

Desinfektion mit Hightech

Plasma auf die Wunden

Nahezu unbemerkt haben Niedertemperaturplasmen der Medizin einen Innovationsschub verpasst: Man nützt sie seit Jahren, um empfindliche Medizinprodukte keimfrei zu machen; zunehmend etabliert sich die Plasmamedizin nun auch in vivo, beispielsweise zur Wunddesinfektion.

Wenn Mediziner von Plasma sprechen, dann meinten sie bislang den flüssigen, zellfreien Teil des Blutes. Doch immer häufiger wird mit diesem Begriff nun ein „vierter Aggregatzustand der Materie“ bezeichnet, der für die Infektiologie eine bedeutende Rolle spielen könnte. Durch steigende Energiezufuhr werden feste Stoffe zuerst flüssig, dann gasförmig und gehen schließlich in einen ionisierten Zustand über, bei dem sich die Elektronen aus den Atomen lösen. Die dabei entstehenden geladenen Teilchen geraten in Schwingung, was Temperaturen von mehreren 10.000°C erzeugt. Solche Hochtemperaturplasmen machen 99 Prozent der sichtbaren Materie im Weltall aus, kommen aber auch auf der Erde vor (siehe Bilder unten).

Für den Einsatz bei Medizinprodukten oder gar am Menschen ist derartige Hoch-

temperaturplasma natürlich nicht verwendbar, aber mit einem physikalischen Trick lässt sich sogenanntes kaltes Plasma herstellen: Einem Gas wird durch elektrische Entladung bei Normaldruck und Raumtemperatur gerade so viel Energie zugeführt, dass ausschließlich die winzigen Elektronen in Bewegung versetzt und heiß werden, während die Temperatur des Gesamtplasmas nur geringfügig ansteigt. Solch kaltes Plasma kennen wir beispielsweise von Leuchtstoffröhren und sogenannten Plasmabildschirmen.

Medizinische Anwendungen

Bei Berührung mit Luft erzeugen Plasmen reaktionsfreudige Verbindungen wie Ozon oder Stickoxide, die für menschliche Zellen bei kurzer Anwendung harmlos, für Viren, Bakterien und Pilze dagegen in Se-

kunden tödlich sind. Seit einigen Jahren schon nützt man diese antimikrobiellen Eigenschaften zur Dekontamination von empfindlichen Medizinprodukten, beispielsweise Endoskopen, oder zur Verbesserung der Biokompatibilität von Implantaten in der Zahnheilkunde.

Noch weitaus größer dürfte die Bedeutung von kaltem Plasma künftig aber in der direkten therapeutischen Anwendung werden: Der auch *Tissue tolerable Plasma* (TtP) genannte Aggregatzustand von kaltem Plasma liefert hoch energetische Radikale, die man zur schnellen chemikalienfreien Handdesinfektion in der Chirurgie und Krankenpflege einsetzen kann. Zudem fördern sie Zellwachstum und Gefäßneubildung, unspezifische Abwehr und Wundheilung. Dabei spielt das Trägergas eine entscheidende Rolle: Das Edelgas Argon



Nordlichter und Blitze sind Formen von natürlichem Plasma in der Erdatmosphäre. Bildquelle: Wikipedia/U.S. Air Force.

reagiert beispielsweise nicht mit Wunden, weshalb es für die Behandlung von chronisch infizierten Geschwüren (Ulcus cruris, diabetischer Fuß u. ä.) prädestiniert ist. Kohlendioxid-Beimischungen ergeben eine stärkere UV-Strahlung, Stickstoffbeigaben erhöhen den Anteil an Radikalen. Hier eröffnet sich für experimentierfreudige Mediziner und Hersteller noch ein weites Betätigungsfeld.

An Ideen für den praktischen Einsatz mangelt es nicht. So wird in der Zahnmedizin eine Plasmabürste zur Behandlung von Karies getestet. Für die dermatologische Arztpraxis entwickelt man „Plasmafackeln“ von der Größe eines Stiftes, mit denen man schwer zu behandelnden Hautkrankheiten wie Nagelpilz, Akne oder Schuppenflechte zuleibe rückt, und schwer zugängliche HNO-Tumoren wurden bereits mit Plasma zerstört.

In einer Kollaboration zwischen dem Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (siehe rechte Spalte), der Dermatologischen Klinik des Klinikums München und der Uniklinik Regensburg offenbarte eine erste Studie am Patienten die Effizienz einer kalten Plasmaanwendung bei chronisch infizierten Wunden: Unabhängig vom Resistenzmuster wurden die Bakterien innerhalb von zwei Minuten abgetötet. Weiterhin konnte die Forschergruppe positive Einflüsse auf die Abheilung von Entnahmestellen nach Spalthauttransplantationen zeigen.

