zell-Stoffwechsels.



▲ Abbildung 3: Wirkweise von KAP

Wirkweise von kaltem Plasma auf Pilze

Auch Pilze sind eine häufige Ursache für Hauterkrankungen. Einige Arten von Pilzen, wie *Candida albicans*, kommen bereits natürlich auf der Haut vor, können aber bei einer Schwächung des Immunsystems zu Erkrankungen führen.

Kaltes atmosphärisches Plasma (KAP) hat neben einer bakteriziden (multiresistente Bakterien eingeschlossen)^{13,14,15,16}, auch eine fungizide Wirkung. Pilze können also durch die Anwendung von KAP inaktiviert werden.^{17,18,19}

Wie die menschliche Zelle sind Pilze eukaryotische Lebewesen und besitzen im Gegensatz zu Bakterien einen Zellkern um ihre DNA.

Dennoch können Pilze durch reaktive Sauerstoffspezies (ROS = reactive oxygen species) abgetötet werden – ein Mechanismus, den sich sogar das Immunsystem zu Nutze macht, um *Candida albicans*-Infektionen zu bekämpfen (Abb. 4).²⁰

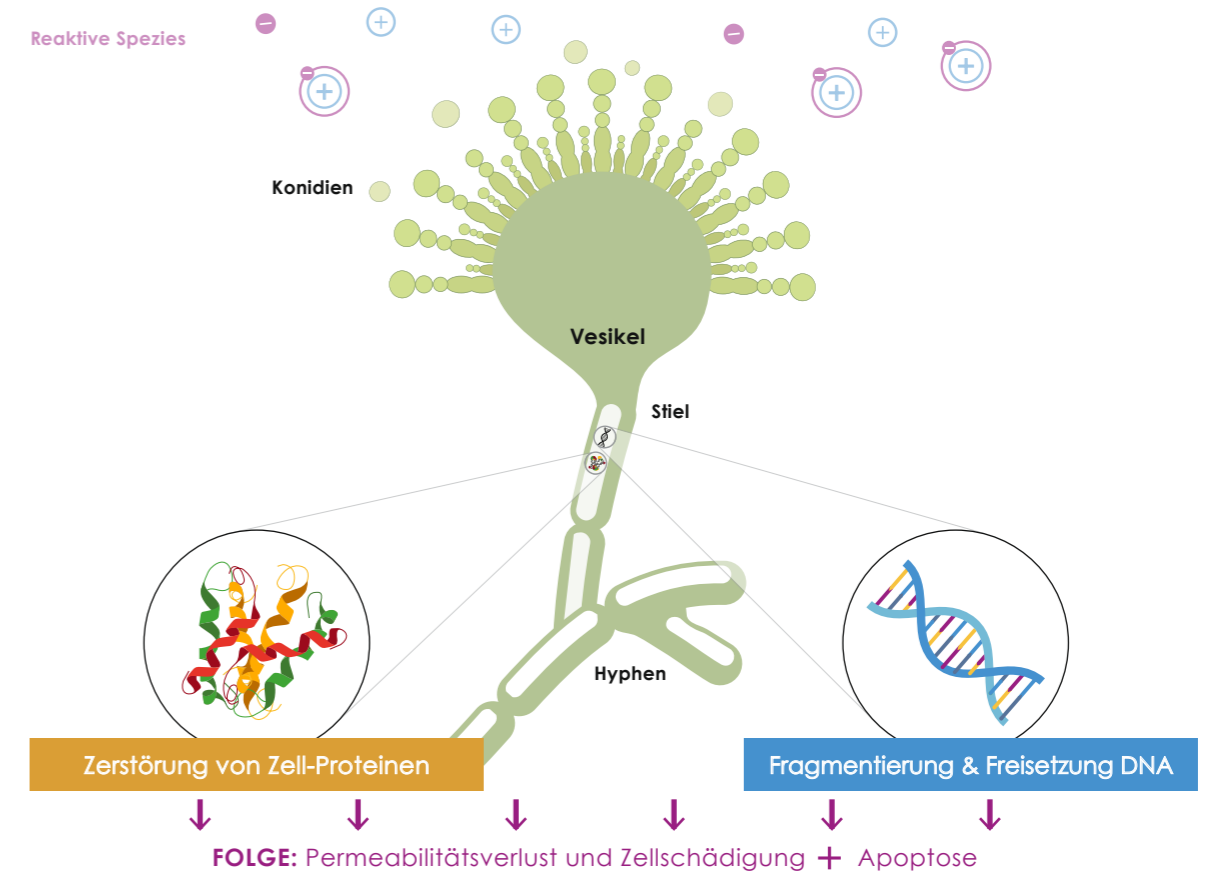
Durch die Behandlung mit KAP werden Sporen von Pilzen verformt, was zu deren Aufbrechen, Abflachung und Schrumpfung führt. Ebenso kann die DNA innerhalb der Sporen zerstört werden. Reaktive Sauerstoffspezies (ROS) lösen in Pilzen verschiedene Reaktionen aus, die – in Abhängigkeit von der Dosis – zur Oxidation intrazellulärer Membranen und Proteinen bis hin zu strukturellen Veränderungen im Inneren der Zellen und in Folge zur Apoptose (programmierter Zelltod) führen können (Abb. 5).²¹



