

Das internationale
ZAHNTECHNIK
MAGAZIN



Verklebung:
Wichtige Schnittstelle zwischen
individuellem Aufbau und Titanbasis

ZTM Rüdiger Meyer

Sonderdruck aus **1/2** Jan./Febr.
2009 und **5** Mai
2009



Implantatgetragene Versorgung werden in nahezu jedem Labor gefertigt. Die Verklebung ist ein wesentlicher Bestandteil des Gesamtkonzeptes.
Bild: Dr. Arndt Happe / Andreas Nolte (Münster)

Verklebung: Wichtige Schnittstelle zwischen individuellem Aufbau und Titanbasis

► ZTM Rüdiger Meyer

Wer Implantatprothetik als Gesamtkonzept anbietet, muss sich auch intensiv mit dem Klebeverbund, der wichtigen Schnittstelle zwischen dem individuellen Aufbau aus ZrO_2 und der Titanbasis beschäftigen. Diese stellt die präzise Verbindung zwischen Implantat und Abutment sicher und der Schraubensitz befindet sich ebenfalls in der bewährten Titanlegierung. Was Sie beim Verkleben im Dentallabor zukünftig beachten sollten, zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Studie. Ebenso wurde untersucht, welchen Einfluss die Kaukräfte auf den Klebeverbund zwischen Titanbasis und den Klebkompositen ausüben.

Wieland Dental Implant hat nicht nur maßgebenden Anteil an der Entwicklung des individuellen Abutments mittels ZENO® 3Shape Software, sondern beschäftigt sich seit langem auch mit dem Klebeverbund. Die wi.tal Titanbasis stellt die präzise Verbindung zwischen Implantat und Abutment sicher. Der Schraubensitz befindet sich ebenfalls in der bewährten Titanlegierung. Die Titanbasis für das wi.tal Implantatsystem wurde in Abstimmung mit den Möglichkeiten der am Markt befindlichen CAD/CAM-Systeme entwickelt. Die Rotationsicherung für die individuellen Aufbauten wurde so konstruiert, dass der Fräser die Geometrie einfach erarbeiten kann und der Aufbau aus ZrO_2 nicht geschwächt wird. Dies hat vor allem bei Aufbauten

mit geringer Wandstärke eine Bedeutung. Eine Rotationsicherung, die nach außen gelegt ist, schwächt die Wandstärke von ZrO_2 -Aufbauten und kann somit deren Stabilität negativ beeinträchtigen (Abb. 2). Der Klebespalt wird in der Software berücksichtigt und ist in dem Abutment Designer von 3Shape als Datei hinterlegt. Diese berücksichtigt die Partikelgröße von zirka 4 bis $18\mu m$ der für diese Art der Verklebung geeigneten Klebkomposite. Da bislang sehr wenig Datenmaterial zum Verkleben individueller Aufbauten auf Titanbasen vorliegt wurde eine umfangreiche Klebestudie von Wieland Dental Implants initiiert. Ebenso ist bislang in keiner Verarbeitungsanleitung für die Klebkomposite das Verkleben individueller Aufbauten auf

WIELAND



ZENOTEC TITANBASEN

ZIRKON AUF INTELLIGENTER BASIS

Die Perfektion des ZENOTEC Systems zeigt sich bei implantatgestützten Versorgungen jetzt von Grund auf: mit der CAD/CAM-Fertigung individueller Zirkonoxidaufbauten, getragen von Titanbasen mit präziser Passung zu den wichtigsten Implantatsystemen. Unterstützt von 3Shape Abutment-Designer und ZENO Cad ImplantDesigner lassen sich hoch ästhetische Ergebnisse mit optimalen Austrittsprofilen erzielen. Auch in wirtschaftlicher Hinsicht.

- ZENOTEC Titanbasen inklusive Labor- und Halteschraube
- Perfekte Basis zwischen Implantat und Zirkonoxid Gerüst
- Wirtschaftliche Scanaufbauten für alle ZENOTEC Titanbasen
- Geprüft vom Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik

Stellen Sie jetzt Ihre CAD/CAM-Gerüstkfertigung auf eine intelligente Basis. Mit ZENOTEC.

EXPECT THE DIFFERENCE! BY WIELAND. www.wieland-dental.de

Neuer Name. Gleiche Ziele!



prowital 
dental implants



wital

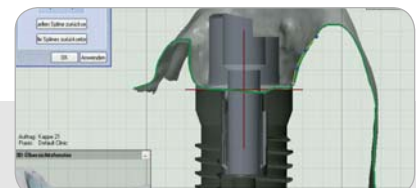
 Anwenderfreundlich



 Einzigartig



 Innovativ



PROWITAL Dental Implants GmbH
Wurmberger Straße 30 - 34
75446 Wiernsheim, Germany

Telefon: + 49 70 44 / 9 12 40 - 444
Telefax: + 49 70 44 / 9 12 40 - 494
www.prowital.com

prowital 
dental implants

Titanlegierung freigegeben, lediglich die Materialkombination ZrO_2 auf Titan ist freigegeben, vermutlich, weil diese Indikation erst in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen hat.

In diese Studie sollten verschiedene Parameter untersucht werden, die einen direkten Bezug auf das Verkleben im Dentallabor haben. Dazu gehören die Haftkraft unterschiedlicher Produkte, der Klebspalt und die Festigkeit der Verklebung bei einer Belastung von 30 Grad (simulierter Vosstest). Die Firma 3MEspe hat freundlicherweise einen Test im Kausimulator ermöglicht, um abschließend noch die Festigkeit nach einer simulierten Tragedauer von fünf Jahren zu untersuchen.

Aussagekräftige Parameter und Prüfkörper liefern praxisrelevante Ergebnisse

Um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, wurden anstelle individueller Aufbauten standardisierte Prüfkörper in Form eines Keramikaufbaus mit dem Durchmesser 3,5 Millimeter verwendet. Die Keramikaufbauten wiesen somit eine geringe Wandstärke auf, die man auch bei individuellen Aufbauten aus

materialtechnischer Sicht nicht unterschreiten sollte. Die wi.tal Titanbasis mit dem Durchmesser 3,5 Millimeter besitzt eine Klebefläche von $28,5 \text{ Millimeter}^2$. Die beiden anderen Titanbasen für CAD/CAM mit den Durchmessern 4,3 und 5,0 Millimeter aus dem wi.tal Implantatsystem umfassen Klebeflächen von $34,4$ beziehungsweise $40,8 \text{ Millimeter}^2$. Somit wurden Parameter gewählt, die geeignet sind aussagekräftige Ergebnisse, die auf größere Durchmesser übertragen werden können, zu erhalten.

