



© Maria P. (Milacrot) / Queso / Alexanderl Stock/Adobe



UNIVERSITÄT BONN

**DGPro2026**

**73. Jahrestagung**

der Deutschen Gesellschaft  
für Prothetische Zahnmedizin  
und Biomaterialien

**Abstractband**

## Inhalt

Kurzvorträge .....	3
Postervorträge .....	83



© Marta P. (Miacroft) / Oweev, Alexanderl Stock Adobe

# Kurzvorträge

## KV01

### **In-vitro-Studie zur Belastbarkeit von einflügeligen Adhäsivbrücken aus Zirkoniumdioxid zum Ersatz eines Prämolaren**

**Duck K.<sup>1</sup>, Rues S.<sup>1</sup>, Rammelsberg P.<sup>1</sup>, Bömicke W.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universität Heidelberg, Zahnärztliche Prothetik, Heidelberg, Deutschland**

**Ziel:** Ziel dieser In-vitro-Studie war die Untersuchung des Einflusses von Präparationsdesign, Restaurationsmaterial und Belastungsrichtung auf die Versagenslast einflügeliger Adhäsivbrücken aus Zirkoniumdioxid zum Ersatz eines zweiten Unterkieferprämolaren nach künstlicher Alterung.

**Material und Methoden:** Es wurden 160 Prüfkörper in 20 Gruppen (n = 8) untersucht. Jeder Prüfkörper bestand aus einem lasergeschmolzenen Titanstumpf (Ti-6Al-4V, CADdent) in Form eines unteren ersten Molaren und einer adhäsiv befestigten einflügeligen Brücke. Die Befestigung erfolgte mit Clearfil Ceramic Primer Plus und Panavia 21 (Kuraray) nach tribochemischer Silikatisierung (Rocatec, Solventum) der Restauration sowie Korundstrahlen (50 µm, 0,2 MPa) des Titanstumpfs.

Die Prüfkörper variierten hinsichtlich des Präparationsdesigns (A: linguale und okklusale Flügelpräparation ohne retentive Elemente; B: zusätzliche linguale Rille; C: zusätzliche linguale und proximale Rillen; D: zusätzliche linguale Rille und okklusaler Kasten), des Restaurationsmaterials (3Y-TZP: 3 mol % Yttriumoxid-dotiertes tetragonales Zirkoniumdioxid, Cercon ht, Dentsply Sirona; 3Y/5Y-MLZ: 3–5 mol % Yttriumoxid-partiell stabilisiertes Multilayer-Zirkoniumdioxid, Cercon ht ML, Dentsply Sirona) sowie der Belastungsrichtung am Anhängerbrückenglied (axial; 30° schräg zur Zahnachse).

Alle Prüfkörper wurden 150 Tage in Wasser gelagert. Während dieser Wasserlagerung fanden zudem 37.500 Thermozyklen bei 6,5 °C/60 °C sowie 1,2 Mio. Lastzyklen bei 108 N statt. Proben, die während des Alterungsprozesses versagten, wurden mit einer Versagenslast von 108 N dokumentiert. Anschließend wurden alle weiteren Proben im statischen Lastversuch (Z005, Zwick GmbH & Co. KG) bis zum Versagen belastet. Das Versagen wurde quantitativ (Versagenslast) und qualitativ (Bruchmuster) analysiert und an repräsentativen Proben rasterelektronenmikroskopisch untersucht. Die statistische Auswertung erfolgte mittels ein- und mehrfaktorieller Varianzanalyse und Post-hoc-Tukey-Tests (SPSS V28, IBM) mit  $\alpha = 0,05$ .

**Ergebnisse:** Die ermittelten Versagenslasten lagen gruppenübergreifend zwischen 108 N und 589 N. Insgesamt kam es bei 8 Prüfkörpern aus 3Y/5Y-MLZ zu einer vorzeitigen Fraktur während der künstlichen Alterung. Sowohl das Präparationsdesign ( $p < 0,001$ ), das Restaurationsmaterial ( $p < 0,001$ ) als auch die Belastungsrichtung ( $p < 0,001$ ) hatten einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Versagenslast. Innerhalb desselben Materials und derselben Belastungsrichtung erzielte das Präparationsdesign C durchgängig die höchsten Versagenslastwerte. Die höchste mittlere Versagenslast wurde für Design C in Kombination mit 3Y-TZP

unter axialer Belastung gemessen ( $484 \text{ N} \pm 47 \text{ N}$ ). Insgesamt erreichten Adhäsivbrücken aus 3Y-TZP im Vergleich zu 3Y/5Y-MLZ-Brücken bzw. Brücken unter axialer gegenüber schräger Krafteinleitung signifikant höhere Versagenslasten ( $p < 0,001$ ). Es zeigte sich zudem eine signifikante Wechselwirkung zwischen Material und schräger Belastungsrichtung ( $p = 0,008$ ), die sich in einer ausgeprägten Reduktion der Versagenslast der Brücken unter schräger Belastung beim 3Y/5Y-MLZ im Vergleich zu 3Y-TZP widerspiegelte. In allen Gruppen dominierte als Versagensmuster ein Bruch durch den Verbinder.

**Schlussfolgerung:** Einflügelige Adhäsivbrücken mit dem Design C in Kombination mit dem Restaurationsmaterial 3Y-TZP könnten eine vielversprechende Versorgungsoption für den Ersatz eines zweiten Prämolaren darstellen. Eine klinische Evaluierung dieser Konfiguration erscheint gerechtfertigt, um dies abzusichern.

## **KV02**

### **Zusammenhang zwischen der Haftkraft der Verklebung von Zirkondioxid-Hybrid-Abutmenkronen und dem Bruchbild: Eine In-vitro Untersuchung**

**Wentaschek S.<sup>1</sup>, Sagheb K.<sup>1</sup>, Siemiatkowski D.<sup>1</sup>, Grander L.<sup>1</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Prothetik und Werkstoffkunde, Mainz, Deutschland**

**Fragestellung:** Bei der Verklebung von Hybridkronen werden zwei Materialien mit unterschiedlichen chemischen, physikalischen und mechanischen Eigenschaften verbunden. Titan und Zirkondioxid-Keramik haben verschiedene Anforderungen an Vorbehandlung und Verbundmaterial und so kann deren Adhäsion zu einem Klebstoff eventuell unterschiedlich stark ausfallen. Entsteht bei einem Abzugsversuch ein Kohäsionsbruch, bricht der Verbund in der Klebstoffschicht, wobei an den gegenüberliegenden Fügeteilen Klebstoffreste verbleiben. Bei einem Adhäsionsbruch löst sich dagegen die Klebstoffschicht von einer Fügefläche. Wenn das Substrat vollständig auf einem der Flächen verbleibt spricht man von einem reinen Adhäsionsbruch. In diesem Fall wäre der Verbund der Klebung an einem der Materialien klar stärker und würde so an dem schwächer klebenden Material zuerst versagen. Es können aber auch gemischte Adhäsionsbrüche an beiden Fügeteilen auftreten, wobei die Kleberückstände an den beiden Fügeteilen puzzleartig zueinander passen und der jeweilige Anteil so eventuell Aufschluss darüber gibt, an welchem Material der Verbund stärker ist und an welchem Material Verbesserungspotential vorliegt. Ziel dieser Untersuchung war es zu ermitteln, ob der Anteil des verbleibenden Verbundmaterials an der Fügefläche der Titanklebebasis mit der Haltekraft einer Zirkonoxid-Abutmentkrone korreliert. Dies soll Hinweis darauf geben, an welchem der beiden Materialien der Verbund eventuell verbessert werden kann.

**Methoden:** Fünfzig Zirkondioxid-Kronen (inCoris ZI meso L F2, Dentsply Sirona GmbH) und 50 Titanklebebasen (Ti-Base NB RS 4.3 L, Dentsply Sirona GmbH)

wurden in fünf Gruppen (N = 10) mit unterschiedlichen Verbundsystemen verklebt. In allen Gruppen wurden sowohl die Fügeflächen der Titanbasen als auch der Zirkonoxid-Kronen mit Aluminiumoxid (50µm; 1,0bar; Abstand 10mm) korundgestrahlt und anschließend die systemkonformen Primer aufgebracht. Nach der Verklebung mit Panavia V5 (Panavia V5, Kuraray Medical Inc.), RelyX Ultimate (3M ESPE GmbH), Multilink (Ivoclar Vivadent AG), Bifix HA (VOCO GmbH) und Bifix QM (VOCO GmbH) und künstlicher Alterung (5000 Thermozyklen, 5°/55°) wurden Abzugsversuche (Zwick 1425, ZwickRoell GmbH) durchgeführt. Mittels Aufsicht-Lichtmikroskop (30-fache Vergrößerung; VHX-1000, Keyence Deutschland GmbH, Neu-Isenburg, Deutschland) wurde der prozentuale Anteil der Kleberrückstände an den Klebebasen getrennt von drei Beobachtern geschätzt und anschließend ein Mittelwert gebildet. Zur Untersuchung der Korrelation zwischen verbleibendem Kleberanteil und Abzugswert wurde ein Streudiagramm mit linearer Regressionslinie erstellt und eine Spearman-Rangkorrelation berechnet. Der Gruppenvergleich erfolgte mittels Games-Howell-Post-hoc-Analyse.