▲ Abbildung 4: *Candida albicans* unter dem Mikroskop

Kaltplasma

Reaktive Spezies



▲ Abbildung 5: Wirkweise von KAP auf Pilze

Aktuelle Studienergebnisse

bestätigen hohe Wirksamkeit

Das **plasma derma care** wurde in mehreren präklinischen Forschungsversuchen auf seine Wirksamkeit bezüglich ausgewählter Bakterien und Pilze (vgl. Tabelle) getestet.

Die meisten der getesteten Mikroorganismen kommen als Bestandteil der normalen Hautflora vor und sind so dazu prädestiniert, bestimmte Infektionen hervorzurufen. So wird die Entstehung der perioralen Dermatitis meist durch *Fusobacteriales* gefördert.^{22,23} Die Akne hingegen wird insbesondere durch das Bakterium *Propionibacterium acnes* vorangetrieben.²⁴ *Staphylococcus aureus* ist ein häufig resistenter Stamm, der nosokomiale Infektionen verursacht²⁵ und ist oft bei bakteriellen Superinfektionen im Rahmen der Neurodermitis sowie vielen weiteren Hauterkrankungen nachweisbar.²⁶

Die nebenstehende Tabelle zeigt deutlich die hohe Effektivität des vom **plasma derma care** erzeugten kalten Plasmas gegenüber humanpathogenen Bakterien und Pilzen. Auf Agar wurden innerhalb von 60 Sekunden 99,999% der getesteten Bakterien und Pilze abgetötet. Zudem war das **plasma derma care** **effektiv beim Einsatz gegen Biofilm** (99,9% Reduktion in 1 Minute).

Unter realitätsähnlicheren Bedingungen in einem ex vivo Schweinehaut-Modell konnten innerhalb des gleichen Zeitraums 69–83% der Bakterien vernichtet werden. Neben den hier dargestellten Wirksamkeitsuntersuchungen, wurde das **plasma derma care** auch hinsichtlich seiner Sicherheit und möglichen Nebenwirkungen gründlich geprüft. Dabei wurden bei einer Plasmabehandlung von 3 Min keine Veränderungen bezüglich Vitalität, Viabilität oder Migrationsverhalten von primären Fibroblasten und Keratinozyten der Haut festgestellt. Darüber hinaus waren keine histologischen oder pro-apoptotischen Veränderungen der Zellen nachweisbar und in Mutagenitätstests (HGPR-Test mit V79-Zellen) konnte dem KAP zudem keinerlei genotoxisches Potenzial nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse der von der **terraplasma medical GmbH** in Auftrag gegebenen Untersuchungen decken sich mit Studienergebnissen aus aktuellen Publikationen.

	Erreger	Erreichte log-Reduktion nach 1 Min Plasmabehandlung	Assoziierte Hauterkrankungen
Bakterien	Fusobacterium Nucleatum	4,4	Periorale dermatitis
	S. aureus / MRSA	5,6 / 6,0	Akne, Neurodermitis
	P. acnes	Akne
	P. aeruginosa	5,9	Akne
	S. agalactiae	6,5	Verschiedene oberflächliche Hautinfektionen, Wundinfektionen, bakterielle Superinfektionen
	S. constellatus	5,8	
	E. coli	5,8	
	S. constellatus	5,7	
Pilze	C.albicans	4,6	Candidosen
	T. rubrum	Dermatophytosen
	M. furfur	Kleinflechte

▲ Tabelle 1: Untersuchte humanpathogene Erreger mit erreichter log-Reduktion

Mit kaltem atmosphärischen Plasma wurden gute Erfolge bei der **Behandlung von Akne und aktinischer Keratose** erzielt.^{27,28} Die Wirkung des Plasmas ist insbesondere bei der aktinischen Keratose – einer nicht bakteriell/fungal assoziierten Erkrankung – bemerkenswert und basiert vermutlich auf der links beschriebenen Aktivierung lokaler Immunprozesse und dem Angriff entarteter Zellen durch das Plasma.

Eine Gewebeunverträglichkeit und Nebenwirkungen bei Plasmabehandlung wurde in Studien bisher nicht nachgewiesen.²⁹ Ferner scheint die **Effektivität der Plasmabehandlung bei Bakterien vom Resistenzlevel gegenüber Antibiotika bzw. der Speziesart unabhängig** zu sein.^{30,31,32}

Vielfältige Indikationsgebiete: von Akne bis Neurodermitis

Der vielfältige Wirkmechanismus des Plasmas ermöglicht die Behandlung einer großen Zahl von dermatologischen Erkrankungen (vgl. Tabelle 2).