Die Prüfkörper aus ZrO_2 wurden mit der ZENO 4030 M1 und aus ZENO Zr Discs von Wieland Dental + Technik gefertigt (Abb. 2). An den Prüfkörpern wurden an den gegenüberliegenden Seiten zwei Konnektoren angebracht, um die Prüfungen standardisiert durchzuführen. Die Konnektoren dienten dazu, eine speziell angefertigte Halterung aufzunehmen, um die Klebkraft über einen Abzugsversuch in der Zwick-Universalprüfmaschine zu ermitteln (Abb. 4). Die Prüfkörper (Keramikaufbau und Titanbasis) wurden vor dem Verkleben vermessen, um den Spalt zu bestimmen. Dieser betrug bei den Prüfkörpern zirka $50 \mu\text{m}$ (Abb. 3). Somit bewegte er sich am oberen Wert der für diese Klebkomposite gültigen Norm.



Abb. 1: Ästhetik im Aufbau: umgeschichtet, fluoreszierend und ätzbar.
Bild: Dr. Arndt Happe / Andreas Nolte (Münster)



Abb. 2: Die Prüfkörper wurden aus ZrO_2 gefertigt.

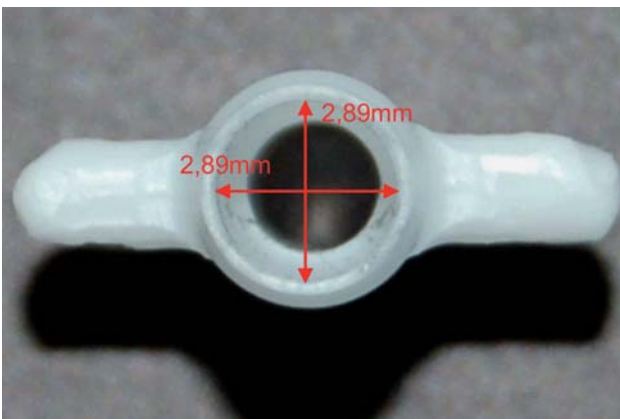


Abb. 3: Für die Testobjekte betrug der Klebspalt $50 \mu\text{m}$.

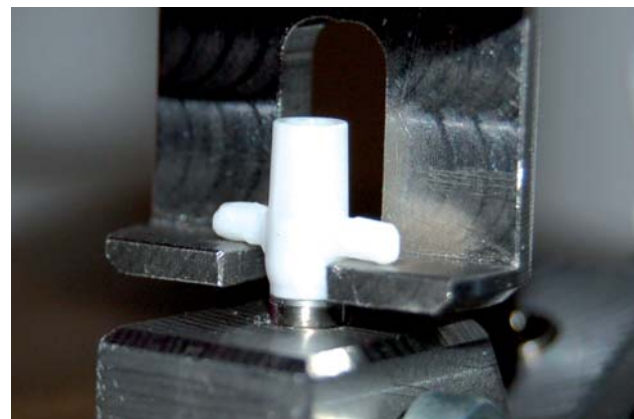


Abb. 4: Die Implantate wurden in einer speziellen Aufnahme fest fixiert, um die Prüfung der Abzugskraft exakt im 90 Grad Winkel durchzuführen.

Die verklebten Prüfkörper wurden mit einer Halteschraube in Originalimplantate fixiert und mit einem Drehmoment von 30 Ncm festgezogen. Die Implantate wurden in einer speziellen Aufnahme fest fixiert, um die Prüfung der Abzugskraft exakt im 90 Grad Winkel durchzuführen und etwaige Fremdeinflüsse bei der Prüfung auszuschließen (Abb. 4).

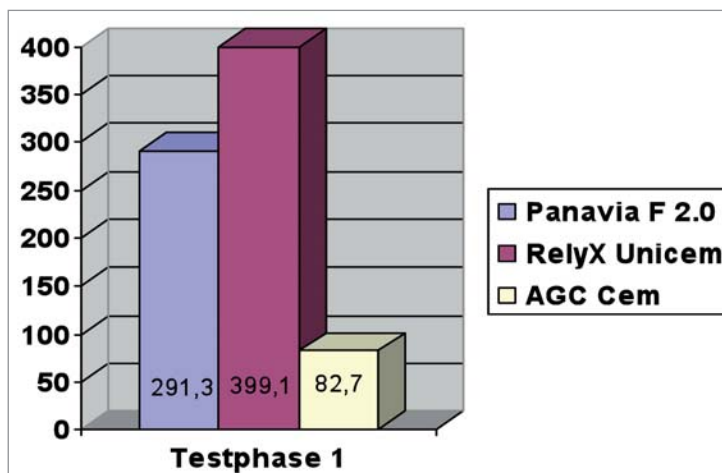
In einer ersten Testphase wurden drei Klebkomposite untersucht:

Panavia™ F 2.0 (Kuraray Europe GmbH): Dieses Klebkomposit wird bislang als Standard für diese Art der Klebung empfohlen, da darüber auch Untersuchungen von einer Gruppe um Prof. Kern (UNI Kiel) vorliegen.

RelyX™ Unicem (3MEspe AG): Dieses Klebkomposit weist die gleichen Indikationen wie Panavia™ F 2.0 auf, ist seit vielen Jahren auf dem Markt, aber erst seit der IDS 2007 als geeignete Laborvariante in praktischer Clickerverpackung lieferbar. Dieses Produkt erwies sich in der Anwendung als sehr einfach in der Handhabung.

AGC® Cem (Wieland Dental + Technik): Dieses Klebkomposit wurde für andere Indikationen entwickelt, genießt aber einen hervorragenden Ruf und wird sehr gerne in den Laboren verwendet.

Vor dem Verkleben wurden die Titanbasen mit 50µm Aluminiumoxid / 2 bar und die Keramikaufbauten mit 110µm Aluminiumoxid / 1 bar abgestrahlt. Die Titanbasen wurden nach dem Abstrahlen mit einem Alloy Primer aktiviert. Dies ist bei dem Produkt RelyX™ Unicem nicht vorgeschrieben, laut Aussage des Herstellers entstehen daraus jedoch keine Nachteile. Das Anmischen der Klebkomposite erfolgte nach Angaben der Hersteller. Alle Klebungen wurden zusätzlich einer Lichthärtung im Lichtpolymerisationsgerät Spectramat SP 1 (Ivoclar-Vivadent AG) für 120 Sekunden



Grafik 1: Initialer Test mit unterschiedlichen Klebkompositen.

unterzogen. Da der AGC® Cem ein dualhärtendes Komposit ist, wäre dies nicht unbedingt notwendig, hat jedoch keinen negativen Einfluss auf die Klebkraft. Die Aushärtung erfolgt selbstaushärtend innerhalb 15 Minuten. Für jede Prüfung wurden jeweils fünf Prüfkörper mit jedem Klebkomposit in der beschriebenen Weise hergestellt.

