

Oberflächeneigenschaften eines modernen Implantatsystems

An moderne Zahnimplantate bestehen vielfältige Anforderungen, die nur durch geeignete Kombinationen von Biomaterialien, verbunden mit einer Strukturierung der Oberfläche, erreichbar sind. Zu den wünschenswerten Zielen gehören insbesondere eine hohe Biokompatibilität, u.a. die Abwesenheit von Korrosion oder der Freisetzung toxischer oder allergener Stoffe, ein schnelles Einheilen, verbunden mit einer schnellen Belastbarkeit, eine hohe mechanische Stabilität, verbunden mit einer guten Verankerung im Kieferknochen, eine hohe Lebensdauer nach der Implantation, eine gute Applizierbarkeit durch den behandelnden Arzt und eine Verhinderung des Eindringens von Bakterien in den Knochenraum, d.h. eine weitgehende Abwesenheit von Biofilmen an der Grenze Mundschleimhaut-Knochenraum.

Prof. Dr. Matthias Epple/Duisburg-Essen

■ Diese Eigenschaften sind durch geeignete Materialien für das Implantat an sich (oft auch durch eine Kombination mehrerer Materialien), durch eine optimierte Geometrie sowie durch eine geeignete Oberflächenfunktionalisierung erreichbar. Nach Wintermantel unterscheidet man zwischen einer Strukturkompatibilität, die die mechanische Integrität des Implantats gewährleistet, und einer Oberflächenkompatibilität, die eine positive Reaktion des umgebenden Gewebes hervorruft.¹ Im Zusammenhang mit dem Einbau des Implantates in den Kieferknochen, der die mechanische Stabilität des Implantats gewährleistet, kommt der Grenzfläche zwischen Biomaterial (= Implantatoberfläche) und Biomineral (= Knochen) eine besondere Bedeutung zu.^{2,3} Die Funktionalisierung der Oberfläche kann dabei durch eine Beschichtung und/oder durch chemische (z.B. Säureaktivierung = Ätzen), mechanische (z.B. Aufrauen oder Polieren) oder biologische Oberflächenbehandlung (z.B. Ankopplung von Biomolekülen) erfolgen. An die Seite dieser medizinisch-naturwissenschaftlichen Aspekte, die durch die Parameter mechanische Kompatibilität, chemische Kompatibilität und biologi-

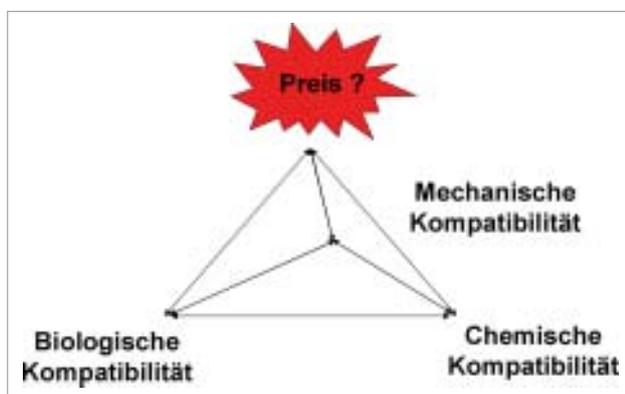


Abb. 1: Die Faktoren, die die Einsatzfähigkeit eines Implantats bestimmen. Im Allgemeinen sind Kompromisse zwischen den in den Ecken des Tetraeders liegenden idealen Eigenschaften notwendig, d.h. das Optimum wird auf einem Punkt innerhalb des Tetraeders liegen.

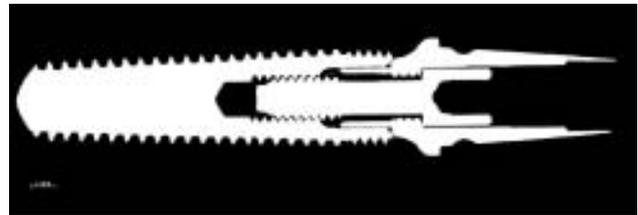


Abb. 2: Aufbau des REVOIS-Implantatsystems, bestehend aus einer Schraube und einem Universalpfosten.

sche Kompatibilität ausgedrückt werden können, tritt zunehmend auch der Aspekt der „finanziellen Kompatibilität“, d.h. der Bezahlbarkeit des Implantatsystems durch Krankenkassen oder direkt durch den Patienten (Abb. 1). Dieser Aspekt ist von zunehmender Bedeutung und beeinflusst (und manchmal verhindert) auch die Einführung neuer (und oft teurerer) Medizinprodukte. Das REVOIS Zahnimplantat-System wird von der Firma curasan vermarktet. Es handelt sich um ein zweiteiliges System, bestehend aus einem Universalpfosten und einer Schraube (Abb. 2). Im Folgenden wird über eingehende Untersuchungen zu den materialwissenschaftlichen und oberflächenchemischen Aspekten berichtet. Die Schraube wird in den Kiefer eingebracht und steht daher im direkten Kontakt mit dem umgebenden Knochengewebe. Eine hohe Biokompatibilität gegenüber dem Knochen ist daher für eine feste Verankerung notwendig. Um dies zu erreichen, wurde das von sich aus biokompatible Grundmaterial Reintitan (Grade 4 nach ASTM F 67) mit Zirkoniumdioxid-Kugeln mechanisch bestrahlt, wodurch lakunenartige Vertiefungen in der Oberfläche erzeugt werden. Anschließend wurde die Oberfläche mit Säure geätzt, um sie chemisch gegenüber dem Anwachsen von Knochen zu aktivieren und um mechanisch verletzte Oberflächenbereiche auszuheilen. Die raue Struktur der Oberfläche der Schraube ist klar im Rasterelektronenmikroskop erkennbar, wobei auch die Windungen der Schraube diese Oberflächenstrukturierung aufweisen (Abb. 3). Derart aufgeraute und be-