Mit dem flexiblen biokompatiblen Schaumstoffaufsatz können mit dem plasma derma care auch schwer zugängliche Stellen ohne Probleme erreicht werden.

Mykosen und **Bakteriosen** gehören zu den häufigsten dermatologischen Erkrankungen und können bei zu später bzw. unzureichender Therapie teilweise stark ausgeprägte klinische Formen annehmen. Die **Akne vulgaris** ist mit einer Prävalenz von etwa 70-95% unter den Jugendlichen³³ als häufigste dermatologische Erkrankung weltweit besonders hervorzuheben.

Zur Therapie von **Bakteriosen** kommen aktuell insbesondere Antibiotika zum Einsatz, die jedoch nicht dauerhaft angewendet werden können und die Gefahr einer Resistenzbildung mit sich bringen. Mykosen werden meist mit topischen Antimykotika behandelt. Die Therapie kann mit Nebenwirkungen wie Hautirritationen, Rötungen oder Überempfindlichkeitsreaktionen einhergehen; Rezidive sind sehr häufig.

Das **plasma derma care** wirkt antibakteriell sowie antimykotisch, stellt somit eine geeignete Alternative zur lokalen Therapie von Mykosen und Bakteriosen dar.

Die **Neurodermitis** ist als chronisch konstitutionelle Erkrankung nur schwierig zu therapieren.

Die gängigen Therapieverfahren wie Glukokortikoide und Antibiotika sollten nicht dauerhaft eingesetzt werden. Eine Behandlung mit kaltem atmosphärischen Plasma hingegen könnte auch langfristig durchgeführt werden, da keine Resistenzbildung oder weitere Nebenwirkungen zu erwarten sind.

Die **Aktinische Keratose** lässt sich in frühen Stadien gut mit den gängigen Behandlungsverfahren wie der photodynamischen Therapie (PDT) behandeln. Allerdings kommt es häufig zu Rezidiven und die Verfahren sind oft mit Nebenwirkungen wie einer starken Schmerzsymptomatik³⁴ für den Patienten verbunden. Die Therapieverfahren werden häufig in Kombination eingesetzt, um synergistisch zur Bekämpfung der Erkrankung beizutragen. Das **plasma derma care** kann an dieser Stelle ergänzend eingesetzt werden.

	INDIKATION	ETABLIERTE THERAPIEN	plasma derma care
Bakterielle Infektionen (Bakteriosen)	Akne vulgaris	Antibiotika, Antiseptika, Glukokortikoide, Retinoide, Azelainsäure & Benzoylperoxid (bei Akne vulgaris) ⊖ Retinoide mit stark tetratogener Wirkung ⊖ Antibiotika bergen Gefahr einer Resistenzentstehung ⊖ Glukokortikoide können nur kurzzeitig eingesetzt werden	Antibakteriell, Wundheilungsfördernd, Vermeidung von Superinfektionen und Fortschreiten von Entzündungsreaktionen ⊕ Keine Resistenzbildung ⊕ Längerfristige Anwendung möglich
	Periorale Dermatitis		
Pilzinfektionen (Mykosen)	Weichteilinfektionen (Follikulitis, Furunkel, Abszesse)	Bei lokaler Anwendung oft Hautrötungen und Irritationen	Antimykotische Alternativ-/ Kombinationstherapien ⊕ Prävention von Rezidiven und Superinfektion
	Impetigo contagiosa		
Weitere Erkrankungen der Haut	Pityriasis versicolor (Kleinflechte)	Calcineurinantagonisten, Glukokortikoide, Antibiotika, Hyposensibilisierung	Antiprurignös, antibakteriell, wundheilungsfördernd (bei Kratzexkoriationen)
	Dermatophytosen (Tinea)	Kryotherapie, 5-Floururacil, Lasertherapie, Photodynamische Therapie (PDT) ⊖ Belastende Schmerzsymptomatik, insbesondere bei der PDT	Aktivierung lokaler Immunprozesse, Zerstörung entarteter Zellen ⊕ Ohne Nebenwirkungen, Behandlung schmerzfrei
	Neurodermitis	Virostatika (Aciclovir, Ganciclovir etc.), Antibiotika (bei bakteriellen Superinfektionen)	In der Kombinationstherapie zur Prävention/Behandlung bakterieller Superinfektionen (juckreiz- & schmerzlindernd).

▲ Tabelle 2: Indikationsgebiete für das **plasma derma care**

Die Anwendung – einfach, effektiv und schmerzfrei*

Das **plasma derma care** ist ein handliches, akkubetriebenes und somit mobil einsetzbares Medizingerät. Dementsprechend kann das Gerät im klinischen oder niedergelassenen Bereich, aber auch von ambulanten Pflegediensten eingesetzt werden. Die Anwendung des **plasma derma care** benötigt nur wenige Minuten und ist sehr einfach durchführbar.