**Ergebnisse:** Unabhängig vom verwendeten Zement zeigte sich eine mittlere bis stark negative Korrelation zwischen Klebstoffanteil am Titan und dem Abzugswert (Spearman  $\rho = -0,586$ ,  $p = <,001$ ;  $n = 50$ ). Der mittlere Abzugswert aller Gruppen betrug 843,68 N (376,00 – 1293,00;  $\pm 274,12$ ) und es verblieben im Mittel 64,69 % (10,00 – 96,67;  $\pm 28,47$ ) des Klebers auf der Titanoberfläche. Die Gruppen erzielten unterschiedliche durchschnittliche Abzugswerte ( $p < 0,001$ ) zwischen 1070,40 N (950,00 – 1220,00;  $\pm 85,84$ ) bei einem mittleren am Titan verbleibenden Klebstoffanteil von 16,85 % (10,00 – 21,67;  $\pm 4,03$ ) und 489,00 N (376,00 – 690,00;  $\pm 91,79$ ) bei einem mittleren Klebstoffanteil am Titan von 87,33 % (75,00 – 96,67;  $\pm 7,29$ ).

**Schlussfolgerungen:** Die Ergebnisse zeigen, dass ein negativer Zusammenhang zwischen dem am Titan verbleibenden Klebstoffanteil und der Abzugskraft besteht. Dies deutet darauf hin, dass der Verbund an der Zirkonoxidkeramik die Schwachstelle der Verklebung darstellt. Um den Gesamtverbund zu erhöhen ist es notwendig, durch Veränderung der Oberflächenvorbehandlung oder durch die Verwendung eines auf die Eigenschaften der Zirkonoxidkeramik angepassten Klebesystems, den Verbund zu verbessern.

## **KV03**

### **In-vitro-Biofilmbildung auf 3D-gedruckten, gefrästen und konventionell hergestellten Prothesenkunststoffen**

**Mitzscherling A.<sup>1</sup>, del Hougne M.<sup>1</sup>, Gbureck U.<sup>2</sup>, Schmitter M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Würzburg, Zahnärztliche Prothetik, Würzburg, Deutschland; <sup>2</sup> Universität Würzburg, Lehrstuhl für Funktionswerkstoffe der Medizin und Zahnmedizin, Würzburg, Deutschland**

#### Fragestellung

Ziel der vorliegenden In-vitro-Studie war es, das Ausmaß der Biofilmbildung auf unterschiedlich hergestellten zahnprothetischen Kunststoffen vergleichend zu untersuchen. Dabei wurde geprüft, ob sich additiv gefertigte, subtraktiv gefertigte und konventionell (händisch) hergestellte PMMA-basierte Proben hinsichtlich der Anlagerung und Quantität bakterieller Biofilme unterscheiden.

#### Methoden

Scheibchenförmige Prüfkörper wurden entsprechend einem standardisierten Herstellungs- und Polierprotokoll gefertigt. Untersucht wurden drei Materialgruppen: 3D-gedrucktes Prothesenmaterial (Denture Base Resin, Formlabs), gefrästes PMMA (Lucitone Digital Fit, Dentsply Sirona) sowie konventionell verarbeitetes Kaltpolymerisat (Palapress, Kulzer). Die Biofilmbildung wurde getrennt für *Streptococcus mutans* und *Streptococcus sanguinis* untersucht. Nach standardisierter Inokulation und Inkubation bei 37 °C erfolgte über einen Zeitraum von 21 Tagen eine wiederholte Quantifizierung an acht Messtagen (Tag 1, 2, 5, 6, 7, 12, 14, 21). Zwischen den Messtagen wurde jeweils ein Mediumwechsel durchgeführt. Die semiquantitative Bestimmung der Biofilmbildung erfolgte mittels 0,1 % Kristallviolett-Färbung, Fixierung mit 4 % Paraformaldehyd, Extraktion des gebundenen Farbstoffs mit 96 % Ethanol und photometrischer Messung der optischen Dichte (OD<sub>570</sub>). Jede Material-/Keimkombination wurde in Triplikaten untersucht. Ergänzend erfolgte eine rasterelektronenmikroskopische (REM) Analyse der Oberflächen vor und nach mikrobieller Besiedelung zur qualitativen Beurteilung von Topografie und Biofilmstruktur. Nichtparametrische Verfahren wurden zur Auswertung angewandt. Der Vergleich der Materialien pro Messtag erfolgte mittels Kruskal-Wallis-Test mit Dunn-Post-hoc-Test (Bonferroni-Korrektur). Der Vergleich zwischen den Keimen wurde mit dem Mann-Whitney-U-Test durchgeführt.

#### Ergebnisse

Für *S. mutans* zeigten sich an einzelnen Messtagen signifikante Unterschiede zwischen den Materialien (T1 p = 0,025; T3 p = 0,036; T4 p = 0,002; T6 p = 0,016), während an anderen Zeitpunkten keine signifikanten Differenzen nachweisbar waren. In den Post-hoc-Analysen zeigte das gefräste PMMA wiederholt höhere Biofilmwerte im Vergleich zu gedruckten und konventionellen Proben. Zwischen 3D-gedruckten und konventionellen Materialien bestanden bei *S. mutans* hingegen überwiegend keine signifikanten Unterschiede.

Für *S. sanguinis* traten ab dem dritten Messtag deutliche und wiederholt signifikante Materialunterschiede auf (T3  $p = 0,002$ ; T4  $p = 0,032$ ; T5  $p=0,016$ ; T7  $p < 0,001$ ; T8  $p = 0,003$ ). Gefräste Proben wiesen hierbei signifikant niedrigere Biofilmwerte auf als konventionell gefertigte Proben, teilweise auch als 3D-gedruckte Proben. Zwischen gedruckten und konventionellen Prüfkörpern zeigten sich geringere Unterschiede, wobei die 3D-gedruckten Proben tendenziell niedrigere oder vergleichbare Werte aufwiesen.

Der direkte Vergleich der Keime ergab an sämtlichen Messtagen und für alle Materialien signifikante Unterschiede ( $p \leq 0,004$ ), wobei *S. sanguinis* durchgehend deutlich höhere Biofilmwerte zeigte als *S. mutans*. Eine zeitliche Zunahme der Biofilmbildung war insbesondere bei *S. sanguinis* erkennbar.

Die REM-Aufnahmen bestätigten die quantitativen Ergebnisse: Vor der Besiedelung zeigten sich materialspezifische Unterschiede in der Oberflächentopografie. Nach mikrobieller Inkubation waren auf gefrästen Oberflächen flächigere Biofilmstrukturen erkennbar, während gedruckte und konventionell gefertigte Proben dichtere bakterielle Anlagerung aufwiesen.

#### Schlussfolgerung

Sowohl das Material als auch der untersuchte Keim beeinflussen signifikant das Ausmaß der Biofilmbildung. Gefräste PMMA-Proben zeigten insbesondere bei *S. sanguinis* eine niedrigere Biofilmmakkumulation, während additiv gefertigte sowie konventionell hergestellte Proben tendenziell schlechtere Ergebnisse aufwiesen. Die klinische Relevanz dieser Unterschiede sollte in weiterführenden in-vivo-Studien untersucht werden.

#### **KV04**

#### **Schichtstärke und Überleben von festsitzendem Zahnersatz aus monolithischem Zirkoniumdioxid**

**Baumer J.<sup>1</sup>, Heydecke G.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Zahnärztliche Prothetik, Hamburg, Deutschland**

**Hintergrund:** Festsitzender Zahnersatz aus monolithischem Zirkoniumdioxid (MZ) ist aufgrund hoher mechanischer Festigkeit, guter ästhetischer Eigenschaften und wirtschaftlicher Attraktivität weit verbreitet. Bisher existiert jedoch nur wenig klinische Evidenz für das Überleben von MZ-Restaurationen, insbesondere in Abhängigkeit von Konstruktionsparametern. Ziel dieser retrospektiven Untersuchung war die Analyse der im zahntechnischen Labor konstruierten okklusalen Schichtstärken und Verbinderflächen anhand der .stl-Dateien von eingegliederten Kronen und Brücken. Zudem wurde der Einfluss dieser und weiterer Parameter auf Erfolg und Überleben der MZ-Restaurationen untersucht.

**Methode:** Es wurden 495 Restaurationen aus MZ (345 Kronen, 128 Brücken, 22 Teilkronen) von 296 Patienten eingeschlossen, die zwischen 2015 und 2024 an der

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des UKE durch Zahnärzte oder Studierende eingegliedert wurden und deren jeweilige STL-Konstruktionsdaten verfügbar waren. Die okklusale Schichtstärke (zahngetragene Restaurationen) und die Verbinderflächen (Brücken) wurden mithilfe des 3Shape Viewer standardisiert vermessen. Primärer Endpunkt war das ereignisfreie Überleben, definiert durch das Fehlen technischer, biologischer oder ästhetischer Mängel. Sekundärer Endpunkt war das Überleben mit Ereignissen wie Rezementierung, endodontischer Behandlung, inaktiver Kronenrandkaries und weitere, welche jedoch keine Neuanfertigung der Restauration bedingten.