Wichtiges Wissen für Zahntechniker

Testphase 1 – Abzugstest (Grafik 1): Für Panavia™ F 2.0 wurde ein Mittelwert von 291,3 Newton, für RelyX™ Unicem wurde ein Mittelwert von 399,1 Newton und für AGC® Cem ein Mittelwert von 82,7 Newton ermittelt. Somit beträgt der Wert von Panavia™ F 2.0 zirka 73 Prozent dessen was der RelyX™ Unicem erreicht. Der AGC® Cem erzielt eine Abzugskraft von zirka 21 Prozent des RelyX™ Unicem. Die weiteren Prüfkörper für den Abzugstest wurden nach diesem ersten initialen Test mit dem RelyX™ Unicem durchgeführt, um die Anzahl der Probekörper in einem überschaubaren Rahmen zu halten. Insgesamt wurden in dieser Klebestudie, die von der Diplomandin Anja Gladen (FH Osnabrück) durchgeführt wurde, zirka 120 Proben angefertigt. Das Ergebnis des Klebkomposites RelyX™ Unicem von 399,1 Newton wird in der weiteren Betrachtung als Referenzwert herangezogen.

Die **Testphase 2 – Abzugstest** befasst sich mit dem Thema, welchen Einfluss hat die Veränderung von Verarbeitungsparametern auf die Klebkraft. Es ging bei dieser Studie nicht darum, die Verarbeitungsanleitungen der Hersteller für die Klebkomposite zu überprüfen. Zu beachten ist allerdings, dass die Materialkombination ZrO₂ und Titan freigegeben ist, jedoch das Verkleben von individuellen Keramikaufbauten aus ZrO₂ auf Titanlegierung bislang noch in keiner Verarbeitungsanleitung freigegeben ist. Es ging vielmehr darum, die Einflüsse, die in den Dentallaboren gegeben sind zu berücksichtigen und den Zahntechniker dahingehend zu sensibilisieren, dass die Verklebung ein wesentlicher Bestandteil des Gesamtkonzeptes – individuelle Aufbauten auf Implantaten – ist.

Folgende Parameter wurden verändert:

- Abstrahlen und Oberflächenkonditionierung der Klebefläche (Titanbasis für CAD/CAM)
- Veränderung des Klebspaltes
- Verschiedene Polymerisationsverfahren

Die Klebefläche der Titanbasis wurde in der ersten Testphase mit 50µm Al₂O₃ / 2 bar gestrahlt und mit Alloy Primer aktiviert. Dieser Test wurde mit einem Strahlmittelkörnung von 110µm Al₂O₃ / 2 bar und ebenfalls einer Aktivierung mit Alloy Primer wiederholt. Derselbe Testaufbau wurde ohne den Einsatz von Alloy Primer wiederholt (Grafik 2).

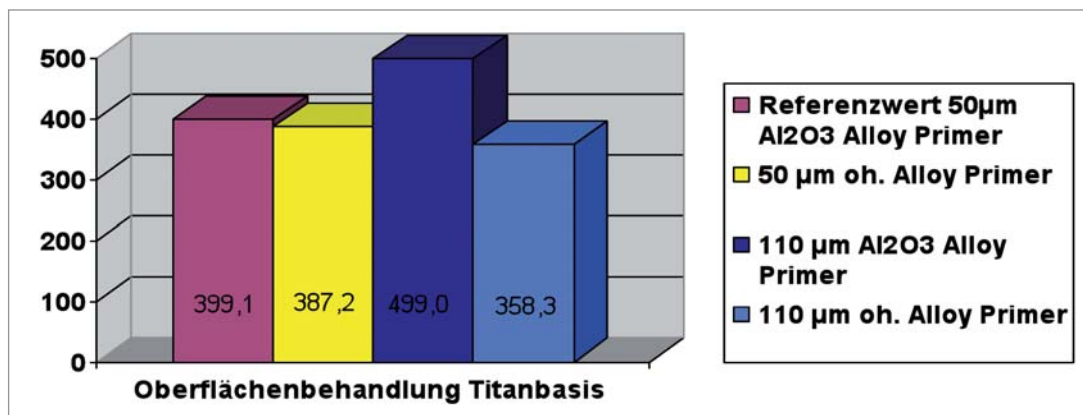
Ergebnis: Unterschiedliche Relevanz für CAD/CAM- und Kopierfräsen-Anwender

Das Abstrahlen der Titanbasis mit 110µm Al₂O₃ scheint für eine bessere Haftung zu sorgen, allerdings zeigen die hohen Standardabweichungen, dass die Ergebnisse nicht reproduzierbar sind. Für die weiteren Tests wurde daher die Titanbasis mit 50µm Al₂O₃ abgestrahlt und mit Alloy Primer benetzt. Des weiteren lässt sich erkennen, dass der Einfluss des Alloy Primers für das Produkt RelyX™ Unicem nicht relevant ist, da der Unterschied der Prüfergebnisse nur gering ist. Der Klebespalt ist in der Software des Abutment Designers hinterlegt, daher hat dieser Test für die Anwender des Abutment Designer und dem ZENO® System (Wieland Dental + Technik) lediglich informativen Charakter. Für die Anwender anderer CAD/CAM-Systeme beziehungsweise Kopierfräsen hat dies jedoch eine wichtige Aussagekraft. Ist der Klebespalt größer als 50µm, im Test zirka 100µm, verringert sich die Klebkraft gegenüber dem Referenzwert von 399,1 Newton um zirka 33 Prozent. Mit einem engeren Klebespalt von kleiner 50µm, im Test zirka 30µm, wird der Referenzwert um zirka 18 Prozent übertroffen. Daher sollte der Klebespalt nicht größer als 50µm sein, unabhängig von der Art des verwendeten Herstellungsverfahrens, wie CAD/CAM oder Kopierfräsen (siehe Grafik 3).