Die Kaltplasmatherapie schließt dabei eine Behandlung mit anderen Therapeutika nicht aus. Topische/systemische Glukokortikoide, Retinoide, Phototherapie etc. stellen nach wie vor eine effektive Ergänzung dar. Sie können in Abhängigkeit vom individuellen Patientenprofil weiterhin eingesetzt werden. **Lediglich unmittelbar vor der Behandlung sollten die topisch applizierten Präparate entfernt werden, damit KAP ungehindert reagieren kann.**

Im Allgemeinen ist das Vorgehen bei den in Tabelle 2 dargestellten Indikationen weitgehend gleich. Das betreffende Hautareal wird vor der Behandlung gereinigt und bestehende Verkrustungen oder Eiter werden entfernt, bevor das Gerät mit dem flexiblen **biokompatiblen Schaumstoffaufsatz auf die Haut gehalten** wird.

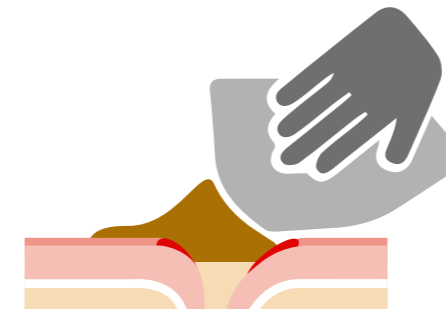
Das gasförmige Plasma kann so optimal in die betroffenen Stellen diffundieren und direkt auf der Hautoberfläche seine Wirkung entfalten (vgl. Abbildung 4). Im Anschluss kann noch ein Antiseptikum eingesetzt werden, um eine antibakterielle Langzeitwirkung zu erzielen. Die empfohlene Behandlungszeit beträgt 2–3 Minuten pro betroffene Stelle.

Die behandelte Hautpartie wird bei nur minimalem Kontakt (Aufsetzen des Spacers) behandelt, wodurch im Vergleich zu anderen topischen Therapeutika ein stark reduziertes Schmerzpotenzial besteht.

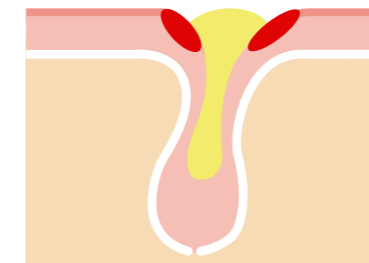
Stellen in unmittelbarer Nähe der Augen, sowie der Mund-/Nasenöffnung, sind mit besonderer Vorsicht zu behandeln. Das Plasma sollte nicht in die Atemwege oder direkt in die Augen des Patienten gelangen; ggf. können dazu Hilfsmittel wie Nasenstöpsel und Schutzbrillen verwendet werden.

Die Behandlung mit dem **plasma derma care wurde von den Patienten als frei von Schmerzen beschrieben.*

1. Vorbereitung

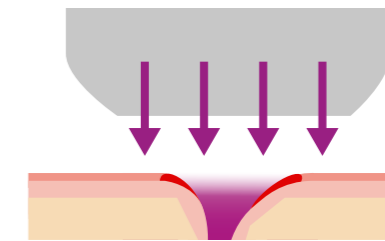


Haut reinigen: Verschorfungen/
Verkrustungen abtragen

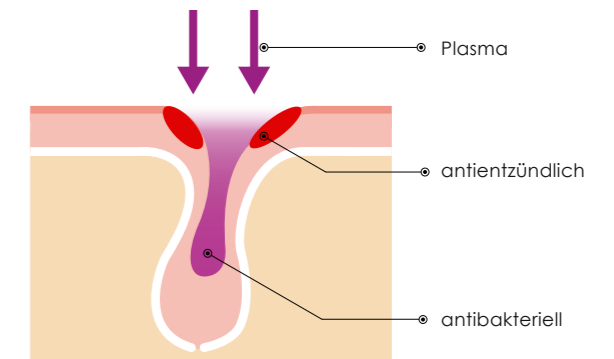


Eitriger Pickel

2. Behandlung mit dem **plasma derma care**



Antibakteriell, antientzündlich –
Kein manueller Stress für die Haut



Oberfläche frei für Plasmabehandlung,
Plasma kann so weit wie möglich eindringen

▲ Abbildung 4: Behandlungsablauf mit dem **plasma derma care**

Die Vorteile auf einen Blick

Die Behandlung mit dem **plasma derma care** ist ein völlig neuer Therapieansatz bei chronischen und akuten Hauterkrankungen unterschiedlicher Genese und besitzt viele Vorteile gegenüber herkömmlichen Therapieformen: es gibt keine Kontraindikationen und bekannte Nebenwirkungen bei gleichzeitig hoher Effektivität.

Durch das 2-fach Wirkprinzip einer Aktivierung einer lokalen Immunantwort auf der einen Seite und antimikrobieller sowie antipruriginöser Effekte auf der anderen Seite, kann das KAP auf verschiedenen Wegen zur Symptomlinderung bzw. Genese beitragen.

