

Fortschritt in der Entwicklung von Implantatsystemen mit Resilienzverhalten

Dauerhafte Mobilität von Titanstoßdämpfern nach Alterungssimulation bewiesen

Die gleichmäßige Verteilung auftreffender Kaukräfte sowohl auf die osseointegrierten Implantate als auch auf die natürlichen Zähne bildet einen entscheidenden Faktor für den Langzeiterfolg der implantologisch-prothetischen Therapie. Die Entwicklung und Optimierung von Implantatsystemen, die ein Resilienzverhalten aufweisen, das dem des natürlichen Zahns entspricht, zählt daher zu den größten Herausforderungen wissenschaftlicher Forschungen innerhalb der dentalen Implantologie. Eine Lösung für eine optimale Kaukraftverteilung über den Zahnersatz auf die osseointegrierten Implantate, natürliche Zähne und periimplantäre Knochen- und Gewebestrukturen bietet das Spezialabutment *Trias titanium-shock-absorber* (tsa) des Implantatsystems *Trias* der Firma M&K, Jena.

Der ankylotische Verbund zwischen dem Knochengewebe und der Oberfläche osseointegrierter Implantate einerseits und die Beweglichkeit natürlicher Zähne andererseits birgt – wie in der Fachliteratur vielfach belegt – Komplikationen hinsichtlich des Langzeiterfolges der implantologisch-prothetischen Versorgung [1–10]. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass osseointegrierte Implantate im Vergleich zu natürlichen Zähnen nur eine minimale Auslenkung von 2



Abb. 1: Der *Trias titanium-shock-absorber*



Abb. 2: Kausimulator *CS-4*

(Quelle: LMU, München)

Mikrometern (μm) aufweisen, die aus der Eigenelastizität des Implantatkörpers, der entsprechenden Suprastruktur und des Kieferknochens resultiert. Auftreffende Kaukräfte und Spannungsspitzen werden nicht abgefedert, sondern linear und direkt über den Zahnersatz auf das Implantat und auf den Alveolarknochen übertragen. Die Folge ist häufig eine mechanische Überbelastung, die mit dem Verlust von periimplantärem Knochengewebe, Implantat- und Abutment-Frakturen oder prothetischen Misserfolgen einhergeht. In verstärktem Maße gilt dies für Brückenversorgungen zwischen natürlichen Zähnen und starren, implantatgetragenen Abutments, da durch eine ungleiche Kaukraftverteilung auf die verschiedenartigen Brückenpfeiler auch die natürlichen Zähne in ihrer physiologischen Eigenbeweglichkeit eingeschränkt werden.

Der *Trias titanium-shock-absorber* (Abb. 1) ermöglicht es, mechanische Belastungen zu

minimieren und Spannungsspitzen in der periimplantären Kompakta und im Zahnersatz zu vermeiden. Gefertigt wird der Titanstoßdämpfer aus dem biokompatiblen Material Titan Grade 5. Zur Auswahl stehen zwei Versionen: Für Coverdenture in der implantatgetragenen Totalprothetik beträgt der Federweg rund $150\ \mu\text{m}$, für rein implantatgetragene Brückenprothetik oder Brückenversorgungen zwischen natürlichen Zähnen und Implantaten rund $20\ \mu\text{m}$. Am Forschungsinstitut der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) in München wurde nun die Verschleißbeständigkeit des Titanstoßdämpfers für Brückenprothetik im Rahmen einer Studie getestet. Hierzu wurde der Titanstoßdämpfer im Kausimulator *CS-4* (SD Mechatronik, Feldkirchen-Westerham) (Abb. 2) einer Alterungssimulation nach ISO 6872 unterzogen.

Die Alterungssimulation wurde bei insgesamt zehn Titanstoßdämpfern durchgeführt. ▶

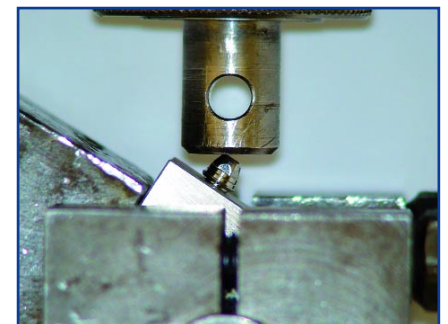


Abb. 3: Messung der initialen Mobilität

(Quelle: LMU, München)