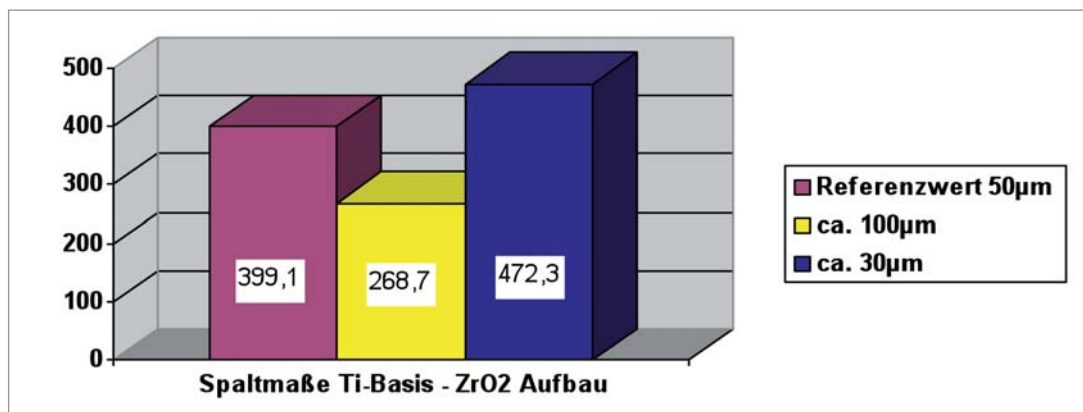
Einfluss des verwendeten Polymerisationsverfahren

Die richtige Aushärtung übt einen großen Einfluss auf die Klebkraft aus, was anhand der Grafik 3 sehr deutlich zu erkennen ist. Als Lichtpolymerisationsgeräte wurde neben dem Spectramat (Ivoclar Vivadent AG) das Visio Beta (3M Espe AG) und das Solidilite Ex (Shofu Dental) verwendet. Alle Geräte arbeiten mit der Wellenlänge von 400 bis 550 Nanometer und sind in Dentallaboren gebräuchliche Geräte. Die Polymerisationszeit betrug bei allen Geräten 120 Sekunden. Die empfohlene Polymerisationszeit beträgt laut Hersteller für das Klebkomposit zirka 20 Sekunden bei einer Wellenlänge von 400 bis 500 Nanometer. Nach der Lichtpolymerisation ruhten die Prüfkörper und die Dualhärtungseigenschaften konnten weiter wirken. Die Ergebnisse der beiden Geräte zeigen eine sehr deutliche Abweichung gegenüber dem Referenzwert mit dem Spectramat (Ivoclar Vivadent AG). Mit dem Visio Beta Gerät wurden nur 44 Prozent und mit dem Solidilite Ex 48 Prozent des Referenzwertes erreicht.

Zwei Versuchsreihen untersuchten den Einfluss der Dunkelhärtung. Da der verwendete Kleber eine Dualaushärtung zulässt. Die maximale Klebkraft muss der DIN- Norm nach erst nach 24 Stunden er-



Graphik 2: Einfluss der Oberflächenbehandlung.



Graphik 3: Einfluss des Spaltmaßes auf die Klebkraft.

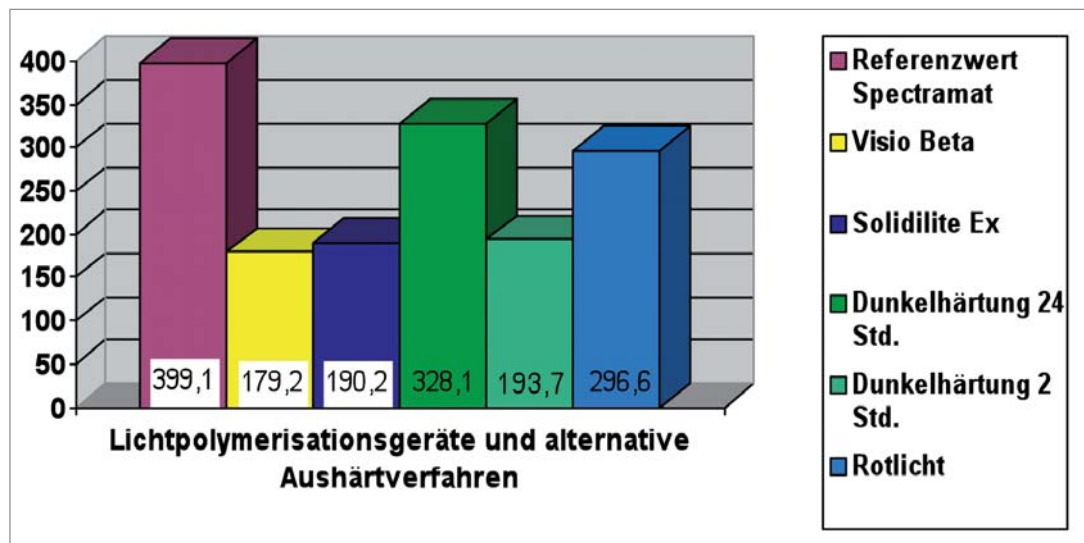
zielt werden. In dieser Zeit sollte das verklebte Objekt ruhen. Da dies im Laboralltag in der Regel nicht praktikabel ist wurde in einer Versuchsreihe einer Dunkelaushärtung von 2 Stunden gewählt. Eine weitere Variante wurde mit der Aushärtung unter Rotlicht untersucht, da auch diese Methode in den Laboren Anwendung findet.

Silan steigert die Haftung

Bei einer weiteren Versuchsanordnung wurde die Titanbasis nach dem Strahlen mit Al_2O_3 / 2 bar zusätzlich mit Rocatec Soft abgestrahlt und mit dem Haftvermittler Espe™ Sil (3M Espe) aktiviert. In Untersuchungen wurden bewiesen, dass dieses Silan die Haftung zwischen Metallgerüsten und Verblendkunststoffen steigert, daher erwarteten wir hier ebenfalls eine Erhöhung der Abzugskraft. Diese Versuchsanordnung wurde gewählt, obwohl laut Aussage des Herstellers für RelyX™ Unicem kein Haftvermittler notwendig ist. Das Ergebnis brachte gegenüber dem Referenzwert von 399,1 Newton eine Erhöhung um zirka 31 Prozent auf 523,7 Newton.