Die Kaltplasmatherapie mit dem **plasma derma care** ist zeitsparend, intuitiv durchführbar, kosteneffizient und somit wirtschaftlich. Zudem berichten Patienten von einer schmerzlosen Behandlung. Herkömmliche Therapien können durch Anwendung des **plasma derma care** effektiv ergänzt bzw. ersetzt werden.

- Hocheffektive antiseptische Wirksamkeit
- Vielfältige Anwendungsgebiete in der Dermatologie von der Akne bis zur Neurodermitis
- Breites Wirkspektrum – bakterizid, fungizid, virocid – einschl. MRE
- Keine unerwünschten Wirkungen, Gewebeunverträglichkeiten und Langzeitr Risiken bekannt²⁰
- Keine Resistenzbildung⁶ oder Entwicklung von Allergien bekannt
- Behandlung der betroffenen Hautpartie bei nur minimalem Kontakt (Aufsetzen des Spacers) und damit im Vergleich zu topischen Antiseptika stark reduziertes Schmerzpotential
- Effektivität der Plasmabehandlung bei Bakterien ist unabhängig vom Resistenzlevel gegenüber Antibiotika bzw. der Speziesart ^{21,22,23}
- Auch unebene oder im Gesicht befindliche Stellen sind mit dem mit flexiblem Schaumstoff versehenen Spacer gut zu behandeln.

Fallbeispiele

WUNDHEILUNGSSTÖRUNG BASALZELLKARZINOM

Einem 82-jährigen Patienten wurde in einer Praxis ein Basalzellkarzinom auf dem Scheitelbein entfernt. Die Wundheilung verzögerte sich, erste Entzündungszeichen waren erkennbar. Im vorderen Bereich des Wundrandes entwickelte sich eine Nekrose, die Wunde war druck-schmerzhaft.

Behandlung:

Bild 1: Start Kaltplasmatherapie am 28. April 2022, um eine Verschlechterung der Wunde zu verhindern. Nach Reinigung der Wunde mit physiologischer Koch-

salzlösung wurde das Wundareal zwei Minuten mit Kaltplasma (KAP) 2 x pro Woche behandelt.

Bild 2: Sichtbare Verbesserung in der zweiten Woche: Kein nekrotischer Wundrand, keine Entzündungszeichen. Der Patient war schmerzfrei.

Bild 3: Nach 11 KAP Behandlungen in 6 Wochen konnte die Therapie am 14. Juni bei kompletter Epithelisierung der Wunde beendet werden.



Ausgangssituation: 1. KAP Behandlung

Im Verlauf der Behandlungen

Nach 11 KAP-Behandlungen

SYMPTOMATISCHE BEHANDLUNG VON SCHUPPENFLECHTE

52-jähriger Patient, Erkrankung bestand seit 6 Monaten

Die Schuppenflechte wurde zunächst mit Cortison-Salbe behandelt. Diese führte nur kurzzeitig zu einer Besserung, Juckreiz und entzündlich, schuppige Haut stellten sich jedoch bald wieder ein.

Hautpflege: 10% Urea Creme und Salicylsäurepflaster.

Behandlung:

Bild 1: Starke Symptome mit teils blutigem Kratzekzem am rechten Sprunggelenk. Die Hautareale wurden mit je 1 Minute KAP behandelt.

Bild 2: Patient berichtete von einer deutlichen, subjektiven Besserung. Der Juckreiz war gemindert und das Spannungsgefühl ließ nach. Objektiv zeigten sich die offenen, aufgekratzten Stellen fast vollständig geschlossen. Die Rötung war sichtbar verblasst.

Bild 3: Nach nur 1 Woche und 4 KAP Behandlungen war das subjektive Empfinden des Patienten sehr positiv: keine Schmerzen, kaum Juckreiz, kein Spannungsgefühl mehr im Sprunggelenk. Objektiv hatten sich die Entzündungszeichen deutlich minimiert, das Hautbild verbessert und das Kratzekzem war nahezu abgeheilt.



Ausgangssituation: 1. KAP Behandlung



Im Verlauf der Behandlungen



Nach 1 Woche / 4 KAP-Behandlungen

AKNE INVERSA

Patientin (44 Jahre) mit Akne inversa. Ausgeprägter Wunddefekt im rechten Achselbereich einer Patientin mit Akne inversa. Großflächige Wundareale bis zu 4,5 cm Durchmesser mit mehreren Fistelgängen und unterminierten Wundrändern. Stark sezernierende Wunden auf narbigem Gewebe aufgrund mehrerer Rezidive.

Behandlung:

15 KAP Behandlungen in einem Zeitraum von 8 Wochen. Dabei wurde das Wundareal abgerastert und insgesamt 6 Mal je 1 Minute therapiert.

Wunden wurden nach 10 Anwendungen deutlich trockener und die Wundränder glätteten sich.