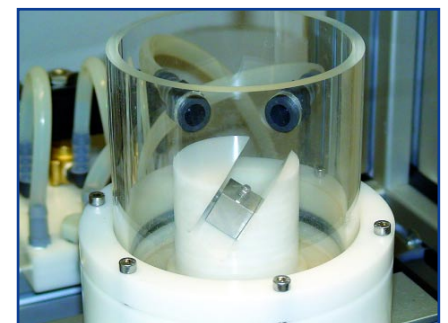


Abb. 4: Testkammer mit eingespanntem

Titanstoßdämpfer

(Quelle: LMU, München)

Dr. (Univ. Sarajevo)

Thomas Laux studierte von 1984 bis 1989 Zahnmedizin an der Universität in Sarajevo. Von 1990 bis 1998 arbeitete er in einer Implantat-klinik in Hamburg mit Schwerpunkt Biomechanik. Seit 1999 ist Laux niedergelassener Implantologe in Augsburg, Leitung des Implantat-Diagnostik-Zentrums in Augsburg, und besitzt zwei Patenterteilungen auf dem Gebiet der oralen Implantologie.



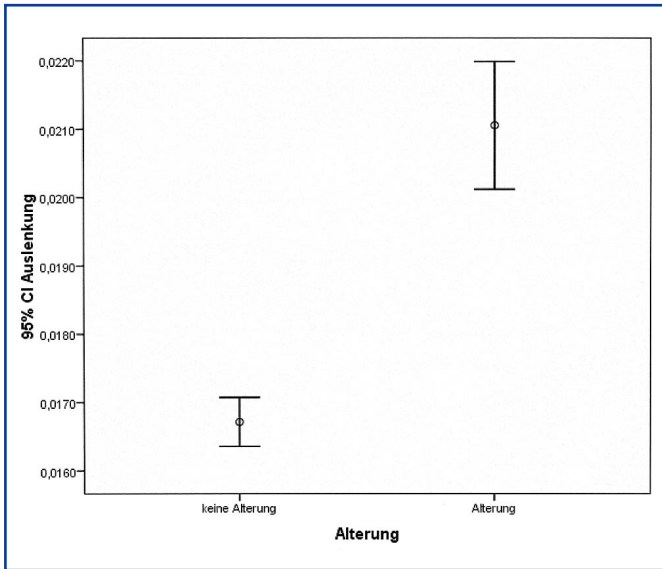


Abb. 5: Darstellung der Mittelwertbereiche aller Titanstoßdämpfer vor und nach der Alterungssimulation (Quelle: LMU, München)

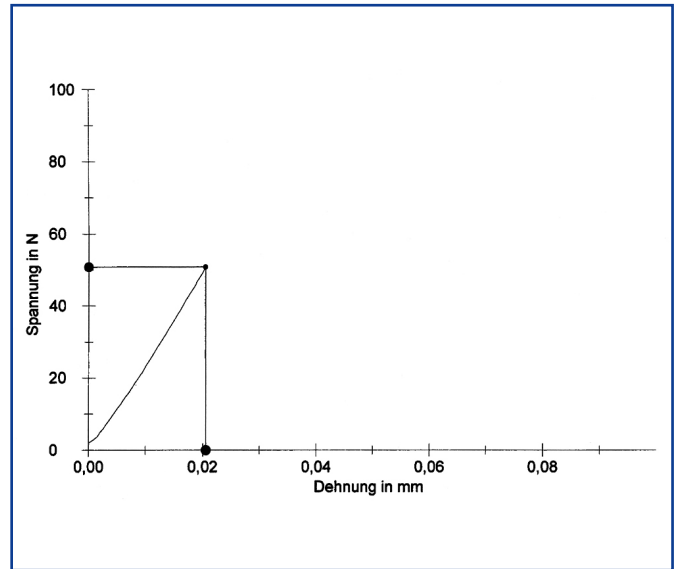


Abb. 6: Die Messung des Federwegs vor der Alterungssimulation ergab einen Wert von 21 µm bei einer Belastung von 50 N. (Quelle: LMU, München)

