

Pressemitteilung

Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Petra Giegerich

31.03.2021

<http://idw-online.de/de/news766076>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Biologie, Chemie, Medizin
überregional



Tattoo aus Goldnanopartikeln revolutioniert medizinische Diagnostik

Farbänderungen von unter die Haut implantierten Goldnanopartikeln zeigen die Änderung von Stoffkonzentrationen im Körper an

Die Idee von implantierbaren Sensoren, die kontinuierlich Informationen über Vitalwerte oder Konzentrationen von medizinisch relevanten Stoffen und Medikamenten im Körper liefern, fasziniert Ärzte und Wissenschaftler seit Langem. Denn so können sie Krankheitsverläufe und Therapieerfolge ständig beobachten. Allerdings können solche Sensoren bisher noch nicht dauerhaft im Körper verbleiben, sondern müssen spätestens nach wenigen Tagen oder Wochen ausgetauscht werden. Zum einen erkennt der Körper das Implantat als fremd und stößt es ab. Zum anderen verblasst mit der Zeit die Farbe, die als Indikator für Konzentrationsänderungen eines bestimmten Stoffes dient. Ein Forschungsteam der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU) hat einen neuartigen implantierbaren Sensor entwickelt, der mehrere Monate im Körper verwendet werden kann. Grundlage dafür sind farbstabile Goldnanopartikel, die mit Rezeptoren für bestimmte Moleküle versehen werden. Eingebettet in eine Art künstliches Gewebe aus Polymeren wird das Nanogold unter die Haut implantiert, wo es als Reaktion auf Konzentrationsänderungen eines Arzneistoffes die Farbe wechselt.

Implantat übermittelt Informationen als „unsichtbares Tattoo“ durch die Haut

Die Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Carsten Sönnichsen nutzt bereits seit Jahren einzelne Goldnanopartikel als Sensoren zum Nachweis kleinster Proteinmengen in mikroskopischen Flusszellen. Goldnanopartikel wirken wie Antennen für Licht: Sie streuen und absorbieren es und sind deswegen farbig. Auf Änderungen in ihrer Umgebung reagieren sie mit Farbänderungen. Dieses Konzept hat sich das Forschungsteam um Sönnichsen für die implantierte Sensorik zunutze gemacht.

Damit die winzigen Nanopartikel im Körper nicht einfach wegschwimmen oder von Immunzellen abtransportiert werden, haben die Forscherinnen und Forscher sie in ein poröses Hydrogel mit gewebeähnlicher Konsistenz eingebettet. Unter die Haut implantiert wachsen kleine Blutgefäße und Zellen in die Poren ein. Das Implantat wird in das Gewebe integriert, eine Fremdkörperabstoßung durch den Organismus verhindert. „Unseren Sensor kann man sich wie ein unsichtbares Tattoo vorstellen, nicht viel größer als ein Cent-Stück und dünner als ein Millimeter“, so Projektleiter Sönnichsen. Da die Goldnanopartikel infrarot sind, kann unser Auge die Farbe nicht wahrnehmen. Mit einem speziellen Messgerät kann das Implantat aber nicht-invasiv durch die Haut sichtbar gemacht werden.

In der im Fachjournal „Nano Letters“ veröffentlichten Studie hat das Forschungsteam der JGU die Farbänderung des Sensors nach Verabreichung verschiedener Dosen eines Antibiotikums in haarlosen Ratten beobachtet. Über die Blutbahn werden die Arzneistoffmoleküle zum Implantat transportiert. Dort induzieren sie die Farbänderung, sobald sie von spezifischen Rezeptoren auf der Oberfläche der Goldnanopartikel gebunden werden. Die Kombination der farbstabilen Goldpartikel mit dem einwachsenden Hydrogel führt dazu, dass der Sensor im Körper über mehrere Monate mechanisch und optisch stabil bleibt.

Potenzial von Goldnanopartikeln als langlebige implantierbare Sensoren in der Medizin ist groß

„Von farbigen Objekten sind wir es gewohnt, dass sie mit der Zeit ausbleichen. Bei Goldnanopartikeln passiert das nicht, sie behalten dauerhaft ihre Farbe. Weil sie relativ einfach mit verschiedenen Rezeptoren beschichtet werden können, eignen sie sich sehr gut als Plattform für implantierbare Sensoren“, erklärt Dr. Katharina Käfer, Erstautorin der Studie.