Nach 15 Anwendungen war das Wundsekret kaum mehr vorhanden, keine Wundrandunterminierungen mehr.

Die Wunden schlossen sich langsam.

Die Therapieintervalle wurden auf 1x wöchentlich reduziert. Ein abschließendes Ergebnis sieht noch aus.



Ausgangssituation: 1. KAP Behandlung



Nach 10 KAP-Behandlungen



Nach 15 KAP-Behandlungen

Fallbeispiele

AUSZUG AUS „DERMATOLOGIC THERAPY“, WILEY, 27. AUGUST 2021

80-jährige Patientin, mit Diabetes mellitus (HbA1c 8,5 %),
Vorgeschichte: Amputation des rechten Fußes unterhalb des Knies und einer Amputation des linken vierten Zehs vor 3 Jahren. Die Patientin entwickelte ein Onychomykose am linken Fuß auf der Haut und am Nagel. Nachdem die 4-wöchige antimykotische und antibiotische Behandlung erfolglos blieb, wurde die Patientin täglich 10 Min. mit Kaltplasma behandelt. Bereits nach einer Woche trat eine deutliche Verbesserung ein.

Die topische Therapie wurde 2 Wochen später von einer antimykotischen Salbe auf eine Feuchtigkeitssalbe mit Plasmatherapie umgestellt (Abbildung B). Die Patientin beendete die Plasmatherapie nach insgesamt 3 Wochen Behandlung (Abbildung C).



Lesen Sie hier den gesamten Artikel:



(A) Vor der Behandlung



(B) Nach 2 Wochen Behandlung



(C) Nach 3-wöchiger Behandlung

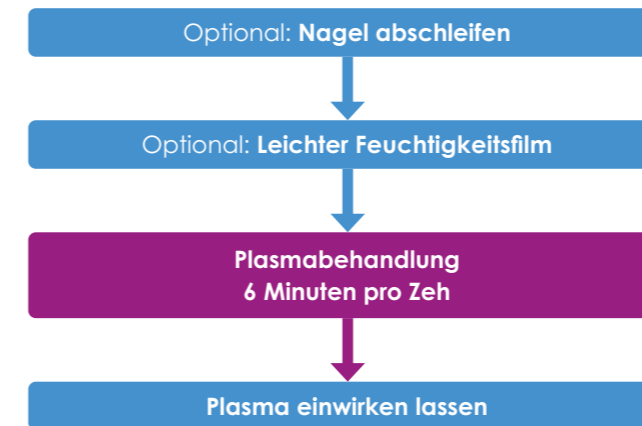
Exkurs: Nagelpilz

Erste Berichte aus der Behandlung von Nagelpilz

Die Betroffenen schämen sich oft für ihre Nägel und verstecken diese in Schuh und Socke. Auch medizinisch ist eine Therapie von Nagelpilz ratsam, um eine bakterielle Superinfektion (z. B. Erysipel) und eine Ausbreitung der Infektion als Hautmykose zu verhindern.

Beim diabetischem Fußsyndrom ist eine frühzeitige Nagelpilztherapie ein Muss!

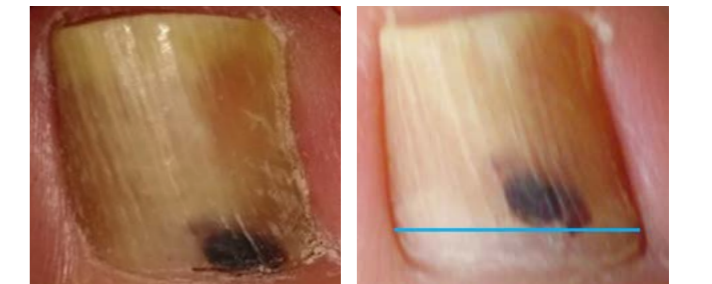
In schweren Fällen muss zusätzlich eine systemische antimykotische Therapie durchgeführt werden, deren Nebenwirkungen vom Patienten oft als unangenehm beschrieben werden. Die Behandlung mit Kaltplasma kann nicht nur den Pilz zerstören, sondern beugt auch einer Ausbreitung und Reinfektion vor. Die Vorteile gegenüber den konventionellen Therapiemaßnahmen sind somit sehr groß.



Häufigkeit der Behandlung:

Jeder Zeh ist anders: Grundsätzlich sollte der Nagel solange nachbehandelt werden, bis ein komplett gesunder Nagel nachgewachsen ist. Bei bisherigen Fallbeobachtungen wurden die Patienten mind. 1 mal bis 2. mal pro Woche behandelt.

Wächst der gesunde Nagel nach, kann die Häufigkeit der Therapiesitzungen unter Beobachtung verringert werden.



