

Schadensanalysen an enossalen Titanimplantaten

K. Müller¹, W. Olivier², R. Jaeger³, M. Möser³

¹ Zahnmedizinische Praxis, Rudolfstr. 1, 35764 Sinn

² Zahnmedizinische Praxis, Dorstener Str. 380, 46119 Oberhausen

³ Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, Wöhlerstraße 11, 79108 Freiburg

Ziel der Untersuchungen

Die Funktionsdauer eines oralen Implantats wird sowohl durch »externe« Faktoren (z.B. die biomechanische Belastungssituation), als auch durch implantat-spezifische Faktoren (z.B. die geometrische Auslegung und Oberfläche des Implantats) determiniert. Schadensanalysen klären die Ursachen für das Versagen eines Bauteils und dienen durch ihre Rückwirkung auf Konstruktion, Fertigungsprozesse, Prüfverfahren und Betriebsbedingungen der Verhütung konsekutiver Schäden. Sinngemäß für das jeweilige Einzelereignis modifiziert, lassen sie sich auf Implantatschadensfälle anwenden. Aufgrund der Vielfalt der Schadensursachen und -erscheinungsformen können im vorliegenden Rahmen nur grundsätzliche Vorgehensweisen und Beurteilungskriterien thematisiert werden.

Material und Methode

Speziell die Oberflächen und Bruchflächen von enossalen Titanimplantaten, die frakturbedingt explantiert wurden, sind mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskops (REM) untersucht worden. Die nachfolgende Kasuistik demonstriert die Möglichkeiten detaillierter Schadensanalysen, wobei die technischen Bestandteile eines enossalen dentalen Implantats nach E DIN 13902-1:2003 (Implantatkörper, Verbindungselement und Implantataufbau) exemplarisch ausgewählt sind. Prothetische Suprastrukturen sind nicht berücksichtigt.

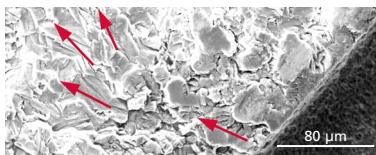
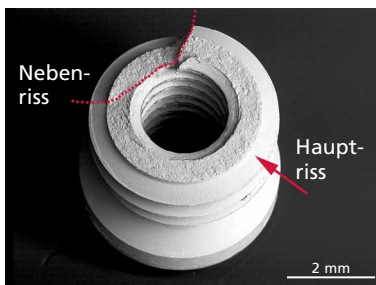
Resultate

Fall 1: Schraubenimplantat

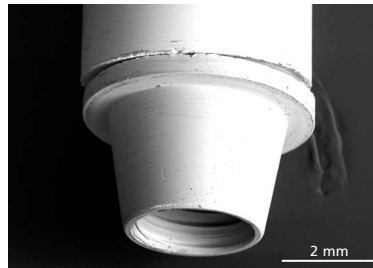


Bruch an der koronalen Grenze der ossären Integration:

- Spaltbruchartige Bruchgefüge, Hauptriss und kleinerer Nebenriss: Ermüdungsbruch durch einseitige Biegung
- Keine Anzeichen für Materialfehler oder Oberflächenbeschädigung
- Mögliche Bruchursache: Die Verlagerung des periimplantären Knochens nach apikal bzw. zum Endpunkt der Befestigungsschraube, wo ein Sprung der Steifigkeit vorliegt, führte zu kritischen Spannungen.

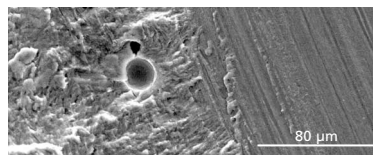
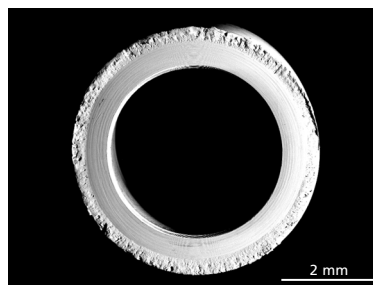


Fall 2: Distanzhülse

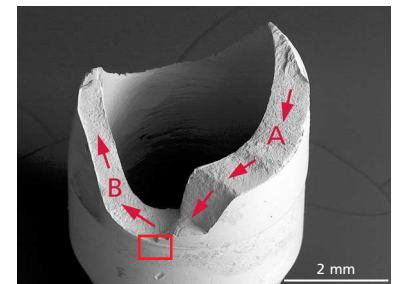
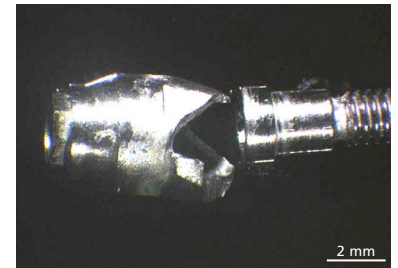


Radial nach außen verlaufender Bruch:

- Ermüdungsbruch durch zyklische Zugbelastung
- Zugbelastung ist für das Bauteil untypisch; Kerbwirkung eines partiell verschweißten Stumpfstoßes wurde deshalb kritisch
- Pore als möglicher lokaler Rissstarter

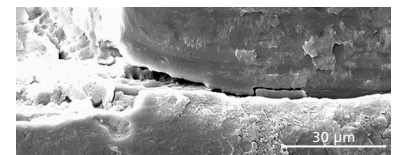


Fall 3: Implantatpfosten



45° Orientierung der Bruchflächen:

- Ermüdungsbruch unter Torsionsbeanspruchung
- Mindestens zwei Risse (A & B); (Bruchfläche unvollständig)
- Schleifriefen als Rissausgangspunkt



Schlussfolgerungen

Schadensanalysen können kausale Faktoren im Zusammenhang mit Implantatmisserfolgen eruieren. In den Fällen der Begutachtung führten Veränderungen der Belastungssituation (z.B. die Verschlechterung der Osseointegration, der Übergang von Druckkräften zu Zugkräften oder Drehmomenten) zu Spannungsspitzen an besonderen Stellen der Titanimplantate und damit zu Rissen und Brüchen. Die Funktionsdauer des Bauteils »Implantat« wird durch diese Beanspruchungen limitiert (Schadensfall): Überbelastung führt zum Gewaltbruch, Dauerbelastung kann zum Ermüdungsbruch führen. Korrosionserscheinungen konnten an den Ermüdungsbruchflächen nicht nachgewiesen werden. Eine regelmäßige Kontrolle der Restauration sowie ein auch für untypische Belastungen ausgelegtes Implantat(makro-)design können im Sinne der Qualitätssicherung zur Schadensvermeidung beitragen.