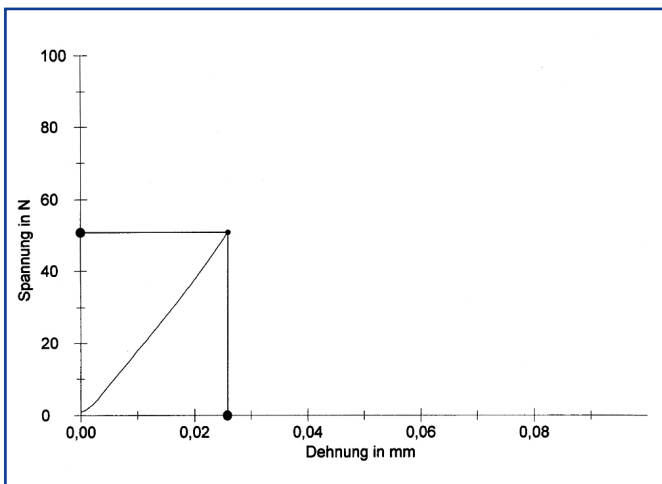


Abb. 7: Nach der Alterungssimulation betrug der Federweg 26 µm bei einer Belastung von 50 N. (Quelle: LMU, München)

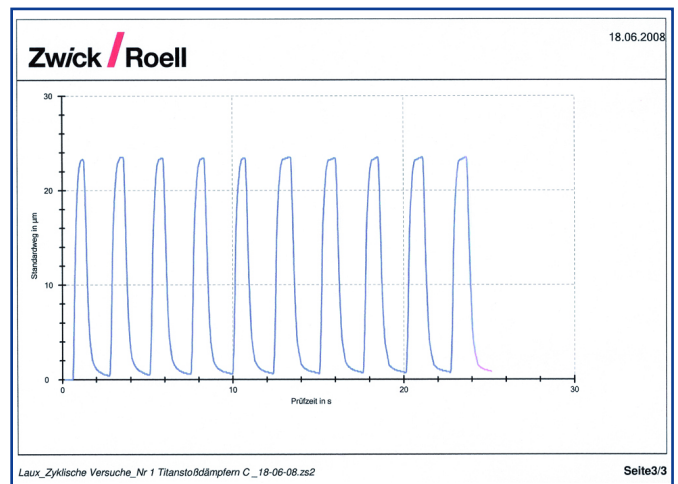


Abb. 8: Zyklische Kraft-Weg-Messungen vor der Alterungssimulation

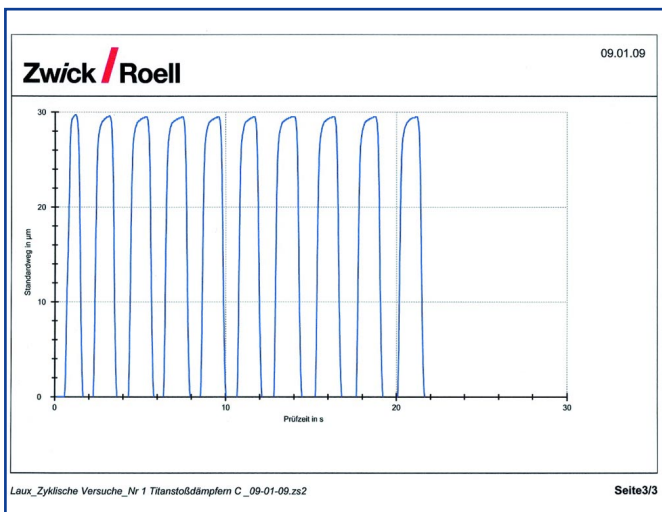


Abb. 9: Zyklische Kraft-Weg-Messungen nach der Alterungssimulation (Quelle: Zwick/Roell, Ulm)

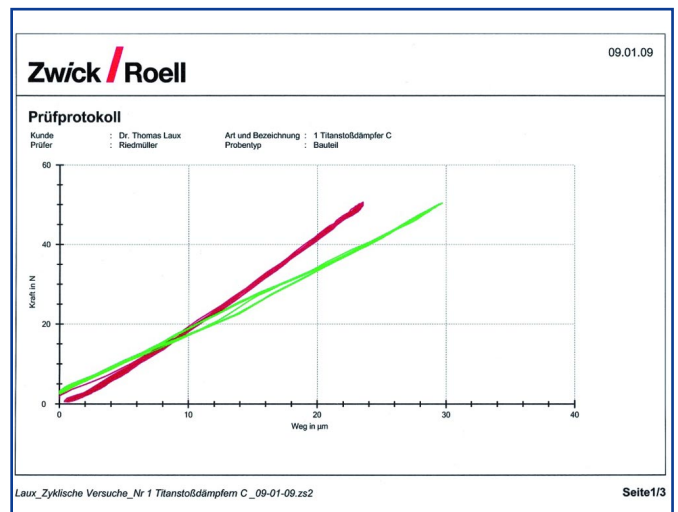


Abb. 10: Zyklische Kraft-Weg-Messungen vor und nach der Alterungssimulation im Vergleich (Quelle: Zwick/Roell, Ulm)