Ausgangssituation

Nach 4 Wochen / 6 x KAP



Ausgangssituation

Ende der Behandlung

Literaturverzeichnis

- 1 Heinlin, J. et al. A randomized two-sided placebo-controlled study on the efficacy and safety of atmospheric non thermal argon plasma for pruritus. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 27, 324–331 (2013).
- 2 Friedman, P. C., Miller, V., Fridman, G. & Fridman, A. Use of cold atmospheric pressure plasma to treat warts: a potential therapeutic option. *Clin Exp Dermatol* 44, 459–461 (2019).
- 3 Wirtz, M., Stoffels, I., Dissemond, J., Schadendorf, D. & Roesch, A. Actinic keratoses treated with cold atmospheric plasma. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology* 32, e37–e39 (2018).
- 4 Nicol, M. J. et al. Antibacterial effects of low-temperature plasma generated by atmospheric-pressure plasma jet are mediated by reactive oxygen species. *Scientific Reports* 10, 3066 (2020).
- 5 Hoon Park, J. et al. A comparative study for the inactivation of multidrug resistance bacteria using dielectric barrier discharge and nano-second pulsed plasma. *Scientific Reports* 5, 13849 (2015).
- 6 Zimmermann, J. L. et al. Test for bacterial resistance build-up against plasma treatment. *New Journal of Physics* 14, 073037 (2012).
- 7 Filipić, A., Gutierrez-Aguirre, I., Primc, G., Mozetič, M. & Dobnik, D. Cold Plasma, a New Hope in the Field of Virus Inactivation. *Trends in Biotechnology* 38, 1278–1291 (2020).
- 8 Arndt, S. et al. Effects of cold atmospheric plasma (CAP) on β -defensins, inflammatory cytokines, and apoptosis-related molecules in keratinocytes in vitro and in vivo. *PLoS ONE* 10, e0120041 (2015).
- 9 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* 8, e79325 (2013).
- 10 Schmidt, A., Bekeschus, S., Wende, K., Vollmar, B. & von Woedtke, T. A cold plasma jet accelerates wound healing in a murine model of full-thickness skin wounds. *Experimental Dermatology* 26, 156–162 (2017).
- 11 Leduc, M., Guay, D., Leask, R. L. & Coulombe, S. Cell permeabilization using a non-thermal plasma. *New Journal of Physics* 11, 115021 (2009).
- 12 Von Woedtke, T., Schmidt, A., Bekeschus, S., Wende, K. & Weltmann, K.-D. Plasma Medicine: A Field of Applied Redox Biology. *In Vivo* 33, 1011–1026 (2019).
- 13 Isbary, G.; Morfill, G.; Schmidt, H. U.; Georgi, M.; Ramrath, K.; Heinlin, J.; Karrer, S.; Landthaler, M.; Shimizu, T.; Steffes, B.; Bunk, W.; Monetti, R.; Zimmermann, J. L.; Pompl, R.; Stolz, W. 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>.
- 14 Zimmermann, J. L.; Shimizu, T.; Schmidt, H.-U.; Li, Y.-F.; Morfill, G. E.; Isbary, G. 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>.
- 15 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>.
- 16 Becker, S.; Zimmermann, J. L.; Baumeister, P.; Brunner, T. F.; Shimizu, T.; Li, Y.-F.; Morfill, G. E.; Harréus, U.; Welz, C. Effects of Cold Atmospheric Plasma (CAP) on Bacteria and Mucosa of the Upper Aerodigestive Tract. *Auris. Nasus. Larynx* 2019, 46 (2), 294–301. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2018.07.008>.
- 17 Heinlin, J.; Maisch, T.; Zimmermann, J. L.; Shimizu, T.; Holzmann, T.; Simon, M.; Heider, J.; Landthaler, M.; Morfill, G.; Karrer, S. Contact-Free Inactivation of *Trichophyton Rubrum* and *Microsporum Canis* by Cold Atmospheric Plasma Treatment. *Future Microbiol.* 2013, 8 (9), 1097–1106. <https://doi.org/10.2217/fmb.13.86>.
- 18 Shapourzadeh, A.; Rahimi-Verki, N.; Atyabi, S.-M.; Shams-Ghafarokhi, M.; Jahanshiri, Z.; Irani, S.; Razzaghi-Abyaneh, M. Inhibitory Effects of Cold Atmospheric Plasma on the Growth, Ergosterol Biosynthesis, and Keratinase Activity in *Trichophyton Rubrum*. *Arch. Biochem. Biophys.* 2016, 608, 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2016.07.012>.
- 19 Daeschlein, G.; Scholz, S.; von Woedtke, T.; Niggemeier, M.; Kindel, E.; Brandenburg, R.; Weltmann, K.-D.; Junger, M. In Vitro Killing of Clinical Fungal Strains by Low-Temperature Atmospheric-Pressure Plasma Jet. *IEEE Trans. Plasma Sci.* 2011, 39 (2), 815–821. <https://doi.org/10.1109/TPS.2010.2063441>.
- 20 Kaloriti, D.; Jacobsen, M.; Yin, Z.; Patterson, M.; Tillmann, A.; Smith, D. A.; Cook, E.; You, T.; Grimm, M. J.; Bohovych, I.; Grebogi, C.; Segal, B. H.; Gow, N. A. R.; Haynes, K.; Quinn, J.; Brown, A. J. P. Mechanisms Underlying the Exquisite Sensitivity of *Candida Albicans* to Combinatorial Cationic and Oxidative Stress That Enhances the Potent Fungicidal Activity of Phagocytes. *mBio* 2014. <https://doi.org/10.1128/mBio.01334-14>.
- 21 Misra, N. N.; Yadav, B.; Roopesh, M. S.; Jo, C. Cold Plasma for Effective Fungal and Mycotoxin Control in Foods: Mechanisms, Inactivation Effects, and Applications: Cold Plasma for Effective Fungal.... *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2019, 18 (1), 106–120. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12398>.
- 22 Takiwaki, H., Tsuda, H., Arase, S. & Takeichi, H. Differences between intrafollicular microorganism profiles in perioral and seborrhoeic dermatitis: Intra-follicular microorganisms in dermatitis. *Clinical and Experimental Dermatology* 28, 531–534 (2003).
- 23 Berardi, P., Benvenuti, S., Genga, A. & Cecchini, F. Demonstration of fusobacteria in eruptions of perioral dermatitis using the tape stripping toluidine blue (TSTB) method. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology* 3, 495–499 (2006).
- 24 *Dermatologie*. b-002-11376 (Georg Thieme Verlag, 2010). doi:10.1055/b-002-11376.
- 25 Chudobova, D. et al. Influence of microbiome species in hard-to-heal wounds on disease severity and treatment duration. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases* 19, 604–613 (2015).
- 26 Goebeler, M. et al. *Basiswissen Dermatologie*. (Springer, 2017).
- 27 Mariachiara, Dr. A. et al. Cold atmospheric plasma (CAP) as a promising therapeutic option for mild to moderate acne vulgaris: Clinical and non-invasive evaluation of two cases. *Clinical Plasma Medicine* 100110 (2020) doi: 10.1016/j.cpm.2020.100110.
- 28 Prof. Dr. med. Rösch, A., Salva, K. & McGovern, M. DRKS00012714 - ACTICAP; Eine prospektive, randomisierte, monozentrische, untersucherverblindete Studie zur Evaluation der Veränderung des kutanen Mikrobioms in Korrelation zum Ansprechen von kaltem atmosphärischem Plasma im Vergleich zu Diclofenac 3 % in 2,5 % Hyaluronsäure (Solaraze 3% Gel(R)) in Patienten mit aktinischen Keratosen. https://www.drks.de/drks_web/navigate.do?navigationId=trial.HTML&TRIAL_ID=DRKS00012714.
- 29 Kramer, A. et al. Consensus on Wound Antisepsis: Update 2018. *Skin Pharmacology and Physiology* 31, 28–58 (2018).
- 30 Zimmermann, J. L. et al. Test for bacterial resistance build-up against plasma treatment. *New Journal of Physics* 14, 073037 (2012).
- 31 Heinlin, J. et al. Plasma applications in medicine with a special focus on dermatology: Plasma medicine. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology* 25, 1–11 (2011).
- 32 Maisch, T. et al. Contact-free cold atmospheric plasma treatment of *Deinococcus radiodurans*. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 39, 1367–1375 (2012).
- 33 WMF & Deutsche Dermatologische Gesellschaft. S2 Leitlinie - Behandlung der Akne. (2011).
- 34 Fink, C., Enk, A. & Gholam, P. Aspekte der Schmerztherapie bei der photodynamischen Therapie. *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft* 13, 15–22 (2015).



