

WHITEPAPER

AMBIJET

1 ZUSAMMENFASSUNG

Plasma findet heute vielseitige Anwendungen, auch im medizinischen Bereich. In der vorliegenden Arbeit wird die Entwicklung einer Plasmatechnologie vorgestellt, um Entzündungen um Zahnimplantate zu behandeln.

2 HINTERGRUND

Plasma ist ein ionisiertes, quasi-neutrales Gas, in dem die Elektronen teilweise oder vollständig von den Atomen oder Molekülen getrennt sind. Dementsprechend existieren im Plasma Ionen, Elektronen und neutrale Gasteilchen nebeneinander. Dieser Zustand wird erreicht, indem dem Gas Energie (thermisch, elektrisch usw.) zugeführt wird.

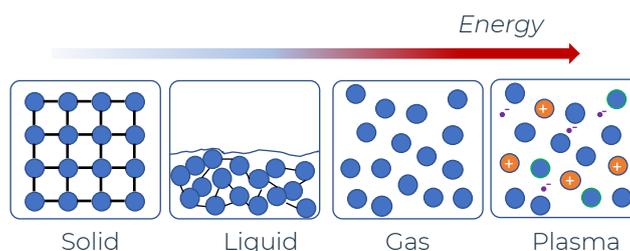


ABBILDUNG 1 Die vier Aggregatzustände. Die zugeführte Energie führt zu einer erhöhten Beweglichkeit der Elementarteilchen, aus denen das Material besteht, und verändert die Art und Weise, wie sie sich an einander binden bzw. anordnen.

Plasmen sind Mehrkomponentensysteme, die aufgrund ihrer hohen Konzentration an geladenen oder angeregten (aber neutralen) Teilchen hochreaktiv sind. Jedes der geladenen Teilchen (positive und/oder negative Ionen und Elektronen), der angeregten Atome und Moleküle sowie der Photonen (verschiedener Wellenlängen) spielt eine spezifische Rolle bei physikalischen und/oder chemischen Reaktionen mit den Materialien, mit denen das Plasma in Kontakt ist.

Plasma kann unter atmosphärischem Druck erzeugt werden. Wenn das Gas, in dem das Plasma erzeugt wird, durch einen Kanal strömt, bildet das Plasma einen so genannten "Plasmajet", wenn es aus der Düse strömt.

Die Plasmamedizin ist ein schnell wachsender Anwendungsbereich für Atmosphärendruck-Plasmajet. Bislang wurden solche Plasmen vor allem im Bereich der Sterilisation von Oberflächen, von medizinischen Geräten oder zur Oberflächenbehandlung von Implantaten zur Verbesserung ihrer Biokompatibilität eingesetzt [1]. Die Partikel des Plasmas interagieren mit den Zellen der Mikroorganismen (siehe Abb. 2). Sie können zur Sterilisation beitragen, indem sie die betreffenden Mikroorganismen, z. B. Bakterien oder Viren, inaktivieren, abtöten oder desintegrieren [1]. Immer häufiger werden Atmosphärendruck-Plasma in der Medizin durch direkte Anwendung eingesetzt. Zum Beispiel im Bereich der Wundheilung, wo die Behandlung chronischer Wunden direkt mit einem Plasma durchgeführt wird, bei verschiedenen Hauterkrankungen oder auch bei neuen Ansätzen wie der Krebstherapie [2].