Neues Forschungsgebiet

Seit dem 1. Juli 2011 gibt es an der Universität Greifswald den weltweit ersten Lehrstuhl für Plasmamedizin, den der Pharmazeut Prof. Thomas von Woedtker innehat. Die W2-Professur ist strukturell dem Institut für Hygiene und Umweltmedizin der Universitätsmedizin Greifswald

zugeordnet, zeitlich unbefristet und wird zu einhundert Prozent vom Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e. V. finanziert. Im Rahmen seiner Forschungstätigkeit untersucht von Woedtker Plasmen und ihre Effekte auf Flüssigkeiten, Organismen und Zellen, um damit therapeutische Anwendungen wissenschaftlich vorzubereiten und zu begleiten. Es geht ihm dabei vor allem um Fragen der Sicherheit und Verträglichkeit sowie der optimalen Dosierung.

Mecklenburg-Vorpommern hat hier eine Vorreiterrolle übernommen: An der vom Bundesforschungsministerium geförderten Initiative *Campus Plasma Med* beteiligen sich neben Greifswald auch Rostock, Wismar und Stralsund. Weitere Projekte gibt es in Berlin, Göttingen, Homburg/Saar und München (siehe rechte Spalte). Nach Auffassung des Forums www.innovations-report.de zeichnet sich die Entstehung eines eigenständigen Fachgebiets ab, vergleichbar der Entwicklung bei der Lasermedizin vor etwa zehn Jahren.

Was Ärzte und Wissenschaftler besonders fasziniert: TtP scheint für den Patienten nebenwirkungsfrei zu sein und erzeugt nach bisherigen Beobachtungen keine Resistenzen. In dieser Hinsicht wurden die Erwartungen vieler Studienleiter nach Aussagen des Magazins *Technology Review* (Januar 2011) übertroffen. Das Blatt zitiert den anfangs eher skeptischen Dermatologen Dr. Georg Isbary des Klinikums München-Schwabing mit den Worten: „Wenn man bedenkt, dass es immer mehr multiresistente Keime gibt und wir immer weniger neue Antibiotika dagegen finden, dann wird das Potenzial der Plasmamedizin erst so richtig deutlich.“ 🌸

Dr. Oliver Erens
Mitglied der Redaktion

Weltraumforscher lösen irdische Probleme

Am Max-Planck Institut für extraterrestrische Physik werden komplexe Plasmen – unter anderem auf der Internationalen Raumstation ISS – seit fast zwanzig Jahren untersucht. Auf diesem nicht ganz alltäglichen Weg gelangten die Forscher auch zu kalten atmosphärischen Plasmen für Anwendungen in der Medizin und Hygiene. Eine der Technologien basiert auf dem Prinzip der Oberflächenmikroentladung (SMD = *Surface Micro Discharge*): Es handelt sich dabei um eine Sandwich-Elektrode, bestehend aus einer leitenden und einer isolierenden Schicht sowie einem Gitter. An die leitende Schicht wird eine Hochspannung angelegt, das Gitter auf der anderen Seite der isolierenden Schicht ist geerdet. Das Plasma entsteht in der Raumluft durch Mikroentladungen, ähnlich wie bei einem Blitz. Gegenüber herkömmlichen Verfahren – zum Beispiel Energiezufuhr mit Mikrowellen – hat diese Technologie viele Vorteile: Man kann sehr große wie auch sehr kleine Elektroden bauen, diese sind biegsam, in der Herstellung kostengünstig, und man muss das Plasma nicht kühlen.



In einer Phase I-Studie werden derzeit *in-vitro*-Untersuchungen mit einem tragbaren, batteriebetriebenen Plasmagerät durchgeführt: Man testet die Wirkung auf Bakterien und Viren, Pilze und Sporen, Lebensgemeinschaften von Mikroorganismen (Biofilme), Eukaryoten sowie exzidierte humane Haut.

Die neue Technik kommt derzeit in verschiedenen Bereichen der Dermatologie und Hygiene zum Einsatz, etwa bei der Behandlung infektiöser Hautkrankheiten, zur Hände- und Lebensmittel-Desinfektion sowie zur Sterilisation von hitzeempfindlichen Materialien. Die Untersuchungen zeigen, dass kalte atmosphärische Plasmen schnell, effizient, praktisch und umweltfreundlich verschiedene Mikroorganismen abtöten, ohne dabei menschliche Zellen und Zellverbände zu schädigen.

Dr. Julia Zimmermann

MPI für extraterrestrische Physik, Garching
zimmermann@mpe.mpg.de