Prüfmethoden: Voß und Schwickerath

Zur Durchführung einer simulierten physiologischen Belastung wurde ein modifizierter Voß-Test gewählt. Der Voß-Test stellt eine Methode dar, mit deren Hilfe die Haftungsfestigkeiten von Verbundsystemen überprüft werden können. Der Test wurde von Voß und Schwickerath 1969 entwickelt und an realen beziehungsweise stilisierten Verblendkronen durchgeführt. Die mit dem Voß-Test ermittelten Werte sollten die im eugnathen Gebiss auftretenden Kaukräfte übersteigen. Im Molarenbereich ist im Normalfall mit maximalen Kaukräften von bis zu 1000 Newton zu rechnen. Im Prämolarenbereich werden Kaukräfte von zirka 350 Newton und im Frontzahnbereich zirka 250 Newton erreicht. Frontzahnkronen werden bei diesem Test in einer Achse von 30 Grad zur Achse des Druckstempels geprüft. Die Kraft des Druckstempels wird an die Inzisalkante angelegt und mit einer Geschwindigkeit von 1 Millimeter pro Minute wird der Prüfkörper belastet. Der Voß-Test beschreibt bei der Prüfung von Eckzahnkronen einen Winkel von 45 Grad und bei Seitenzahnkronen von 0 Grad. Diese Winkel ergeben sich aus der Stellung der na-



Grafik 4: Einfluss der Aushärtverfahren auf die Klebkraft.



Abb. 5: Titanbasen kurz und lang im Vergleich.

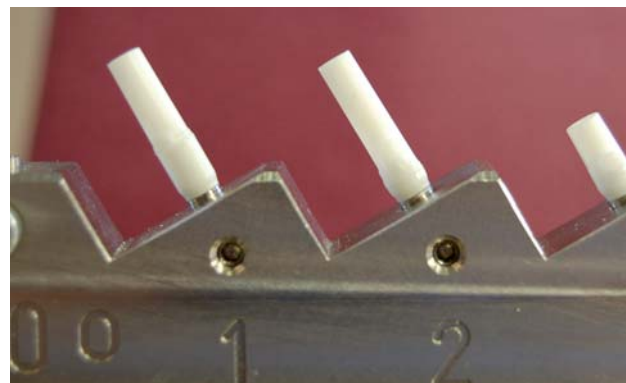


Abb. 6: Vor dem Druckversuch.

türlichen Zähne im Mund. Frontzähne sind um zirka 30 Grad geneigt, Eckzähne um 45 Grad und Seitenzähne stehen fast senkrecht im Kiefer.

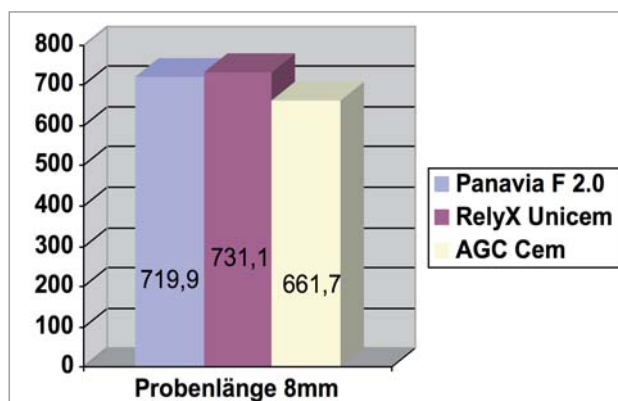
Modifizierter Voß-Test: Höhe Klebefläche bzw. Aufbau und Stabilität

Da bei diesem Test die Haftfestigkeit des Verbundes der ZrO₂-Aufbauten auf die Titanbasen nicht eindeutig geklärt werden kann, wird dieser Test in abgewandelter Form genutzt. Es wird dabei überprüft, ob die Höhe/Klebefläche der Titanbasis bei unterschiedlich hohen Aufbauten einen starken Einfluss auf die Stabilität ausübt. Für den modifizierten Voß-Test wurden Keramikaufbauten in den Längen 8 und 15 Millimeter angefertigt. Die Länge von 8 Millimeter entspricht denen von kleineren Zähnen. Mit der Länge von 15 Millimeter wird die Versorgung einer extremen Länge simuliert. Dieser Fall kann in der Praxis durchaus vorkommen, wenn der Knochen des Patienten stark atrophiert ist und lange Gesamtrestaurationen (individueller Aufbau inklusive Verblendkrone) angefertigt werden müssen. Dieser Test soll Aufschluss darüber geben, welchen Einfluss die Länge der Klebeflächen einer Titanbasis hat. Die Implantate wurden in einer speziell angefertigten Halterung im 30 Grad Winkel zum Prüfstempel fest fixiert. Die abgerundete Form des Stempels für den Voß-Test wurde bei den Vorversuchen als ungeeignet eingestuft, da er sich nicht exakt auf den ZrO₂-Aufbauten positionieren lies. Nach einigen Versuchen wurde ein Stempel mit einer Kerbe eingesetzt, die in ihrer Form den um 30 Grad geneigten ZrO₂-Aufbauten entspricht. So wurde erreicht, dass die Auflagefläche vergrößert und die Kraft auf den ZrO₂-Aufbau verteilt. Zusätzlich wurde noch eine 0,2 Millimeter starke Zinnfolie zwischen Prüfstempel und ZrO₂-Aufbau eingelegt, um eventuell vorhandene Ungenauigkeiten auszugleichen. Damit war eine exakte und reproduzierbare Positionierung des Prüfstempels auf den ZrO₂-Aufbauten möglich (Abb. 7 und 8).

Ergebnisse: Gut für Belastung im Frontzahnbereich

Für jede Prüfung wurden jeweils fünf Prüfkörper mit jedem Klebkomposit in der beschriebenen Weise hergestellt. Die verklebten Prüfkörper wurden mit einer Halteschraube in Originalimplantate fixiert und mit einem Drehmoment von 30 Newton/Zentimeter festgezogen. Die Implantate wurden in einer speziellen Aufnahme fest fixiert um die Prüfung der Druckkräfte exakt im 30 Grad Winkel durchzuführen und etwaige Fremdeinflüsse bei der Prüfung auszuschließen. Die Proben wurden jeweils bis zum Bruch belastet. Für Panavia™ F 2.0 wurde ein Mittelwert von 719,9 Newton, für RelyX™ Unicem wurde ein Mittelwert von 731,1 Newton und für AGC® Cem ein

Mittelwert von 661,7 Newton ermittelt. Somit beträgt der Wert von Panavia™ F 2.0 zirka 98,5 Prozent dessen, was der RelyX™ Unicem erreicht. Der AGC® Cem erzielt eine Druckkraft von rund 90,5 Prozent des RelyX™ Unicem. Bei diesem Testaufbau war zu erwarten, dass der AGC® Cem nicht ganz so deutlich abfällt wie im reinen Abzugstest, bei dem die Klebkraft eine entscheidende Rolle spielt. Die Titanbasis wirkt bei den auftretenden Kräften wie eine Armierung und unterstützt den individuellen Aufbau (Grafik 5). In der zweiten Testphase wurden nun jeweils Proben mit einer Länge von 15 Millimeter angefertigt und wie beschrieben verklebt.