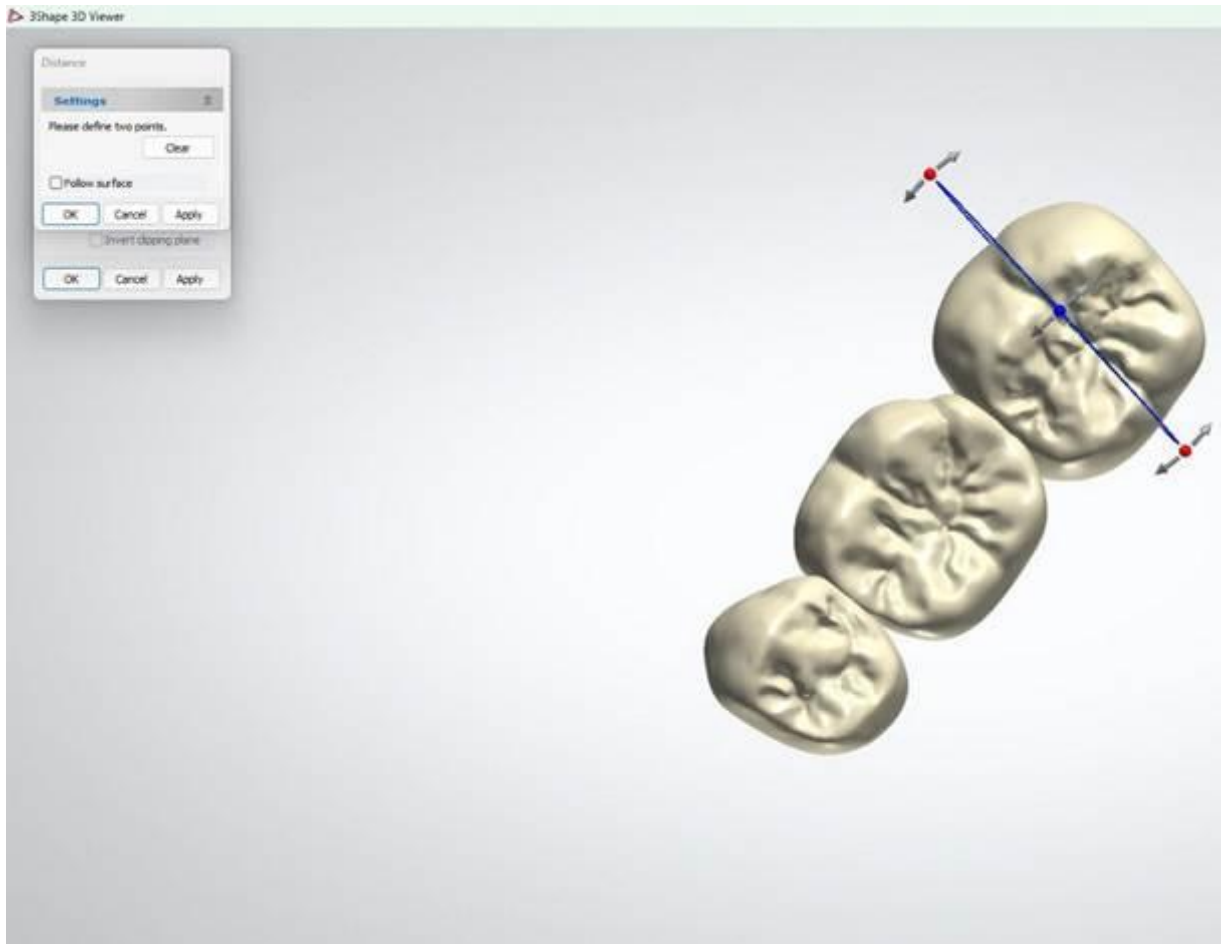
Die statistische Auswertung erfolgte mittels IBM SPSS Statistics 28®. Es wurden deskriptive Statistik, Spearman-Korrelation, Kruskal-Wallis-Test sowie Kaplan-Meier-Analyse einschließlich Log-Rank-Vergleich durchgeführt (Signifikanzniveau  $p=0,05$ ).

**Ergebnisse:** Die mittlere okklusale Schichtstärke betrug 0,88 mm (SD  $\pm 1,63$ ). Die Verbinderflächen lagen mit durchschnittlich 22,6 mm<sup>2</sup> deutlich über den in der Literatur empfohlenen Minimalwerten (9–12 mm<sup>2</sup>). Die Einhaltung der herstellerseits angegebenen 0,5-mm-Mindeststärke okklusal variierte signifikant zwischen den Laboren ( $p<0,001$ ); so wurde diese von Labor A in 21% aller Fälle unterschritten, in Labor B nur in 3,6%.

Insgesamt zeigten von 495 untersuchten Restaurationen 449 einen ereignisfreien Verlauf. Weitere 25 überlebten mit Komplikationen, 21 versagten. Die Kaplan-Meier-Analyse ergab eine Gesamtüberlebenswahrscheinlichkeit von 84,8 % nach  $30 \pm 27$  Monaten. Zwischen einer okklusalen Schichtstärke über bzw. unter 0,5 mm bestand kein signifikanter Unterschied im Überleben (Log-Rank-Test,  $p=0,98$ ). Auch die Verbinderfläche zeigte keinen belastbaren Zusammenhang mit Misserfolgen. Die Art der Versorgung (Krone vs. Brücke) beeinflusste das Überleben statistisch nicht signifikant ( $p=0,194$ ), zeigte aber tendenziell niedrigere Werte für Brücken.

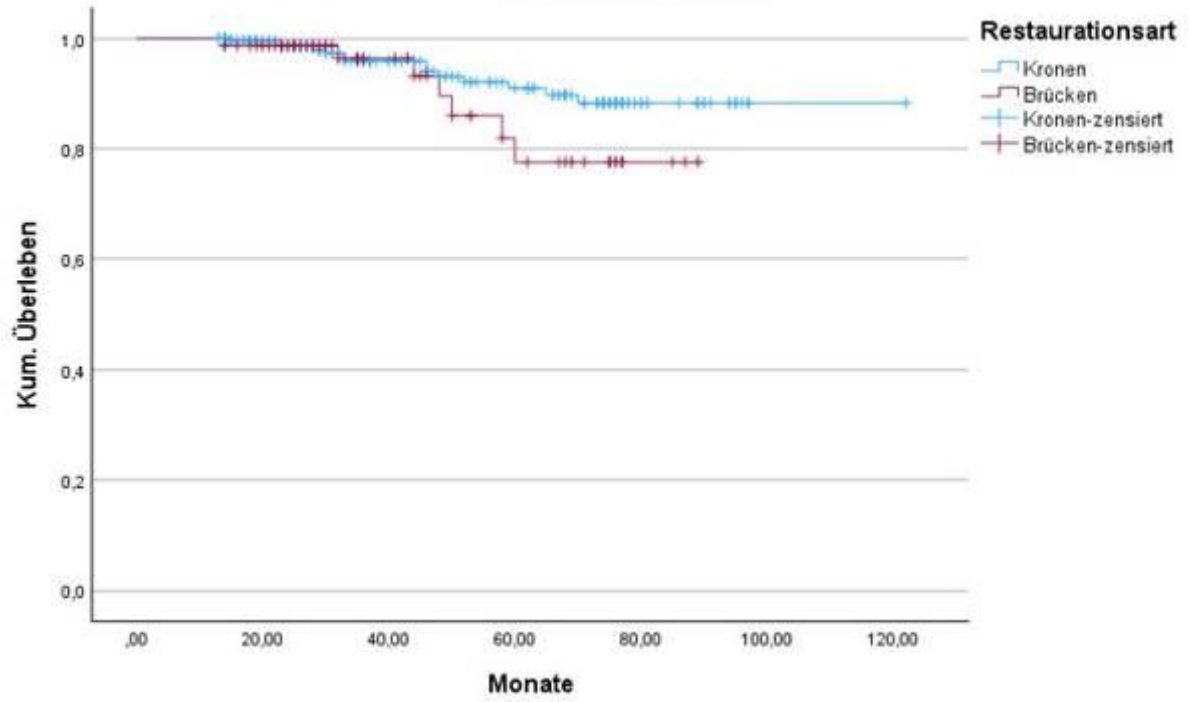
**Implikation für Forschung und Praxis:** Die Überlebensrate von 84,8% war etwas niedriger im Vergleich zu vorliegenden prospektiven Studien. Eine okklusale Schichtstärke von unter einem Millimeter hatte keinen negativen Effekt auf das Überleben der MZ-Restauration. Dies weist darauf hin, dass MZ geringere Mindeststärken als die Lehrbuchwerte für Vollkeramik zulässt und substanzschonende Präparationen ermöglicht. Für die klinische Anwendung erscheint die okklusale Mindeststärke von 0,5 mm ausreichend, wenngleich weitere klinische Studien – insbesondere zu Brücken – erforderlich sind, um belastbare Empfehlungen zu formulieren. Zudem könnte die automatisierte bzw. KI-gestützte Analyse von STL-Daten zukünftig genutzt werden, um den Einfluss von Schichtstärken, Verbinderdesign und weiterer Parameter systematisch und großflächig zu erfassen.

**Abb. 1**



**Abb. 2**

### Überlebensfunktionen



## KV05

### **Einfluss von Befestigungsmaterialien auf die Bruchkraft und Dauerbelastungsfähigkeit von provisorischen Teilprothesen: Eine In-vitro-Studie**

**Fleiner F. J.<sup>1</sup>, Sroka A. M.<sup>1</sup>, Hahnel S.<sup>1</sup>, Rosentritt M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Regensburg, Zahnärztliche Prothetik, Regensburg, Deutschland**

**Zielsetzung:** Unter thermozyklischer und mechanischer Belastung sollte die Dauerfestigkeit und Stabilität von dreigliedrigen gefrästen bzw. gedruckten Brücken auf Polymerbasis für die temporäre Anwendung untersucht werden.

**Material und Methode:** Identisch präparierte Molarenstümpfe aus Kunststoff (Grandio® disc, Voco, DE) wurden paarweise beweglich im Sinne einer parodontalen Lagerung in Kunststoff befestigt. Von jedem Brückenmaterial wurden je 16 identische dreigliedrige Brückenprovisorien gedruckt (V-Print c&b temp, Voco, DE) bzw. gefräßt (Structur CAD, Voco, DE) und befestigt:

#### **Tab. 1 Befestigungsmaterialien**

Acht Brücken je Material wurden einer Kausimulation unterzogen (480.000 x 50 N; 2 x 1.200 x 5°/55°C; H<sub>2</sub>O, 2 Min. je Zyklus; 2 Jahressimulation). Während der Kausimulation wurde ein Versagen der Brücken bei entsprechender Kauzyklenzahl detektiert und die relative Überlebensdauer bestimmt. Überlebende Brücken der Simulation sowie acht ungealterte Proben wurden einem Bruchversuch unterzogen. Statistik: Shapiro–Wilk (Box–Cox-Transformation), Mann–Whitney U (Holm-Korrektur), Fisher-Exact, Kaplan-Meier ( $\alpha=0,05$ ; SPSS v.29, IBM, US).