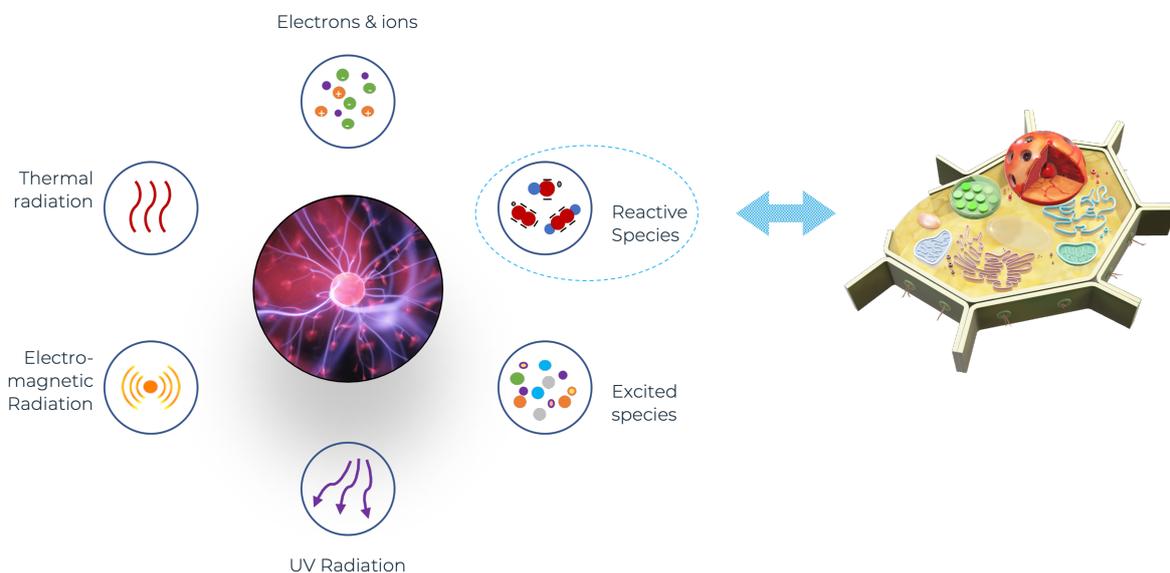


ABBILDUNG 2. Komplexe Wechselwirkungen zwischen Plasma und biologischem System [3].

3 TECHNOLOGIE

Plasma kann elektrisch von Gleichstrom bis zu Mikrowellen angeregt werden. Es kann gleichzeitig gepulst werden und somit mit gemischten Frequenzen betrieben werden. Frequenz, Spannung und Stromstärke müssen auf die Gasart und den Gasstrom abgestimmt werden, damit die gewünschten Partikel erzeugt werden, die beim gewünschten Zielmikroorganismus die gewünschte Wirkung erzielen, ohne jedoch Nebenwirkungen (z.B. übermäßige Erwärmung) zu verursachen.

Die Freiburger Medizintechnik GmbH hat das plasma-basierte "AmbiJet"-System von Grund auf für den Einsatz in der Zahnmedizin konzipiert und entwickelt (siehe Abb. 4). Das System besteht aus einer Basiseinheit mit integrierter Gaskartusche und Handstück sowie einem Einweg-Applikator. Das Design des Handstücks und Applikator orientiert sich an der Ergonomie des zahnärztlichen Bohrers.

Die speziell entwickelte Elektronik erzeugt in der Mikronadel ein äußerst effektives Plasma. Dieses Plasmastrahlgerät erfüllt nicht nur diese Grundvoraussetzung, sondern gewährleistet auch ein hohes

Maß an Sicherheit für den Patienten und den Bediener. Bei jedem Schritt der Entwicklung wurden die ISO-Normen für medizinische elektrische Geräte und spezifische Normen berücksichtigt.



ABBILDUNG 3. LINKS: Basisstation mit Gaskartusche. RECHTS: die Applikatoren: periSlide und inDrive.

4 ANWENDUNGEN

AmbiJet® tötet hocheffizient, unspezifisch Bakterien, reduziert die Wahrscheinlichkeit einer Reinfektion und fördert die Heilung.

Dank der zwei Applikatoren kann AmbiJet sowohl für chirurgische (mit inDrive) als auch konservative (mit periSlide) Behandlungen eingesetzt werden. periSlide verfügt über eine flexible Folien-Mikrodüse von nur 300 µm Dicke, die der Behandler zwischen entzündetem Zahnfleisch und Zahnimplantat schiebt, ohne chirurgisch vorgehen zu müssen. Die von den Gründern entwickelte spezielle Form der DFR-Technologie (Dry Film Resist) ist derzeit die einzige Möglichkeit, ein Plasma in einer flachen und flexiblen Düse im Submillimeterbereich zu erzeugen.