Grafik 5: Die Ergebnisse der Testphase 1 – Probenlänge 8 Millimeter.

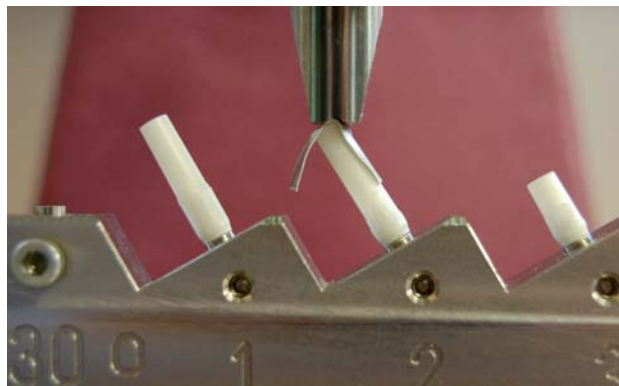


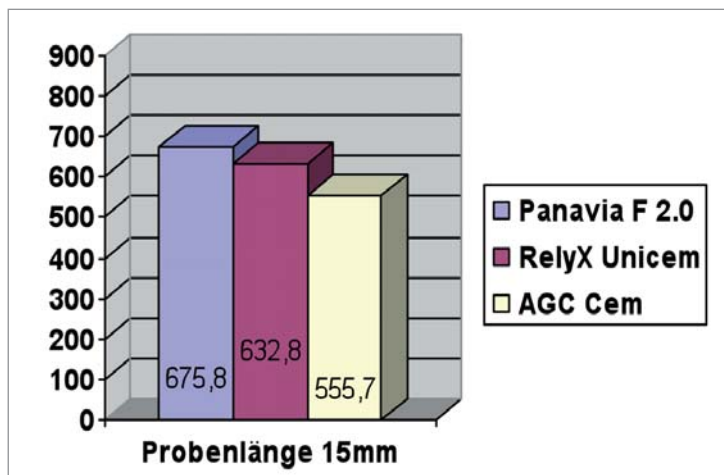
Abb. 7: Prüfkörper verklebt – Titanbasis lang auf Position 1.



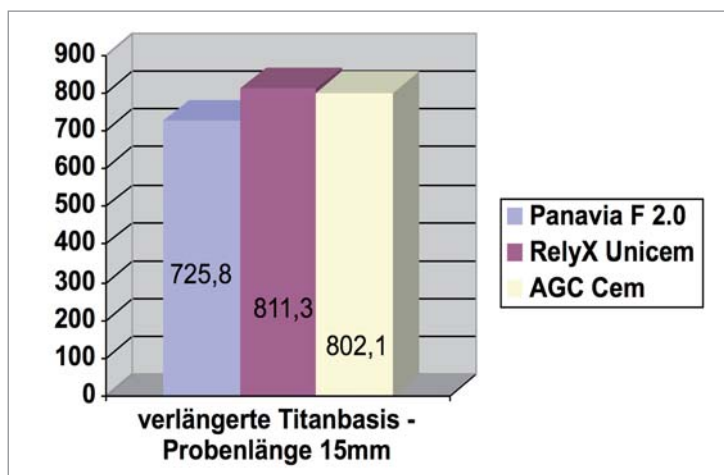
Abb. 8: Ergebnis nach dem Druckversuch.

Wie in der Grafik 6 zu erkennen ist, hat die Länge der ZrO₂-Aufbauten einen Einfluss auf die Stabilität der Klebeverbindung. Die aufgebrauchte Maximalkraft F_{max} bis zum Bruch der Aufbauten ist bei gleichem Klebekomposit aber erhöhter Länge der ZrO₂-Aufbauten um zirka 100 Newton geringer. Da bei einem Winkel von 30 Grad auf die obere Kante der Aufbauten Druck ausgeübt wird, ist bei Aufbauten der Länge 15 Millimeter ein längerer Hebel vorhanden. Dies senkt die Stabilität der Konstruktion. Vergleicht man die Werte der Klebekomposite untereinander für jeweils die gleiche Länge, lassen sich auch hier Unterschiede erkennen. In der Länge 8 Millimeter liegen die Werte für Panavia™ F 2.0 noch in der Standardabweichung der etwas höheren Werte des RelyX™ Unicem. Der AGC® Cem liegt jedoch zirka 50 Newton darunter. In der Länge 15 Millimeter liegt der Panavia™ F 2.0 40N über dem des RelyX™ Unicem und zirka 120 Newton über dem des AGC® Cem.

Die maximalen Kaukräfte im Mund können im Molarenbereich bis auf zirka 1000 Newton ansteigen im



Grafik 6: Die Ergebnisse der Testphase 2 – Probenlänge 15 Millimeter.



Grafik 7: Die Ergebnisse der Testphase 3 – Probenlänge 15 Millimeter – verlängerte Titanbasis.

Prämolarenbereich geht man von zika 350 Newton aus. Die durchgeführte Prüfung in dem Winkel von 30 Grad entspricht der Situation im Frontzahnbereich wo die Kaukräfte im Normalfall 250 Newton erreichen. Sämtliche Proben halten somit den Belastungen im Frontzahnbereich stand. Da die Implantatrestaurationen allerdings über einen langen Zeitraum einer Dauerbelastung ausgesetzt sind sollte die Kraft zirka 300 Prozent über der im Normalfall zu erwartenden Kaukraft liegen. Somit sollte eine Kraft von 700 bis 750 Newton erreicht werden. Da die Aufbauten mit einer Länge von 15 Millimeter teilweise deutlich unter diesem Wert bleiben, wurde ein weiter Test mit einer neu konstruierten Titanbasis mit verlängerter Klebefläche durchgeführt.