**Ergebnisse:** Die Kausimulation überstanden alle gefrästen Brücken. Bei den gedruckten Brücken wurde eine mittlere Überlebensrate von 23% in Abhängigkeit von der Zementart beobachtet. Höchste Ausfallraten wurden für die provisorische und ZnOPh Befestigung gefunden. Die mittlere Bruchkraft der gefrästen Brücken nach Kausimulation lag zwischen 674 N und 2377 N und bei den gedruckten Brücken zwischen 463 N und 1706 N. Die Brücken nach 24 h Wasserlagerung zeigten für die gefrästen Brücken Werte zwischen 993 N und 2967 N, bei den gedruckten Brücken wurden Werte zwischen 528 N und 1888 N gemessen. Es wurden signifikante Unterschiede zwischen den Brücken bzw. Zementen hinsichtlich der Überlebensraten und Bruchkräfte festgestellt.

#### **Tab. 2: Bruchkräfte N ( $\pm$ SD) nach Kausimulation mit Angabe der Überlebensrate (%)**

*\*Keine SD berechenbar (nur ein überlebender Prüfkörper), \*\*Keine Werte berechenbar, da 0% Überlebensrate*

**Schlussfolgerung:** Additiv gefertigte Brücken wiesen im Vergleich zu gefrästen Exemplaren geringere Überlebensraten in der Simulation auf. Aufgrund der hohen Überlebensrate und den akzeptablen Bruchkräften stellen gefräste Brücken eine gute

Wahl für eine Nutzungsdauer von zwei Jahren dar. Um annähernde Ergebnisse zu erzielen, müssen gedruckte Brücken zwingend adhäsiv befestigt werden.

**Abb. 1**

Materialbezeichnung	Typ	Hersteller
HARVARD CEMENT quick setting	Zinkphosphatzement	Harvard Dental International, DE
Temp-Bond NE	Zinkoxidzement	Kerr, IT
Provicol® QM Plus	Provisorischer Zement mit Calciumhydroxid	Voco, DE
Bifix® Temp	Provisorisches Befestigungsmaterial auf Kompositbasis	Voco, DE
Bifix® QM	Permanentes Adhäsiv auf Kompositbasis	Voco, DE
Bifix® SE	Selbstadhäsives Befestigungskomposit	Voco, DE

**Abb. 2**

	Harvard-Zement	Provicol QM Plus	Temp Bond NE	Bifix Temp	Bifix SE	Bifix QM
Structur CAD	1590 ± 151 N (100%)	1271 ± 269 N (100%)	1521 ± 154 N (100%)	1432 ± 265 N (100%)	1842 ± 479 N (100%)	1770 ± 386 N (100%)
V-Print c&b temp	1014 N* (13%)	N/A** (0%)	N/A** (0%)	583 N* (13%)	1303 ± 228 N (63%)	1280 ± 324 N (50%)

## KV06

### Eine Folie oder drei? Digitale Schichtdickenanalyse und subjektive Evaluation von Multilayer-Sportmundschutzen

Merle C.<sup>1</sup>, Hodler C.<sup>1</sup>, Broll A.<sup>1</sup>, Rauch A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Regensburg, Zahnärztliche Prothetik, Regensburg, Deutschland

#### Fragestellung

Ein Sportmundschutz schützt effektiv vor dentoalveolären Verletzungen. Der individuell hergestellte Sportmundschutz aus Ethylvinylacetat (EVA) gilt als Goldstandard. Als wesentlicher Faktor für die Schutzwirkung wurde die Schichtdicke beschrieben. Es werden mindestens drei bis vier Millimeter und die Kombination mit einer harten Zwischenschicht empfohlen. Für die Herstellung solcher Multilayerdesigns ermöglicht eine vorlamierte Folie (S1) eine Vereinfachung gegenüber dem schrittweisen Laminieren von drei einzelnen Folien (S2).

Ziele dieser Untersuchung waren der Vergleich der resultierenden Schichtdicken der Sportmundschutze durch diese beiden Fertigungsverfahren sowie der subjektiven Bewertung beim Tragen.

#### Methoden

In die Studie wurden 26 Proband:innen mit permanenter Dentition und Klasse II-Verzahnung eingeschlossen. Ihnen wurden jeweils zwei individuelle Sportmundschutze im Tiefziehverfahren auf dem gleichen Gipsmodell hergestellt. Die Herstellungsvariante 1 bestand im Tiefziehen einer einzigen vorlamierten dreischichtigen Folie (S1: Playsafe Triple, erkodent) und die Variante 2 im Laminieren dreier Einzelfolien hintereinander (S2: Playsafe HeavyPro). Das Tiefziehen erfolgte gemäß Herstellerempfehlungen mit Verwendung eines

thermoregulierten Geräts (Erkoform 3D motion) in Kombination mit dem System Occluform-3 und Bite Spacer (Erkodent) zum direkten Einprägen der Okklusion (inzisale Sperrung: 4 mm).

Die Sportmundschutze wurden mittels Präzisionsscannern digitalisiert (inEos X5, Dentsply Sirona) und mit einem Scan des Gipsmodells gematcht. An definierten Messpunkten wurden die Schichtdicken digital bestimmt. Hierzu wurde eine eigens entwickelte Software verwendet, welche mittels eines k-Nearest-Neighbor-Algorithmus die minimale Distanz zwischen dem Messpunkt an der Oberfläche des Modells und der Sportmundschutzoberfläche ermittelte. In einem Vorversuch wurde die intra- und interpersonelle Reliabilität an allen Messpunkten eines Sportmundschutz mittels dreifacher Wiederholungsmessung sowie durch drei Untersucher bestimmt (ICC-Analyse).

Den Proband:innen wurden die Sportmundschutze im Rahmen eines *Crossover-Studiendesigns* eingegliedert. Sie bewerteten diese mittels visuellen Analogskalen am Tag der Eingliederung, nach 1-2 und nach 3-4 Wochen.

Die Daten wurden mit SPSS Statistics 29.0 (IBM) ausgewertet. Die Schichtdicken (zahn- und flächenbezogen) sowie die visuellen Analogskalen der Fragebögen wurden mittels *Linear Mixed Effects Models* analysiert, bei dem die Proband:innen als zufällige Effekte berücksichtigt wurden. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha = 0,05$  festgelegt; es erfolgte eine Korrektur nach Bonferroni.

## **Ergebnisse**

Es zeigte sich eine sehr hohe intra- und interpersonelle Reliabilität für die digitale Schichtdickenbestimmung (ICC > 0,98).

Die mittlere Schichtdicke betrug 2,5 mm für S1 und 4,0 mm für S2 ( $p < 0,001$ ) mit jeweils okklusal einer geringeren Schichtstärke als vestibulär ( $p < 0,001$ ). Auch zwischen den Zähnen unterschieden sich die Schichtdicken signifikant ( $p < 0,001$ ) mit dickeren Schichtdicken an den Molaren, außer okklusal bei S2 bedingt durch das Einprägen der Okklusion.

Die Proband:innen bewerteten S1 signifikant besser hinsichtlich Tragekomfort, Sprachfähigkeit, Ästhetik, Speichelfluss, Voluminösität und Gesamtzufriedenheit als S2.

## **Schlussfolgerungen**

Die Methodik erwies sich als geeignet für eine reproduzierbare Bestimmung der Schichtdicken von Sportmundschutzen. Das Herstellungsverfahren zeigte einen signifikanten Einfluss auf die Schichtdicke des Sportmundschutz: Die Verwendung einer vorlaminierter Folie (S1) führte insbesondere im kritischen Bereich der Front- und Eckzähne zu Schichtdicken deutlich unter drei Millimetern. Dieses vereinfachte Herstellungsverfahren ist somit hinsichtlich der Schutzwirkung kritisch zu hinterfragen, wobei die bessere subjektive Bewertung durch die Proband:innen die Compliance zum Tragen während des Sportes begünstigen könnte.

## KV07

### Verifikation von FEM-Simulationen mittels digitaler Bildkorrelation am Beispiel von statischen ISO14801 Prüfungen an Dentalimplantat nahen Strukturen.

Schneider S. M.<sup>1</sup>, Gangel-Ganesh A.<sup>1</sup>, Häger A.<sup>2</sup>, Rudolph H.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Technische Hochschule Ulm, Institut für Medizintechnik und Mechatronik, Ulm, Deutschland; <sup>2</sup> Technische Hochschule Ulm, Institut für Fertigungstechnik und Werkstoffprüfung, Ulm, Deutschland; <sup>3</sup> Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Ulm, Deutschland

**Fragestellung:** Die Anwendung von Finite-Elemente-Methoden (FEM) in der dentalen Implantologie gewinnt zunehmend an Bedeutung. Dennoch ist der Anteil an Studien, die ihre Simulationsergebnisse experimentell verifizieren, gering. Ziel dieser Arbeit ist es zu untersuchen, inwieweit sich die digitale Bildkorrelation (DIC) mittels GOM Aramis zur Verformungsanalyse dentaler Strukturen eignet und zur Verifikation von strukturmechanischen FEM-Simulationen eingesetzt werden kann.