Es kann neben einer Anwendung bei Periimplantitis, auch bei Parodontitis-Behandlungen sowie Wurzelkanal-Behandlungen eingesetzt werden.

Da Plasma gasförmig ist, können die reaktiven Spezies weit in den apikalen Bereich des Wurzelkanals - in Rezessionen und Dentintubuli – eindringen.

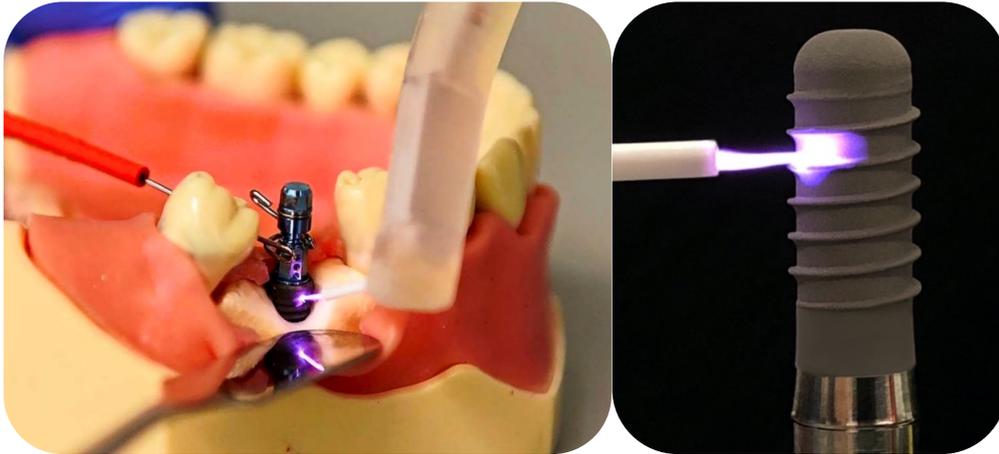


ABBILDUNG 4. Anwendungen von AmbiJet in der Periimplantitis.

5 EINZIGEARTIGE VORTEILE DES AmbiJet®

AmbiJet verfügt über eine überzeugende Liste von Alleinstellungsmerkmalen:

- Höchste und umfassende Desinfektionswirksamkeit,
- Erste Methode zur Kontrolle von Reinfektionen,
- Schnelle Behandlung,
- Sichere Behandlung,
- Schmerzfreie Behandlung,
- Anwendbar für alle Metall-Zahnimplantate (98%),
- Anwendbar in fast allen klinischen Situationen,
- Keine chemischen Substanzen,
- Keine Notwendigkeit für Antibiotika,
- Keine Notwendigkeit für pharmakologische Mittel,
- Einfach zu verwendende Technologie,
- Keine intensive Schulung erforderlich,
- Kann delegiert werden,
- Plattform-Technologie für weitere Anwendungen (in Entwicklung)

6 LITERATUR

- [1] Ledernez L, Engesser F, Altenburger M, Urban G, Bergmann M, "Effect of Transient Spark Disinfection on Various Endodontics Relevant Bacteria", Plasma Medicine, 2019.
- [2] Ledernez L, Bruch R, Altenburger M, Bergmann M, Urban G, "Transient Spark for Bacterial Cleaning of Dental Microcavities", Plasma Medicine, 2019.
- [3] Bergmann M, Wieland T, Straub V, Engesser F, Buerkin E, Altenburger M, Urban G, Ledernez L, "Transient Spark Coating for Dentistry" Plasma Medicine, 2022.
- [4] Wieland T, Kotthaus K, Bürkin E, Engesser F, Altenburger M, Ledernez L, Urban G, Bergmann M, "Analysis of the effects of disinfectants and plasma treatment on biofilm growth by a thermal flow sensor for real time measurements" Plasma Medicine, 2022.

[5] Bergmann M, Ledernez L, Altenburger M, Kaufmann A, Gros T, Engesser F, Bürkin E, “AmbiJet Treatment for Periimplantitis” IEEE International Conference on Plasma Science (ICOPS) 2022.