Weitere Tests für hohe Sicherheit bei langen Restaurationen

Mit dieser verlängerten Titanbasis (Abb. 5) sollten mindestens die Werte der Proben mit 8 Millimeter Länge erreicht werden. Damit soll den Anwender eine höhere Sicherheit bei langen Restaurationen zu geben. Die Länge der Klebefläche weist bedingt durch die Abstufung zur Rotationssicherung eine Höhe der Klebefläche je zur Hälfte des Umfangs von 6,6 und 5,4 Millimeter auf. Die Klebefläche wurde von 28,5 Millimeter² auf 54,4 Millimeter² erhöht. Die Verlängerung der Titanbasis bewirkt beim Panavia™ F 2.0 eine Erhöhung der Werte um 50 Newton im Bezug zu den Werten mit der niederen Titanbasis. Die bei den verlängerten Titanbasen benötigte Maximalkraft F_{max} beträgt im Mittel 725,8 Newton. Die Werte des RelyX™ Unicem erhöhen sich um zirka 180 Newton auf einen Mittelwert von 811,4 Newton und bei den mit AGC® Cem verklebten Proben liegt die Maximalkraft mit 802,1 Newton rund 250 Newton über dem Mittelwert der niederen Titanbasen. Anhand der Ergebnisse der Proben unterschiedlicher Länge aber gleichen Zements scheint die Länge der ZrO₂-Aufbauten einen Einfluss auf die Stabilität zu haben. Um den Hebelkräften bei einem Winkel von 30 Grad entgegenzuwirken wäre es ratsam, eine verlängerte Titanbasis zu verwenden. Zusätzlich wird noch die Klebefläche vergrößert und die Klebkraft erhöht (Grafik 7).

Bei der Betrachtung der unterschiedlichen Klebekomposite bei gleicher Länge der Aufbauten kann eine ähnliche Situation wie schon beim Abzugstest beobachtet werden. Die Werte des RelyX™ Unicem liegen etwas über denen des Panavia™ F 2.0.

Der Wert des AGC® Cem liegt bei den Aufbauten mit einer Länge von 15 Millimeter in Verbindung mit einer verlängerten Titanbasis sehr hoch und macht bei diesem Testaufbau deutlich, welchen Einfluss eine verlängerten Titanbasis besitzt.

Verteilung der Kleberanteile nach dem Abzugstest

Dass sich dieses Klebkomposit allerdings nicht zum dauerhaften Verbund zwischen Titan und ZrO₂ eignet, hat der erste Teil der Klebestudie gezeigt. Dies wird in einer Auswertung der Verteilung der Kleberanteile deutlich. Alle Klebkomposite wurden in der gleichen Weise aufgetragen. Das Klebkomposit wird nach dem korrekten Anmischen im oberen Bereich der zylindrischen Klebefläche zirkulär aufgetragen. Der individuelle ZrO₂-Aufbau wird mit einer rotierenden Bewegung nach unten in die endgültige Position auf die Titanbasis geschoben. Somit ist gewährleistet das die gesamte Klebefläche mit dem Klebkomposit benetzt ist. Dieses Vorgehen ist allerdings nur bei Titanbasen möglich, die keine nach außen gerichtete Rotationsicherung aufweist. Bei diesen Basen besteht die Gefahr, dass nicht die gesamte Klebefläche benetzt ist. Nach dem Abzugstest wurden die Titanbasis und die ZrO₂-Prüfkörper darauf untersucht wie sich die Klebereste verteilen. Dies wurde optisch untersucht und der Mittelwert der Proben in einer Tabelle zusammengefasst (Grafik 8).

Bei den verwendeten Klebkompositen ist ein deutlicher Unterschied der bedeckten Flächen zu erkennen:

- Beim Panavia™ F2.0 ist der größte Anteil 57,4 Prozent an der Titanbasis zu finden. An dem ZrO₂-Aufbau sind nur 14,2 Prozent bedeckt.
- Die Titanbasen der mit RelyX™ Unicem verklebten Proben sind zu 39 Prozent mit Kleberesten bedeckt und die der ZrO₂-Aufbauten zu 30,6 Prozent.

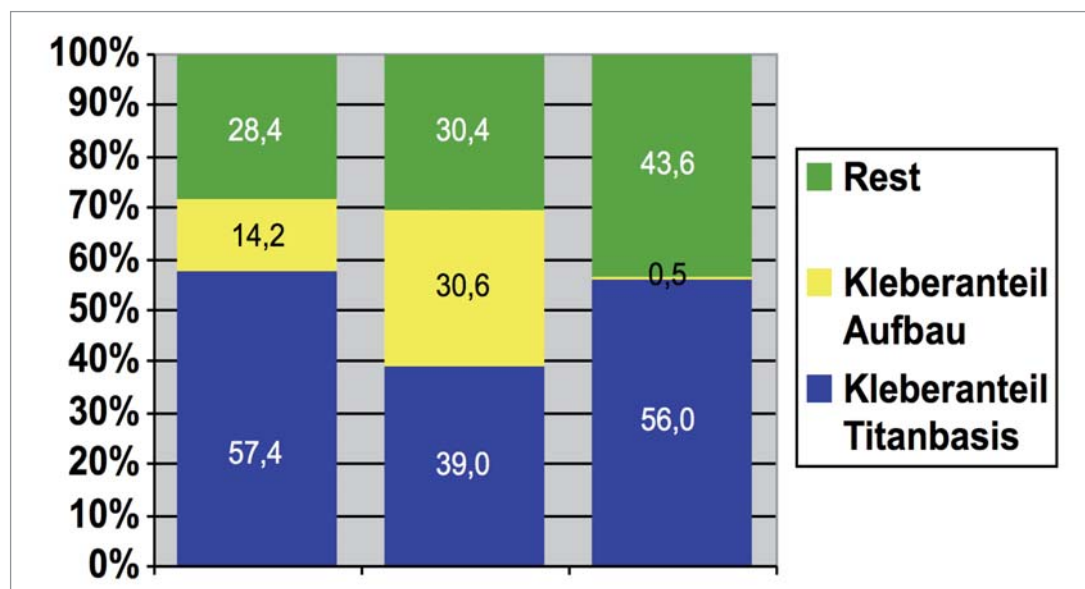
- Bei den mit AGC® Cem verklebten Proben sind 56 Prozent der Flächen an der Titanbasis mit Kleberesten bedeckt, aber nur 0,5 Prozent der Flächen an den ZrO₂-Aufbauten.

An den mit Rest bezeichneten Flächen löste sich das Klebkomposit beim Abzugsversuch von beiden Teilen der Probekörper Titanbasis sowie ZrO₂-Aufbauten.

Die Verteilung der Klebereste und das Ergebnis des Abzugstests machen deutlich, dass der AGC®Cem nicht für das Verkleben von Titanbasen und ZrO₂-Aufbauten geeignet ist. Da sich die physiologischen Kräfte im Mund aus Zug-, Schub- und Druckkräften zusammensetzen.