► Hierzu waren im Vorfeld die Werte der initialen Mobilität unter einem Lastwinkel von 30 Grad und bei einer Prüfgeschwindigkeit von 0,5 Millimetern pro Minute (mm/min) mit Hilfe einer Universalprüfmaschine (Zwick/Roell, Ulm) bestimmt worden (**Abb. 3**). Die Prüfung endete bei einer Belastung von 50 Newton. Pro Titanstoßdämpfer wurden zwölf Vermessungen vorgenommen. Zusätzlich wurden die Federwege jedes Titanstoßdämpfers mit einer Prüfmaschine der *zwicki-Line* (Zwick/Roell) zyklisch vermessen. Die Kraft-Weg-Messungen wurden unter einem Lastwinkel von 0 Grad und einer Belastung von jeweils 50 Newton (N) durchgeführt.

Anschließend erfolgte die Alterungssimulation im Kausimulator, die mit 1,2 Millionen Lastwechseln und 10.000 thermischen Wechselbelastungen einer Tragedauer von rund fünf Jahren entsprach. Unter einem Lastwinkel von 30 Grad und einer Belastungsfrequenz von 1,5 Hertz (Hz) wurden die zehn Titanstoßdämpfer mit einem Druck von 50 N belastet (**Abb. 4**). Zugleich wurden diese für jeweils 30 Sekunden im Wechsel mit kaltem (5 Grad Celsius) und warmem Wasser (55 Grad Celsius) umspült. Nach Abschluss der Simulation wurden die Titanstoßdämpfer getrocknet und bei Raumtemperatur gelagert, um anschließend eine erneute Mobilitätsprüfung durchzuführen.

Bei der statistischen Auswertung der insgesamt 240 erstellten Bewegungsprofile mit der Software SPSS 16.0 (SPSS, München) wurde die Signifikanz der Probenreihen mit dem Mann-Whitney-U-Test überprüft. Die Mobilität der Titanstoßdämpfer hat sich zwar als abhängig von der Tragedauer erwiesen, durchschnittlich nahm der Federweg der Titanstoßdämpfer jedoch um lediglich 4 µm zu (**Abb. 5**). Die **Abbildung**

gen 6 und 7 zeigen die Auswertung eines der zehn getesteten Titanstoßdämpfer. Die Bewegungsprofile vor und nach der Alterungssimulation sind linear. Die Veränderung des Federweges beträgt 5 µm. Auch bei der erneuten, vergleichenden zyklischen Kraft-Wege-Messung nach der Alterungssimulation mit der Prüfmaschine der *zwicki-Line* wurde jeweils ein zyklischer Verlauf der Spannungs- und Entspannungsphasen der geprüften Titanstoßdämpfer (**Abb. 8 bis 10**) und somit keine Beeinträchtigung der stoßdämpfenden Eigenschaften nachgewiesen.

Fazit

Die vergleichende Mobilitätsprüfung zeigte auf, dass lediglich minimale Veränderungen des Federweges nach der Alterungssimulation zu verzeichnen waren, die die stoßdämpfenden Eigenschaften der Titanstoßdämpfer jedoch, wie die vergleichenden zyklischen Kraft-Weg-Messungen bewiesen, nicht beeinträchtigen. Der Titanstoßdämpfer für Brückenprothetik ermöglicht somit langfristig eine optimale Synchronisation der Beweglichkeiten zwischen natürlichen Zähnen und implantatgetragenen Suprakonstruktionen. Die auftretenden Kaukräfte werden gleichmäßig über den Zahnersatz auf die grundverschiedenen Brückenpfeiler – natürlicher Zahn und Implantat – verteilt. Diese innovative Entwicklung verhindert Spannungsspitzen, die destabilisierend auf den Zahnersatz, die Implantat-Abutment-Verbindung sowie die periimplantäre Knochenstruktur einwirken, und minimiert das Risiko eines implantatprothetischen Misserfolgs. Informationen zum *Trias-tsa*-Abutment gibt es im Internet unter www.mk-webseite.de.

Dr. (Universität Sarajevo) Thomas Laux, Augsburg