terraplasma medical GmbH

Parkring 32

85748 Garching bei München

Tel. + 49 89 588 055 30

eFax + 49 89 588 055 99

Lassen Sie uns in Kontakt bleiben:

Linked in [terraplasma-medical](https://www.linkedin.com/company/terraplasma-medical)

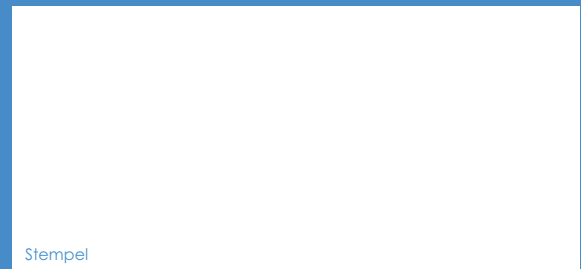
Mail info@terraplasma-medical.com

Web www.terraplasma-medical.com

Jens Kirsch | Chief Executive Officer (CEO)

PD Dr. rer. nat. habil. med. Julia Zimmermann | Chief Medical Officer (CMO)

Prof. Dr. Dr. h.c. Gregor Morfill | Wissenschaftlicher Beirat



Stempel



ANWENDERFREUNDLICH



KEINE RESISTENZEN &
ALLERGIEN BEKANNT



BAKTERIEN- UND
PILZREDUKTION