

Delamination der TiO_xN_y -Beschichtung

20 µm



Anlagerung von Salzen aus künstlichen Körperflüssigkeiten

50 µm

BIO- UND MEDIZINTECHNIK

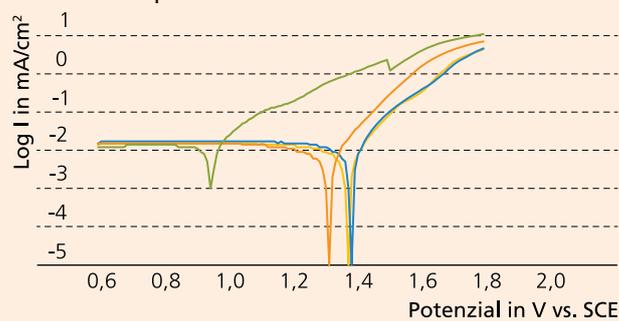
TITANOXINITRID-STENT-BESCHICHTUNGEN MIT LANGZEITBIOSTABILITÄT

Dr. Natalia Beshchasna, Dr. Jörg Opitz, M.Sc. Muhammad Saqib

Herzerkrankungen sind weltweit die häufigste Todesursache. Die Implantation von Stents ist eine etablierte Methode, um verengte oder verschlossene Blutgefäße für den Blutfluss zu öffnen. Obwohl das Risiko von Komplikationen sehr klein ist, bleibt die Wiederverengung der Blutgefäße (Restenose) ein Problem. Eine spezifische Beschichtung der Stents soll dem entgegenwirken. Ein vielversprechender Ansatz ist die Titanoxinitrid-Beschichtung (TiO_xN_y); abgetrennt durch Magnetronspütern. Die Biokompatibilität solcher Stents steigt mit zunehmender Beschichtungsdicke. Allerdings führt das zu einer drastischen Senkung der Schichtadhäsion zum Stent-Grundmaterial. Durch geringere Adhäsion löst sich die dicke TiO_xN_y -Beschichtung ab und es kommt zu unerwünschten Defekten (Bild 1). Im Rahmen des vom Fraunhofer IKTS geleiteten Projekts »TiOxTechBio« (Förder-Nr. 01DJ15023) mit Partnern aus Polen, Rumänien und Russland wurde eine neue Technologie entwickelt. Diese ermöglicht die Herstellung von TiO_xN_y -Schichten auf Edelstahl-Stents (316L) mit geringer Dicke, hoher Härte, hohem Korrosions-, Verschleiß- und Oxidationswiderstand sowie ausreichender Biostabilität. Das IKTS bringt sich mit der Entwicklung eines In-vitro-Verfahrens zur Untersuchung der Langzeitbiostabilität von zahlreichen beschichteten Stent-Prototypen sowie Untersuchungen der physikalisch-chemischen Oberflächeneigenschaften und Korrosionstests in das Projekt ein. In den Experimenten wurde der Einfluss von zwei Faktoren auf die Mikrostruktur der TiO_xN_y -Schicht bestätigt: die Stickstoffkonzentration in der Gasatmosphäre der Beschichtungskammer und die Anwesenheit der negativen Schubspannung am Substrat. Es wurde gezeigt, dass das optimale O_2/N_2 -Verhältnis bei 3/5 liegt, während die optimale Dicke der Beschichtung 150 bis 170 µm beträgt. Mit erhöhter Stickstoffkonzentration verkleinern sich die Korngrößen, was zu geringerer Oberflächenrauigkeit und erhöhter Dichtheit der Beschichtung führt.

Ziel der Weiterentwicklung der Abscheidungs-technologie ist eine höhere Beschichtungsqualität, Flexibilität und gute Adhäsion. Dies wurde durch die Anpassung der Abscheidungsparameter in mehreren Technologieoptimierungsschritten erreicht und in dynamischen Tests mit künstlichen Körperflüssigkeiten überprüft (Bild 2). Die Untersuchungen der Testflüssigkeit nach der Stent-Inkubation mittels Massenspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma zeigen keine Freisetzung der Schichtbestandteile im Fall der optimierten Beschichtungen. Nach erfolgreichen In-vivo- und klinischen Studien kann die Technologie in die industrielle Praxis überführt werden.

Tafel-Diagramm der TiO_xN_y -beschichteten Stents und der Referenzprobe



t = 37 °C
■ $TiO_xN_y(O_2/N_2 = 27/10)$ ■ $TiO_xN_y(O_2/N_2 = 13/10)$
■ $TiO_xN_y(O_2/N_2 = 6/10)$ ■ Unbeschichtet

- 1 TiO_xN_y -beschichteter Edelstahl-Stent mit mangelnder Schichtadhäsion.
- 2 TiO_xN_y -beschichteter Edelstahl-Stent nach dem Kontakt mit Hanks' Pufferlösung.