**Methoden:** Es wurde ein nichtlineares FEM-Modell sowie ein experimenteller Prüfaufbau zur statischen Belastungsprüfung von Dentalimplantaten nach ISO 14801 entwickelt. Das Simulationsmodell umfasst einen vereinfachten Implantatkörper in Form eines Titanzylinders sowie eine Einbettung in eine Aluminiumhülse als Halterung. Zur experimentellen Verifikation wurden quasistatische Druckversuche an Zylinderstiften aus Titan Grade 4 mit Durchmessern von 3 mm, 3.5 mm und 4 mm durchgeführt (n = 5 pro Durchmesser).

Lokale Verformungen und Bewegungen wurden mithilfe des optischen Messsystems GOM Aramis erfasst, das auf der Methode der digitalen Bildkorrelation basiert und berührungslos dreidimensionale Verschiebungs- und Dehnungsfelder bestimmt. Zwei Versuchsreihen mit unterschiedlichen Kameraausrichtungen wurden durchgeführt, um sowohl globale Durchbiegungen als auch lokale Biegedehnungen zu erfassen. Die experimentell gemessenen Verformungen und Dehnungen wurden zur Verifikation der Simulationsergebnisse verwendet.

**Ergebnisse:** Die DIC-Messungen lieferten realistische Durchbiegungswerte und zeigten eine gute Übereinstimmung mit den Prüfdaten des Versuchs. Beim Vergleich der FEM-Ergebnisse mit den gemessenen Dehnungen lagen die meisten Abweichungen innerhalb der experimentellen Streuung. Während das FEM Modell mit festen Kontaktbedingungen (Bonded Contact) zwischen Zylinder und Hülse die Kraft-Weg-Kurve im niedrigen Lastbereich (bis max. 300 N) gut abbildete, zeigte ein Reibkontaktmodell bei höheren Belastungen eine bessere Übereinstimmung.

**Schlussfolgerungen:** Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Klebeverbindung zwischen Probe und Halterung während der Prüfung teilweise versagte, wodurch sich die Unterschiede zwischen Simulation und Experiment erklären lassen. Insgesamt zeigt die Studie, dass die digitale Bildkorrelation trotz

experimenteller Herausforderungen eine geeignete Methode zur Analyse von Verformungen und Dehnungen in kleinen implantatnahen Strukturen darstellt. Die Durchbiegungsmessungen erwiesen sich als zuverlässig, während die quantitative

Dehnungsauswertung stärker von experimentellen Randbedingungen beeinflusst wurde.

## **KV08**

### **Entwicklung und mechanische Charakterisierung additiv gefertigter dentaler Implantate**

**Akbas O.<sup>1</sup>, Jahn A.<sup>2</sup>, Kaierle S.<sup>2</sup>, Stiesch M.<sup>1</sup>, Greuling A.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Biomedizinische Werkstoffkunde, Hannover, Deutschland; <sup>2</sup> Laser Zentrum Hannover e.V., Hannover, Deutschland**

Die additive Fertigung, insbesondere das Laser Powder Bed Fusion (LPBF)-Verfahren, ist eine vielversprechende Technologie für die Herstellung von Dentalimplantaten. Sie ermöglicht ein hohes Maß an Gestaltungsfreiheit, eine präzise Anpassung an patientenspezifische Anforderungen und die Integration komplexer Strukturen. Dennoch bestehen nach wie vor Bedenken hinsichtlich der Maßhaltigkeit und der mechanischen Stabilität von additiv gefertigten Implantaten im Vergleich zu konventionell gefertigten Systemen.

Ein dreiteiliges Implantatsystem, bestehend aus einem Implantatkörper, einem konischen Abutment und einer Abutmentschraube, wurde aus Ti-6Al-4V hergestellt. Der Implantatkörper wurde im LPBF-Verfahren hergestellt, während das Abutment und die Abutmentschraube durch konventionelle Bearbeitung gefertigt wurden. Die Maßhaltigkeit des LPBF-Implantats wurde mit Hilfe von Computertomografie und Längenmessungen bewertet. Die mechanische Charakterisierung wurde mit quasistatischen und dynamischen Prüfungen durchgeführt, um sowohl das Versagens- als auch das Ermüdungsverhalten der Implantatsysteme zu untersuchen.

Die Abmessungsanalysen zeigten, dass die Abmessungen des LPBF-gefertigten Implantatkörpers innerhalb eines funktionell akzeptablen Toleranzbereichs lagen. Die CT-Auswertungen bestätigten eine präzise Passung der Implantatkomponenten. Die Ergebnisse der quasistatischen und dynamischen Versuche zeigten, dass die mechanischen Eigenschaften vielversprechende Ergebnisse liefern. Alle Proben zeigten ein reproduzierbares mechanisches Verhalten, wobei die Versagensarten hauptsächlich an der Abutmentschraube auftraten.

Die Ergebnisse zeigen, dass LPBF gefertigte Implantate hinsichtlich Maßhaltigkeit, Versagensverhalten und mechanischer Festigkeit mit konventionell hergestellten Ti-6Al-4V-Implantaten vergleichbar sind. Die Studie zeigt somit das Potenzial der additiven Fertigung als vielversprechende Alternative für die patientenspezifische Herstellung von Dentalimplantaten. Dennoch sind weitere Forschungsarbeiten erforderlich, um die biologische Kompatibilität, die zelluläre Reaktion und die langfristige Gewebeintegration von additiv gefertigten Implantaten umfassend zu bewerten.

## **KV09**

### **Biofunktionalisierung von Seidenfibroin-Matrices als neue Option im prothetisch orientierten Weichgewebsmanagement**

**Heidebrecht T.<sup>1</sup>, Heimes D.<sup>2</sup>, Wiesmann-Imilowski N.<sup>2,3</sup>, Blatt S.<sup>2</sup>, Pabst A.<sup>4</sup>, Becker P.<sup>4</sup>, Fuest S.<sup>5</sup>, Brieger J.<sup>2</sup>, Smeets R.<sup>5</sup>, Kämmerer P.<sup>2</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Prothetik und Werkstoffkunde, Mainz, Deutschland; <sup>2</sup> Universitätsmedizin Mainz, Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie - Plastische Operationen, Mainz, Deutschland; <sup>3</sup> Universitätsmedizin Mainz, Hals-, Nasen-, Ohrenklinik und Poliklinik, Mainz, Deutschland; <sup>4</sup> Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz, Klinik für Mund-, Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie, Koblenz, Deutschland; <sup>5</sup> Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Hamburg, Deutschland**

Fragestellung:

Welchen Einfluss hat die Biofunktionalisierung von Seidenfibroin-Matrices mit injizierbarem plättchenreichem Fibrin (iPRF) und Schmelzmatrixproteinen (SMP) auf die Neovaskularisation und biologische Toleranz in ovo?

Methoden:

In dieser Studie wurden über 300 Hühnerembryonen in sechs Gruppen (SF+NaCl, SF+iPRF, SF+SMP, CM+NaCl, CM+iPRF, CM+SMP) unterteilt und auf Neovaskularisation und immunologische Toleranz untersucht. Im Chorionallantoismembran (CAM)-Assay wurde mittels Fluoreszenzmikroskopie die vaskularisierte Fläche, Gefäßdichte und Anzahl an Gefäßverzweigungspunkten quantifiziert. Die Auswertung erfolgte jeweils an den Versuchstagen 10, 12 und 14. Zusätzlich wurde an den Tagen 11 und 14 eine Genexpressionsanalyse (RT-qPCR) für die Zielgene HIF-1 $\alpha$ , VEGF, MMP-13 und iNOS durchgeführt. Mittels Hämatoxylin-Eosin-Färbung konnten die Gefäße innerhalb der Membran histologisch lokalisiert werden.

Ergebnisse:

Unbehandelte Seidenfibroin-Matrices (SF+NaCl) zeigten im Vergleich zu unbehandelten Kollagen-Matrices (CM+NaCl) eine signifikant größere vaskularisierte Fläche, höhere Gefäßdichte und höhere Anzahl an Gefäßverzweigungspunkten. Unabhängig von der Biofunktionalisierung mit iPRF und SMP vaskularisierten SF-Matrices gut. CM+iPRF zeigte die stärkste Neovaskularisation aller Gruppen. In beiden Matrices konnte keine Förderung der Neovaskularisation durch SMP detektiert werden. Die Genexpression zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Histologische Schnitte konnten Gefäße in den Randbereichen der Gruppen SF+NaCl, SF+iPRF, SF+SMP und CM+iPRF bestätigen.

Schlussfolgerungen:

In dem präklinischen CAM-Modell wiesen neuartige elektrogesponnene Seidenfibroin-Matrices unabhängig von ihrer Biofunktionalisierung eine ausgeprägte Neovaskularisation und gute Biokompatibilität auf. Durch die gute Gewebeintegration und mechanische Festigkeit von Seidenfibroin, bieten die Matrices eine potenzielle Alternative zu den stets mit einer Entnahmemorbidität einhergehenden autologen Transplantaten. Die additive Fertigung mittels 3D-Druck ermöglicht eine patientenindividuelle Anpassung der Matrices, was für ein vorhersagbares Emergenzprofil von zentraler Bedeutung sein könnte. Die in diesem Versuch untersuchten Seidenfibroin-Matrices wurden biologisch gut toleriert und könnten somit einen Beitrag zur Prävention periimplantärer Entzündungserkrankungen leisten. Darüber hinaus führte besonders die Kombination der Kollagen-Matrices mit iPRF zu vielversprechenden Resultaten in Bezug auf die Neovaskularisation. Das chairside hergestellte autologe Blutkonzentrat könnte in dieser Kombination einen Beitrag zur Förderung stabiler periimplantärer Weichgewebsverhältnisse leisten und somit für prothetische Vorhersagbarkeit sorgen. Sowohl die Anwendung von Seidenfibroin-Matrices als auch die Kombination von Kollagen-Matrices mit iPRF sollten daher in präklinischen und klinischen Folgestudien weiter untersucht werden.