Das neue Konzept ist generalisierbar und hat das Potenzial, die Lebensdauer von implantierbaren Sensoren deutlich zu verlängern. In Zukunft könnten mit Goldnanopartikel-basierten Implantaten die Konzentrationen verschiedener Biomarker oder Medikamente im Körper gleichzeitig verfolgt werden. Denkbar ist der Einsatz in der Arzneistoffentwicklung, der medizinischen Forschung oder der personalisierten Medizin, beispielsweise zur Therapie chronischer Erkrankungen.

Fachübergreifende Teamarbeit brachte Erfolg

Die Idee, Goldnanopartikel als implantierbare Sensoren zu nutzen, hatte Sönnichsen bereits 2004, kurz bevor er als Juniorprofessor der biophysikalischen Chemie an der JGU begann. In Gang kam das Projekt erst zehn Jahre später durch die Zusammenarbeit mit Dr. Thies Schroeder und Dr. Katharina Käfer, beide wissenschaftliche Mitarbeiter an der JGU. Aus seiner langjährigen Forschungsarbeit in den USA brachte Schroeder Erfahrungen im biologischen und tierexperimentellen Bereich mit. Käfer war damals auf der Suche nach einem spannenden Thema für ihre Promotion und ließ sich von dem komplexen fachübergreifenden Projekt nicht abschrecken. Mit den ersten Ergebnissen konnten ein Stipendium des Max Planck Graduate Center für Katharina Käfer sowie eine Forschungsförderung der Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation eingeworben werden. „Für ein solches Projekt braucht man viele Leute mit Erfahrungen in unterschiedlichen Bereichen und nach und nach konnten wir immer mehr Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für die Idee begeistern“, freut sich Sönnichsen. Schlussendlich führte diese interdisziplinäre Teamarbeit zum Ziel eines ersten funktionierenden implantierbaren Sensors mit Goldnanopartikeln.

Bildmaterial:

https://download.uni-mainz.de/presse/09_chemie_nanobiotechnologie_tattoo.jpg

Goldnanopartikel in einem porösen Hydrogel werden als medizinische Sensoren unter die Haut implantiert. Sie wirken wie ein Tattoo, das Konzentrationsänderungen eines Arzneistoffs im Blut durch einen Farbwechsel anzeigt.

Abb./©: Nanobiotechnologie-Gruppe, Department Chemie

Weiterführende Links:

<https://www.fb09.uni-mainz.de/departement-chemie/> - Department Chemie an der JGU

<https://www.mpgc-mainz.de/> - Max Planck Graduate Center mit der Johannes Gutenberg-Universität

Lesen Sie mehr:

<https://www.uni-mainz.de/presse/aktuell/8359-DEU.HTML.php> - Pressemitteilung „Chemische Reaktionen per Licht antreiben“ (25.04.2019)

<https://www.uni-mainz.de/presse/57174.php> - Pressemitteilung „Chemiker entwickeln neuartige Nanosensoren zum Nachweis von Proteinen und Viren“ (31.07.2013)

<https://www.uni-mainz.de/presse/50547.php> - Pressemitteilung „Gold-Nanoantennen spüren Proteine auf“ (28.02.2012)

<https://www.uni-mainz.de/presse/38580.php> - Pressemitteilung „Carsten Sönnichsen erhält ERC Starting Grant zur Erforschung molekularer Vorgänge mithilfe Nanotechnologie“ (06.07.2010)

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Dr. Carsten Sönnichsen
Nanobiotechnologie
Department Chemie
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
55099 Mainz
Tel. +49 6131 39-24313
E-Mail: soennichsen@uni-mainz.de
<https://www.nanobiotech.uni-mainz.de/prof-dr-carsten-soennichsen/>

Originalpublikation:

Katharina Kaefer et al.
Implantable Sensors Based on Gold Nanoparticles for Continuous Long-Term Concentration Monitoring in the Body
Nano Letters, 30. März 2021
DOI: [10.1021/acs.nanolett.1c00887](https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.1c00887)
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.nanolett.1c00887>