Kausimulator-Vergleich: Festigkeit nach fünf Jahren

Zum Abschluss dieser Klebestudie hat die Firma 3M Espe freundlicherweise einen Test im Kausimulator ermöglicht um abschließend noch die Festigkeit nach einer simulierten Tragedauer von 5 Jahren zu untersuchen. Die Prüfkörper wurden entsprechend dem Referenzwert vorbereitet. Die Titanbasis wurde mit 50µm Al₂O₃ bei 2 bar abgestrahlt. Der ZrO₂-Aufbau mit 110µm Al₂O₃ bei 1 bar. Das Spaltmaß betrug 50µm. Als Klebkomposit wurde RelyX™ Unicem verwendet. Das Ergebnis nach der simulierten Zeit von fünf Jahren liegt etwa 7 Prozent über dem Referenzwert, der im ersten Teil der Klebestudie ermittelt wurde. Diese Abweichung liegt im Toleranzbereich der Probenherstellung. Dieser Test zeigt, dass die Verbundfestigkeit zwischen der Titanbasis und den ZrO₂-Aufbauten auch nach einer simulierten Tragedauer von fünf Jahren gewährleistet ist (Grafik 9).



Grafik 8: Vergleich Kleberanteile nach dem Abzugstest.

Fazit

Die Abzugskraft – Klebkraft – ist anhängig von verschiedenen Faktoren. Da diese Verklebungen für einen dauerhaften Einsatz über viele Jahre ausgelegt sein müssen, sollte ihnen eine große Bedeutung beigemessen werden! Die in der ersten Testphase verwendeten Klebkomposite Panavia™ F 2.0 und RelyX™ Unicem weisen vergleichbare Ergebnisse auf. Die veränderten Parameter in der Testphase 2 zeigen deutlich welche Einflüsse beachtet werden müssen. Aus wirtschaftlichen und zeitlichen Gründen erfolgte diese Testphase mit RelyX™ Unicem. Die Ergebnisse können aber vermutlich auch auf Panavia™ F 2.0 übertragen werden. Damit die Klebestelle dauerhaft ist sollten folgende Dinge beachtet werden:

- Der Klebespalt sollte zwischen 30 und 50 µm betragen, in keinem Falle jedoch mehr als 50µm.
- Die Titanbasis sollte mit 50µm Al₂O₃ abgestrahlt und mindestens mit AlloyPrimer aktiviert werden. Wenn möglich kann mit dem Rocatec Verfahren in Verbindung mit Espe Sil eine weitere Erhöhung der Klebkraft erzielt werden.
- Die Aushärtung der Klebestelle sollte für mindestens 2 Minuten in einem leistungsstarken Lichtpolymerisationsgerät (zum Beispiel Spectramat Ivoclar-Vivadent AG) erfolgen. Vor allem vor dem Hintergrund, dass die Keramikaufbauten nur eine geringe Wandstärke auswiesen. Bei voluminöseren Aufbauten ist eine längere Einwirkdauer der Lichtwellen von Vorteil. Vor einer Dunkelhärtung ist generell abzuraten oder nur dann durchzuführen, wenn die ungestörte Aushärtung über 24 Stunden gewährleistet ist.

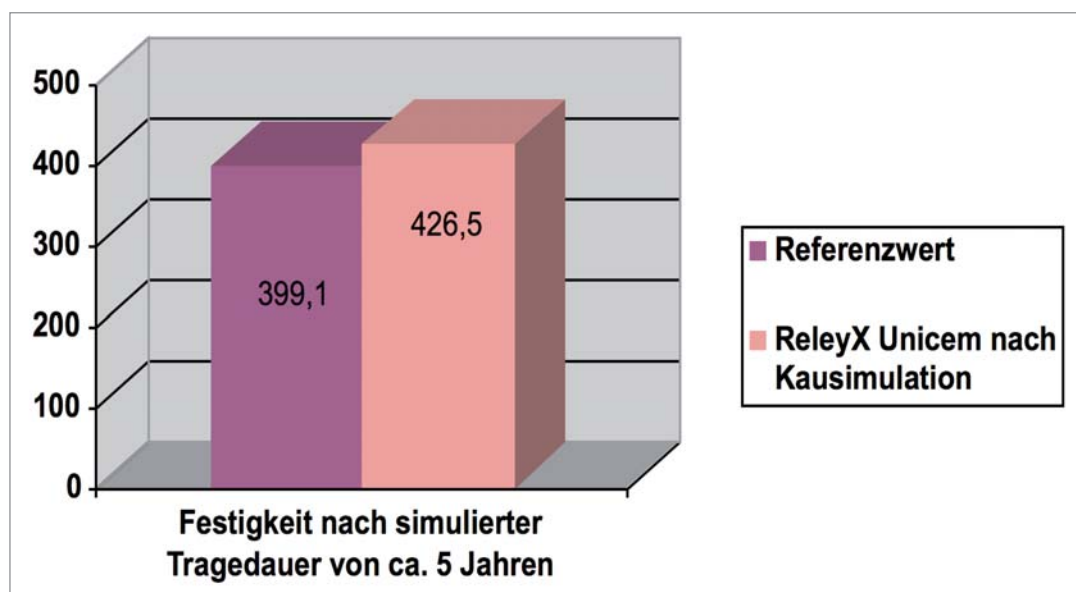
Das Verkleben von individuellen ZrO₂-Aufbauten auf einer Titanbasis kann als sichere und dauerhafte implantologische Versorgung angesehen werden. Für einen dauerhaften Verbund sollten aber die im ersten Teil der Klebestudie gewonnenen Erkenntnisse (Klebespalt, Oberflächenkonditionierung, Aushärtung des Klebkomposites) beachtet werden. Ebenso ist es ratsam, eine indikationsbezogene Titanbasis zu verwenden, um die auftretenden Kaukräfte aufzunehmen und auch bei sehr langen Implantat-Restaurationen einen dauerhaften Verbund zu gewährleisten, da nicht nur die Klebkraft des Klebkomposites, sondern auch die Unterstützung/Armierung der Titanbasis ein wichtiges Kriterium ist.

Wieland Dental Implants wird die Erkenntnisse dieser umfangreichen Studie umsetzen und für das wi.tal System eine Titanbasis mit verlängerter Klebefläche in Kürze anbieten.

Mein ganz besonderer Dank gilt Anja Gladen, die diese umfangreichen Tests im Zuge ihrer Diplomarbeit sehr gewissenhaft durchgeführt hat.

ZTM RÜDIGER MEYER

Wieland Dental Implants GmbH
Wurmbergerstrasse 30-34
75446 Wiernsheim
Tel: 07044-91240-404
Fax: 07044-91240-454
E-Mail: ruediger.meyer@wd-implants.com
www.wd-implants.com



Grafik 9: Festigkeit nach simulierter Tragedauer von ca. 5 Jahren.