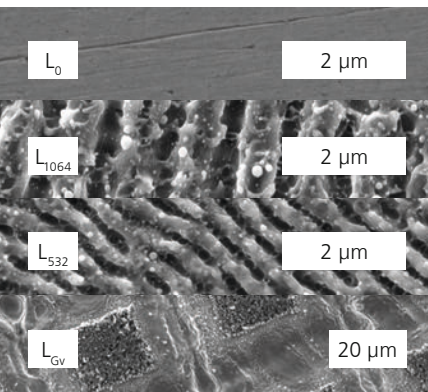


Verbesserte Stenteigenschaften durch laserinduzierte periodische Oberflächenstrukturierung

Dr. Natalia Beshchasna, Dr. Muhammad Saqib, Dr. Joerg Opitz



Oberflächenmorphologie unbehandelter (L_0) und laserbehandelter Edelstahlproben mit Pikosekunden-Lasersystem.

Seit Jahrzehnten werden Stents erfolgreich zur Behandlung von Herzkranzgefäßen eingesetzt. Trotzdem bedürfen sie noch immer weiterer Verbesserungen hinsichtlich ihrer Biokompatibilität; insbesondere bei Wiederverengung (Restenose), Neubildung der Gefäßinnenwand (Endothelialisierung) und Korrosion.

Röntgenanalyse (SEM-EDX), Kontaktwinkelmessungen und Laserprofilometrie zum Einsatz.

In Zusammenarbeit mit der Universität Modena & Reggio Emilia (Italien), NanoPrime (Polen) und der Universität Lettland untersuchte ein Team des Fraunhofer IKTS den Einfluss der laserinduzierten periodischen Oberflächenstrukturierung (LIPSS) auf Stenteigenschaften. Dabei handelt es sich um eine vielversprechende Oberflächenmodifikationstechnik zur Beeinflussung der Migration und Proliferation (Wachstum) von Zellen sowie der Korrosionsrate von Metall-Stents.

Alle LIPSS-Proben wiesen im Vergleich zum Referenzmaterial eine erhöhte Oberflächenrauheit und eine Veränderung der Benetzbarkeit vom hydrophilen zum hydrophoben Zustand auf. Elektrochemische Korrosionstests belegten die gesteigerte Korrosionsbeständigkeit der laserbehandelten Oberflächen in Verbindung mit ihrem hydrophoben Verhalten. Von allen getesteten LIPSS-Proben wies die L_{532} -Probe die höchste Korrosionsbeständigkeit und die höchste Zelladhäsion und -proliferation auf, mit signifikantem Einfluss auf die Form der Zelle und das gerichtete Wachstum entlang der Nanostrukturen.

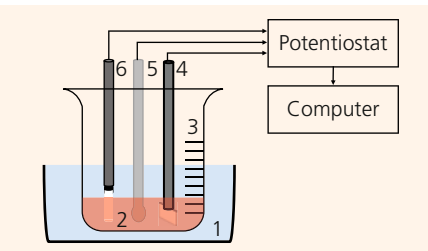
Drei Testszenarien

Vielversprechende Ergebnisse

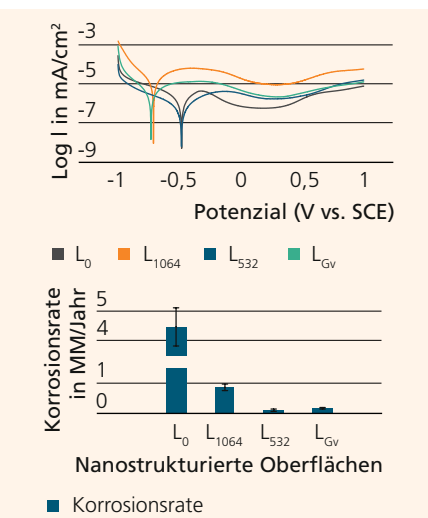
Für die Untersuchungen wurden AISI 316-Edelstahlplatten (2 mm dick, 10 mm im Durchmesser) mittels Laserschneiden und Polieren aufbereitet und anschließend mit dem EKS-PLA Atlantic 5 Pikosekundenlaser (Strahllinien mit Wellenlängen von 1064 nm und 532 nm) behandelt. Es standen drei verschiedene Laserbehandlungen im Fokus: zwei (L_{1064} , L_{532}) strebten eine gleichmäßige Verteilung von LIPSS auf den Oberflächen an, während die dritte (L_{Gv}) ein Gitter von Rillen mit einem Abstand von 40 µm generieren sollte.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Oberflächen von Stents durch mikro- oder nanostrukturierte Beschichtungen bzw. Oberflächenmodifikationen verbessert werden. Zudem wirkt sich die behandelte Oberfläche positiv auf die Zell-Material-Interaktion aus, indem die Restenose im Stent unterdrückt und die Endothelialisierung gefördert wird. Da LIPSS-Strukturen in der Lage sind, natürliche Nanoeigenschaften des Gefäßgewebes nachzubilden, ergibt sich ein großes Potenzial für die biologische Transformation.

Die Biokompatibilität wurde anhand von mesenchymalen Stammzellen aus menschlichem Nabelschnurgewebe untersucht. Für die Erfassung von Morphologie, Benetzbarkeit und Struktur der Oberflächen kamen die Rasterelektronenmikroskopie mit energiedispersiver



Versuchsaufbau für elektrochemische Messungen an Stents, 1. Wasserbad, 2. Salzlösung nach Hanks (HBSS), 3. Glasbecher, 4. Gegenelektrode: Platinblech (25*25 mm²), 5. Referenzelektrode: gesättigte Kalomelektrode (SCE), 6. Arbeitselektrode: TiON-Stent.



Korrosionsverhalten von LIPSS-Oberflächen: Tafelkurven (oben) und Balkendiagramm für Korrosionsraten (unten).

