

# Zusammenfassung

Dissertation Beate Heisterkamp

Titel: „Korrosion biokompatibler Titan-Legierungen“

Für die technischen, biokompatiblen  $\beta$ -Titan-Legierungen Ti-45Nb und Ti-35Zr-10Nb (Tiadyne<sup>TM</sup> 3510) wird im Vergleich zu Titan cp2 die Korrosionsbeständigkeit in phosphatgepufferter Kochsalzlösung (PBS) mit und ohne einen physiologischen Wasserstoffperoxid-Zusatz diskutiert.

Testmethoden sind neben Immersionstests potentiodynamische Gleichstrommessungen (DC), Mott-Schottky-Messungen (AC) und elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS) mit einer Modellierung und Simulation des Halbleiteroxid-Schichtaufbaus.

Die sehr hohe Korrosionsbeständigkeit der mit Ausnahme der Bioadhäsion des Zirkoniums vollständig biokompatiblen Legierungen entspricht einer reduzierten Zellmembranwechselwirkung im menschlichen Körper. Sie ist auf ein nanostrukturiertes Zweischichtsystem auf dem Substrat zurückzuführen.

Die  $\beta$ -Phase erweist sich im Vergleich zur  $\alpha$ -Phase als nicht korrosionsbestimmend. Der Anteil der Legierungselemente führt zur Ausbildung einer unterschiedlich diffusionsdichten Schichtaufbaus, der aus einer inneren, in Bezug auf die elektrischen Eigenschaften nichtidealen Schicht und einer äußeren, idealen Kondensator-Oxidschicht besteht. Die Beständigkeit wird durch die Ladungstrennung der inneren Schicht bestimmt, die legierungselementabhängig als Sperrschicht wirkt oder durchlässig ist.

Wasserstoffperoxid in physiologischer Konzentration wirkt korrosionsfördernd, da durch die reduzierte Überspannung ein schnellerer Schichtaufbau mit einer Verringerung der negativen Oberflächenladung erfolgt. Dies reduziert die Ladungstrennung im Schichtsystem.

Alle untersuchten Legierungen versagen durch einen Spaltkorrosionsmechanismus. Ti-35Zr-10Nb versagt zusätzlich wegen ihrer Zweiphasigkeit durch interkristalline Korrosion, was anhand der Oberflächenmorphologie diskutiert wird.

Für  $\alpha$ -Titan reduziert die kleinere Bandlücke von  $\text{TiO}_2$  die Anfälligkeit gegen äußere Potentialverschiebungen im Korrosionssystem im Vergleich zu  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  und  $\text{ZrO}_2$ . Trotz höherer Anfälligkeit der beiden  $\beta$ -Titan-Legierungen für erste Potentialverschiebungen zeigt sich für Ti-45Nb erst bei viel höheren (Potential-) Auslenkungen aus dem Gleichgewicht ein Korrosionsschaden, da die Diffusion durch die  $\text{TiO}_2$ -Anreicherung in der nichtidealen Schicht bzw. aufgrund der  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ -Anreicherung in der Kondensatorschicht behindert ist. Hierdurch stellt Ti-45Nb die robusteste Legierung gegen Systemveränderungen dar. Der Zirkoniumgehalt in Ti-35Zr-10Nb führt dagegen zur elektronendichteren Schicht mit erhöhter Korrosionsbeständigkeit. Diese ist jedoch anfällig gegen Systemschwankungen, da die Energie nicht zur Anregung der Elektronen in das Leitungsband genutzt werden kann.