## **KV10**

### **In-vivo-Genauigkeit zweier Intraoralscanner bei der Erfassung interforaminärer Implantate im zahnlosen Unterkiefer**

**Bömicke W.<sup>1</sup>, Kappel S.<sup>2</sup>, Rammelsberg P.<sup>1</sup>, Rues S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universität Heidelberg, Zahnärztliche Prothetik, Heidelberg, Deutschland; <sup>2</sup>**

**Kappel's feine Zahnmedizin, Heidelberg, Deutschland**

**Ziel:** Die Genauigkeit intraoraler Scansysteme zur Implantaterfassung ist bislang überwiegend aus In-vitro-Untersuchungen bekannt. In dieser In-vivo-Studie sollte die Genauigkeit zweier Intraoralscanner bei der Erfassung zweier interforaminärer Implantate im zahnlosen Unterkiefer bestimmt und der Einfluss optisch verblockter Scanpfosten beurteilt werden.

**Material und Methode:** Neun Patientinnen und Patienten mit jeweils zwei interforaminären Bone-Level-Implantaten (Bego Semandos TiPure Plus, Bego; Länge: 10 mm) wurden jeweils viermal digital abgeformt. Verwendet wurden hierfür zwei Intraoralscanner (Primescan und Omnicam, Dentsply Sirona) in zwei unterschiedlichen Aufnahmesituationen mit unverblockten oder optisch verblockten Standardscanpfosten (Sub-Tec Cad Positioner, Bego). Die optische Verblockung erfolgte über additiv gefertigte, seitlich an die Scanpfosten angehängte Balken, die eine makroskopische Oberflächenstrukturierung aufwiesen. Die Reihenfolge der Scannerverwendung war randomisiert. Aufgrund eines unmittelbar nach Insertion primär stegverblockten Sofortbelastungsprotokolls konnten die Implantatpositionen im Meistermodell als klinische Referenz herangezogen werden. Die mit Scanpfosten versehenen Meistermodelle wurden hierfür in einem Laborscanner (D2000, 3shape) digitalisiert. Mittels geeigneter Software (Geomagic Design X, Hexagon) wurden der Interimplantatabstand (Mittelpunktabstand auf Schulterhöhe) sowie der Winkel

zwischen den Implantatachsen bestimmt und die Abweichungen zwischen den Intraoralscans und der Referenz berechnet. Ein resultierender Abstandsfehler  $< 100 \mu\text{m}$  und Winkelabweichungen  $< 0,6^\circ$  wurden als klinisch akzeptabel definiert. Die statistische Analyse erfolgte mit R 4.5.2 ( $\alpha = 0,05$ ).

**Ergebnisse:** Für die Omnicam ergab sich mit unverblochten Scanpfosten ein mittlerer Abstandsfehler von  $105 \pm 81 \mu\text{m}$ , der durch die Verblockung auf  $92 \pm 85 \mu\text{m}$  reduziert wurde. Die Aufnahme unverblockter Pfosten mit der Primescan zeigte mit  $34 \pm 59 \mu\text{m}$  den insgesamt geringsten mittleren Abstandsfehler. Durch die optische Verblockung stieg dieser Wert auf  $53 \pm 62 \mu\text{m}$  an. Damit erwies sich die Primescan mit unverblochten Scanpfosten als signifikant genauer im Vergleich zu beiden Omnicam-Gruppen ( $p < 0,039$ ), während die Verblockung bei keinem der Scanner einen statistisch signifikanten Einfluss zeigte; für die Primescan war jedoch ein Trend zu geringerer Genauigkeit erkennbar ( $p < 0,059$ ). Die Winkelabweichungen lagen bei der Omnicam unverblockt bei  $0,69 \pm 0,73^\circ$  und verblockt bei  $0,38 \pm 0,62^\circ$ . Für die Primescan wurden  $0,73 \pm 0,68^\circ$  (unverblockt) und  $0,46 \pm 0,57^\circ$  (verblockt) gemessen. Insgesamt zeigte sich ein Trend zu verbesserten Winkelwerten bei verblockten Scanpfosten ( $p < 0,164$ ). Klinisch bedeutsam war der Effekt insbesondere bei der Primescan: Der Anteil der Scans mit gleichzeitig klinisch akzeptablen Abstands- und Winkelabweichungen erhöhte sich dort von 44 % auf 67 %. Bei der Omnicam blieb dieser Anteil in beiden Gruppen konstant bei 56 %.

**Schlussfolgerung:** Die digitale Erfassung zweier interforaminärer Implantate im zahnlosen Unterkiefer zeigte in vivo häufig Abweichungen außerhalb klinisch akzeptabler Toleranzen. Die Verwendung modifizierter, landmarkenerweiterter Scanpfosten erwies sich insbesondere hinsichtlich der Winkelgenauigkeit als potenziell vorteilhaft und kann zur Verbesserung der klinischen Zuverlässigkeit einzelner Scansysteme beitragen.

## KV11

### Entwicklung neuer Biofunktionalisierungen zahnmedizinischer Implantate

Boukari C.<sup>1,2</sup>, Miller E.<sup>1</sup>, Doll-Nikutta K.<sup>2</sup>, Stiesch M.<sup>2</sup>, Veith M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Westfälische Hochschule Recklinghausen, Molekulare Biophysik (WHS, Recklinghausen), Recklinghausen, Deutschland; <sup>2</sup> Medizinische Hochschule Hannover/Niedersächsisches Zentrum (NIFE), Zahnärztliche Prothetik, Hannover, Deutschland

Implantat-assoziierte Infektionen entstehen durch die Bildung bakterieller Biofilme am Implantatkörper, insbesondere im Bereich des Abutments. Daher besteht der Bedarf an neuen Biofunktionalisierungen zahnmedizinischer Implantate, welche die Biofilmbildung hemmen.

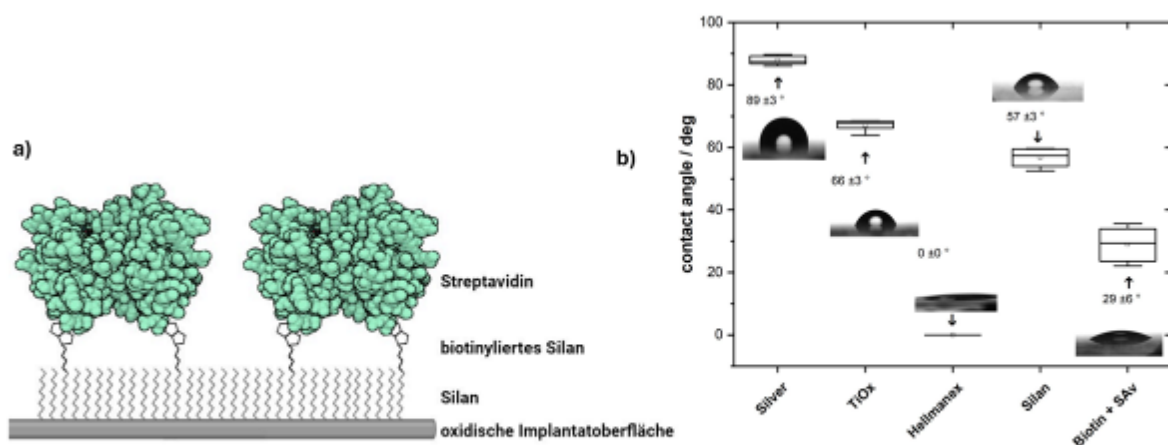
Die patentierte Biofunktionalisierung der AG Molekulare Biophysik der Westfälischen Hochschule weist anti-adhäsive und antibakterielle Effekte auf (Abb. 1a) [1]. Implantat-Modelloberflächen wurden mit PVD-Technik (*Physical vapour deposition*) und die supramolekulare Architektur als Self Assembly Multilayer System hergestellt.

Die supramolekulare Architektur im Nanometerbereich (nm-Bereich) wurde biophysikalisch mittels Kontaktwinkel und SPR (*Surface Plasmon Resonance*) charakterisiert. An Titan-Implantatmaterialien wurden zusätzlich Adhäsionsassays mit dem kommensalen Bakterium *Streptococcus oralis* (*S. oralis*) durchgeführt.

Die Biofunktionalisierung konnte mittels Kontaktwinkeländerungen dokumentiert werden (Abb. 1b). Der Kontaktwinkel verändert sich signifikant nach jedem Funktionalisierungsschritt. Die Veränderung des Kontaktwinkels ist wie in vorangegangenen Arbeiten der Arbeitsgruppe reproduzierbar. Die SPR-Kinetikmessung zeigte, dass Streptavidin (SAv) auf der nativen Titan-Implantatoberfläche auch direkt physisorbiert (Abb. 2a). Nach einem Spülvorgang desorbiert allerdings der Großteil des SAv wieder. Im Vergleich zu der mit biotinyliertem Silan funktionalisierten TiOx-Oberfläche zeigt sich bei der direkten Physisorption von SAv am Ende ein deutlich geringer Oberflächenbedeckungsgrad. Die Ergebnisse bestätigen Vorarbeiten, u. a. von Ettelt et al. [2]. Einzig die molekular intakte, spezifische Bindung an der Oberfläche zwischen dem SAv und Biotin liefert eine stabile Funktionalisierung, welche die bakterielle Adhäsion reduziert. Im Rahmen dieser Arbeit zeigen zudem mikroskopische Aufnahmen des kommensalen Bakteriums *S. oralis* auf einer biofunktionalisierten Titanprobe im Vergleich zu einer Titan-Referenzprobe (Lebend/Tot gefärbt) eine visuell reduzierte bakterielle Anhaftung (Abb. 2b).

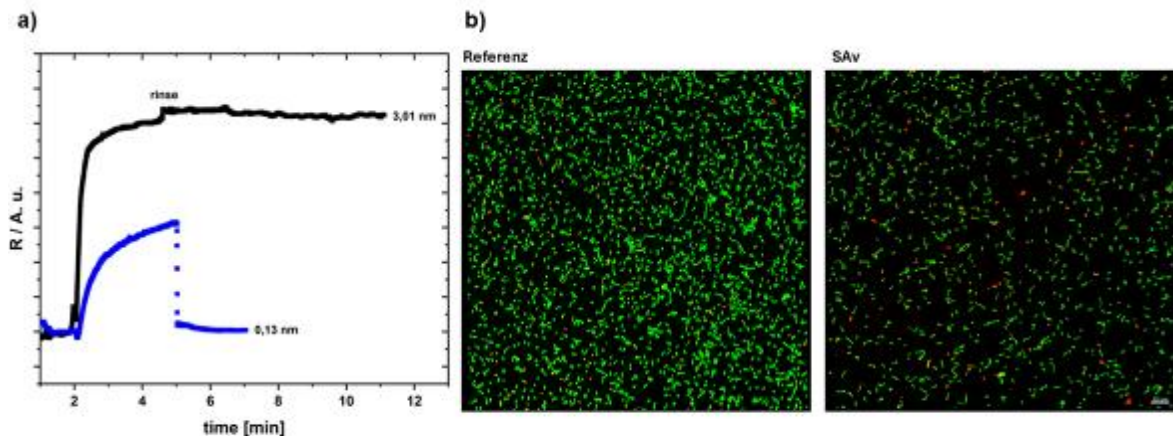
Neben der hier nachgewiesenen antibakteriellen Funktion kann das adhärenzte SAv mit seinen freien Bindungstaschen zusätzlich auch als molekularer Haftvermittler dienen, um ganz bestimmte biotinylierte Biomoleküle spezifisch auf der Implantatoberfläche zu immobilisieren. So könnte zukünftig beispielsweise ein zelladhäsionsförderndes Protein wie Fibronectin genutzt werden, das bekanntermaßen in der Wundheilung eine aktive Rolle einnimmt und für eine verbesserte Gewebeanlagerung an der Abutment-Mukosa sorgt.

**Abb. 1**



**Abb.1:** a) Supramolekulare Architektur der biofunktionalisierenden Implantat-Beschichtung [3] b) Signifikante Veränderung des Kontaktwinkels nach jedem Funktionalisierungsschritt des Schichtsystems auf TiOx-Modelloberflächen.

**Abb. 2**



**Abb.2:** a) Vergleich der SAV-Adsorption. Blau: auf der unbehandelten Titan-Implantatoberfläche. Schwarz: auf der biotinylierten TiO<sub>2</sub>-Oberfläche. b) Mikroskopische Untersuchung von *S. oralis* auf Titan- und funktionalisierten Oberflächen. (Grün gefärbte Bakterien werden als lebendig, rot gefärbte als tot definiert.)

## KV12

### Verhältnis von Anziehdrehmoment und Schraubenvorspannung im Zirkonoxidkeramikimplantat-Abutment-Komplex in Abhängigkeit vom Schrauben- und Abutmentmaterial: Eine In-vitro Studie

Grander L.<sup>1</sup>, Sagheb K.<sup>1</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>, Wentaschek S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Prothetik und Werkstoffkunde, Mainz, Deutschland

#### Fragestellung:

Die Vorspannung der Abutmentschraube bestimmt maßgeblich die Stabilität des Implantat-Abutment-Komplexes. Während bei genormten Schraubverbindungen mit Stahlkomponenten ein linearer Zusammenhang zwischen Anziehdrehmoment und resultierender Schraubenvorspannung angenommen wird, gibt es verschiedene Faktoren, die diesen Zusammenhang beeinflussen könnten. Neben der Rauigkeit der verschraubten Materialien, nimmt auch die Stauchung und die Rückstellfähigkeit der Komponenten Einfluss. Ziel der Untersuchung war es, den Zusammenhang von Anziehdrehmoment und Vorspannung in zwei Zirkonoxidkeramik-Implantatsystemen zu untersuchen, bei denen verschiedene Schrauben- und Abutmentmaterialien verwendet werden.

#### Methoden:

Vier Gruppen mit je 12 Implantat-Abutment-Komplexen wurden in einer Messapparatur gemessen: T15: Zirkonoxidkeramik-Implantat (CERALOG®, Camlog Vertriebs GmbH, Wimsheim), Titanschraube, PEKK Abutment, 15 Ncm Anziehdrehmoment; T25: Zirkonoxidkeramik-Implantat (CERALOG®), Titanschraube, PEKK Abutment, 25 Ncm Anziehdrehmoment; P15: Zirkonoxidkeramik-Implantat (CERALOG® PROGRESSIVE LINE, Camlog Vertriebs GmbH, Wimsheim), karbonfaserverstärkte PEEK-Schraube (Vicarbo®), Zirkonoxidkeramik-Abutment, 15 Ncm Anziehdrehmoment; P25: Zirkonoxidkeramik-

Implantat (PROGRESSIVE LINE), karbonfaserverstärkte PEEK-Schraube (Vicarbo®), Zirkonoxidkeramik-Abutment, 25 Ncm Anziehdrehmoment. Jede Schraube wurde dreimal aufeinanderfolgend mit dem entsprechenden Anziehdrehmoment angezogen und wieder gelöst. Die Vorspannung und ein der Gewindereibung proportionaler Wert wurden aufgezeichnet, der Reibwert wurde aus den entsprechenden Ergebnissen berechnet. Die Auswertung erfolgte über ein linear gemischtes Modell und Tukey-Kramer Adjustierung. Dabei wurde Gruppe T15 mit 60% der Vorspannwerte von Gruppe T25 und Gruppe P15 mit 60% der Gruppe P25 verglichen.

### **Ergebnisse:**

Die Vorspannung in Gruppe T15 betrug im Mittel 318,23 N (Min.: 264,34; Max.: 354,09; SD.: 31,45) beim ersten und 297,86 N (Min.: 229,98; Max.: 323,20; SD.: 28,77) beim dritten Anziehen ( $p < 0,05$ ). In Gruppe T25 sank die Vorspannung von 452,46 N (Min.: 349,14; Max.: 510,97; SD.: 48,01) beim ersten auf 408,87 N (Min.: 342,85; Max.: 455,22; SD.: 34,58) beim dritten Anziehen ( $p = 0,0239$ ). Die Vorspannung der Gruppe T15 war signifikant höher als 60% der Vorspannung der Gruppe T25 ( $p = 0,0001$ ). Die Vorspannung der Gruppe P15 betrug 168,63 N (Min.: 143,51; Max.: 192,72; SD.: 15,65) beim ersten und 152,98 N (Min.: 136,59; Max.: 169,08; SD.: 10,7) beim dritten Anziehen ( $p < 0,0001$ ). In Gruppe P25 betrug die Vorspannung 274,42 N (Min.: 222,63; Max.: 313,16; SD.: 27,46) beim ersten und 249,26 N (Min.: 183,69; Max.: 300,43; SD.: 37,64) beim dritten Anziehen ( $p = 0,0024$ ). Die Vorspannung der Gruppe P15 erreichte vergleichbare Werte wie 60% der Gruppe P25 ( $p = 0,4204$ ). T15 erzielte signifikant höhere Vorspannwerte als P15 ( $p < 0,0001$ ). T25 erzielte eine signifikant höhere Vorspannung als P25 ( $p < 0,0001$ ). Die Gewindereibung veränderte sich innerhalb jeder Gruppe nicht signifikant ( $p > 0,05$ ).

### **Schlussfolgerungen:**

Der nicht lineare Zusammenhang zwischen Anziehdrehmoment und Vorspannung bei der Verwendung eines PEKK-Abutments (T15 und T25) lässt sich durch die nicht vollständig reversible Stauchung des Abutmentmaterials erklären, die bei höherem Anziehdrehmoment stärker ausfällt. Die irreversible Deformation des Abutments kann bei höherem Anziehdrehmoment zu einem stärkeren Verlust von Vorspannung führen. Die besondere Verarbeitung des karbonfaserverstärkten PEEK in der verwendeten Schraube in den Gruppen P15 und P25 scheint ausreichend rückstellfähig zu sein, sodass hier ein linearer Zusammenhang zwischen Anziehdrehmoment und Vorspannung besteht.

## **KV13**

### **In-vitro-Analyse zur Genauigkeit dynamisch und statisch navigierter Sofortimplantationen im Frontzahnbereich**

**Streichfuss C.<sup>1</sup>, Waltenberger L.<sup>1</sup>, Wolfart S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Zahnärztliche Prothetik, Aachen, Deutschland**

**Zielsetzung:** Ziel dieser Arbeit war es, die Genauigkeit der dynamisch navigierten Sofortimplantation im Frontzahnbereich im Vergleich zu statisch navigierten Verfahren unter Verwendung verschiedener klinischer Aufbereitungsprotokolle zu analysieren.

#### **Material und Methoden:**

Konfektionierte Knochenmodelle (Bonemodels, Spain) mit Extraktionsalveolen in FDI-Position 11 und 21 wurden optisch abgeformt und ein DVT wurde durchgeführt.

Nach Überlagerung der Datensätze folgte die virtuelle Implantatplanung standardisiert nach vorheriger Musterplanung. Für die statisch navigierte Implantation erfolgte zusätzlich der stereolithographische Druck der Schablonen.

Die Knochenaufbereitung und Insertion von selbstschneidenden Implantaten (3.75x14mm, BLX, Straumann) erfolgte nach verschiedenen Protokollen navigiert (je n=14): statisch vollständig geführte Aufbereitung und Insertion (guided\_guided; [G]) sowie statisch mit geführter Pilotbohrung und freihändiger Insertion (pilot\_freehand; [F]) und dynamisch navigiert (D).

Postoperative optische Abformungen wurden in der Planungssoftware (CoDiagnostiX, Version 10.9) auf Basis eines Best-Fit-Algorithmus referenziert. Vor dem Hintergrund der hohen Relevanz des Erhalts der bukkalen Lamelle für den Implantationserfolg bei der Sofortimplantation im anterioren Bereich wurde die koronal-bukkale und apikal-bukkale Abweichung sowie die Winkelabweichung zwischen der geplanten und der gesetzten Implantatposition ausgewertet. Die statistische Analyse erfolgte mittels Mann-Whitney-U-Test unter Verwendung einer Bonferroni durchgeführt.

#### **Ergebnisse:**

Die mittlere koronal-bukkale Abweichung ([mm], 95% CI) resultierte in (G): -0.05 (-0.30-0.19)\*, (F) 0.12 (0.01-0.25), (D) 0.34 (0.22-0.47) und apikal-bukkale Abweichung in: (G) -0.23 (-0.92-0.45)\*, (F) 0.89 (-0.07-1.85), (D) 1.01 (0.76-1.24) mit statistisch signifikant geringster Abweichung in der geführten (G) Gruppe (p 0.05). Die mittlere Winkelabweichung ([°], 95% CI) betrug: (G) 3.5 (2.8-4.1), (F) 7.3 (6.2-8.5), (D) 2.5 (1.7-3.1).

#### **Fazit:**

Verschiedene navigierte Implantationsprotokolle in der Sofortimplantation scheinen systemspezifische systematische Abweichungen zu zeigen.

Bei der Sofortimplantation im Frontzahnbereich unter der Verwendung aggressiver, selbstschneidender Implantate können Abweichungen >2mm auftreten, weshalb ein erhöhter Sicherheitsabstand gewährleistet werden sollte.

#### **KV14**

### **Periimplantäre Weich- und Hartgewebestabilität nach Sofortversorgung posteriorer Einzelzahnimplantate mit definitivem Abutment – Radiologische und oberflächenbasierte 12-Monats-Analyse des SafetyCrown-RCTs**

**Rader K.<sup>1</sup>, Streichfuss C.<sup>1</sup>, Reich S.<sup>1</sup>, Wolfart S.<sup>1</sup>, Waltenberger L.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Zahnärztliche Prothetik, Aachen, Deutschland**

**Fragestellung:** Das SafetyCrown-Konzept ermöglicht die implantatgetragene, definitive Versorgung posteriorer Einzelzahnlücken innerhalb von drei Sitzungen. Hierzu wird das präfabrizierte definitive Abutment bei Implantation eingesetzt und ermöglicht eine Sofortversorgung nach dem one-abutment/one-time-Konzept. Ziel der klinischen Studie war der Vergleich der periimplantären Weich- und Hartgewebestabilität über einen Beobachtungszeitraum von 12 Monaten.

**Methode:** In einer randomisierten kontrollierten Studie wurden 39 Patienten mit 45 Restaurationen versorgt. Die Interventionsgruppe wurde nach der SafetyCrown-Methode behandelt, während die Kontrollgruppe nach einem Standardprotokoll in sechs Sitzungen mit gedeckter Einheilung behandelt wurde. Die Insertionsdrehmomente wurden dokumentiert. Als definitive Restaurationen wurde in der Interventionsgruppe eine Zirkonoxidkrone auf individuellem Zirkonoxid-Abutment auf Titanbasis adhäsiv befestigt. In der Kontrollgruppe wurde eine Hybridabutmentkrone aus Zirkonoxid auf Titanbasis verschraubt. Radiologische Aufnahmen wurden mit individuellen Röntgenhaltern nach Eingliederung der definitiven Krone (Baseline), sowie nach einem Jahr angefertigt. Der Abstand der Knochenhöhe zur Implantatschulter wurde von zwei unabhängigen Nachuntersuchern mesial und distal gemessen. An Baseline und nach 12 Monaten (NU12) wurden Intraoralscans mit Darstellung des Weichgewebes um die Implantatkrone angefertigt. Die Oberflächendaten wurden mittels Analysesoftware (ZEISS Inspect) ausgewertet. Als Referenz diente der jeweilige Baseline-Scan, zu dem der Scan der Nachuntersuchung (NU12) ausgerichtet wurde. Die Distanzmessung beider Weichgewebesniveaus erfolgte an drei vestibulären Positionen: Der Beginn des Weichgewebes zentral an der Implantatkrone (Wz), an der mesialen Papille (Wpm) und an der distalen Papille (WPd). Zur standardisierten Ermittlung des ersten Messpunkts wurde je von okklusal eine Gerade bukkal der Approximalfläche konstruiert. Dem ersten Messpunkt beim Auftreffen der Gerade auf das Weichgewebe folgten zwei weitere Messpunkte in Abständen von 1 mm Richtung apikal festgelegt (0, 1, 2).

**Ergebnis:** Es konnten 41 Restaurationen (Interventionsgruppe n=19; Kontrollgruppe n=22) mit vollständigen Datensätzen nach 12 Monaten ausgewertet werden. Das

durchschnittliche Eindrehmoment der Interventionsgruppe betrug 65 Ncm und das der Kontrollgruppe 48 Ncm. In der Interventionsgruppe vergrößerte sich der mittlere Abstand des Knochens zur Implantatschulter von  $0,76 \pm 0,12$  mm mesial und  $0,72 \pm 0,15$  mm distal bei Baseline auf  $0,98 \pm 0,14$  mm mesial und  $0,90 \pm 0,14$  mm distal bei NU12. In der Kontrollgruppe konnte ein Anstieg von  $0,51 \pm 0,25$  mm mesial und  $0,55 \pm 0,27$  mm distal bei Baseline zu  $0,79 \pm 0,19$  mm mesial und  $0,71 \pm 0,28$  mm distal bei NU12 gemessen werden (alle  $p > 0,05$ , ANOVA). An allen drei koronalen Weichgewebmesspunkten (0) konnte eine Zunahme der Dicke festgestellt werden. An Wz-0 zeigten beide Gruppen einen Zuwachs von Baseline zu NU12 (Intervention:  $0,11 \pm 0,21$  mm; Kontrolle  $0,17 \pm 0,16$  mm). Am apikalen Punkt Wz-2 blieben die Werte beider Gruppen im Mittel stabil (Intervention:  $-0,02 \pm 0,20$  mm; Kontrolle:  $0,00 \pm 0,18$  mm). Am Messpunkt Wpm-0 beträgt die Zunahme des Weichgewebes  $0,43 \pm 0,28$  mm in der Interventionsgruppe und  $0,45 \pm 0,27$  mm in der Kontrollgruppe. Am apikalen Punkt Wpm-2 wurde ebenfalls ein Zuwachs gemessen, der aber geringer ausfiel (Intervention:  $0,11 \pm 0,17$  mm; Kontrolle:  $0,08 \pm 0,19$  mm). Die Werte der distalen Papille verhielten sich ähnlich.

**Schlussfolgerung:** Nach 12 Monaten zeigt sowohl die Sofortversorgung nach one-abutment/one-time der SafetyCrown-Methode, als auch die Kontrollgruppe einen vergleichbaren Zuwachs an Hart- und Weichgewebe im Zuge des Remodelings. Hohe Eindrehmomente scheinen beim verwendeten Implantatsystem keinen negativen Einfluss auf das periimplantäre Knocheniveau zu haben.

## **KV15**

### **Schiene oder Stethoskop? CMD-ähnliche Symptome im interdisziplinären Kontext**

**Görl S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> LMU München, Zahnärztliche Prothetik, München, Deutschland**

Diffuse Beschwerden im orofazialen Bereich werden im klinischen Alltag häufig vorschnell einer Craniomandibulären Dysfunktion (CMD) zugeordnet. Trotz strukturierter CMD-Diagnostik und leitliniengerechter Therapie bleibt der Behandlungserfolg manchmal jedoch aus. Eine mögliche Ursache hierfür könnten allgemeinmedizinische Erkrankungen darstellen, die CMD-ähnliche Symptome zeigen und dadurch eine erhebliche diagnostische Herausforderung darstellen.

Der Vortrag thematisiert Erkrankungen an der Schnittstelle zwischen Zahnmedizin und Medizin. Im Fokus stehen systemische, neurologische, rheumatologische, internistische, orthopädische sowie vaskuläre Erkrankungen, die mit Schmerzen, Bewegungseinschränkungen, Parästhesien oder Kiefergelenkgeräuschen einhergehen und damit das klinische Erscheinungsbild einer CMD imitieren können. Vorgestellt werden unter anderem entzündlich-rheumatische Erkrankungen wie die rheumatoide Arthritis und die Spondyloarthritis mit Beteiligung des Kiefergelenks, neurologische Ursachen wie Trigeminus- oder Glossopharyngeusneuralgien sowie neuromuskuloskeletale Erkrankungen wie zum Beispiel die zervikale Radikulopathie.

Darüber hinaus werden vaskuläre Krankheitsbilder wie die Riesenzellarteriitis, aber auch internistische und endokrinologische sowie psychosomatische Erkrankungen thematisiert, die sich im orofazialen Bereich manifestieren können.

Anhand ausgewählter Krankheitsbilder werden typische Symptome, klinische Warnhinweise ("red flags") und differenzialdiagnostisch relevante Merkmale herausgearbeitet, die eine Abgrenzung gegenüber einer CMD ermöglichen können. Eine erweiterte, medizinisch orientierten Anamnese, gezielte klinische Untersuchungen sowie weiterführende diagnostische Maßnahmen wie Bildgebung und Laboruntersuchungen können Hinweise darauf geben, dass ein interdisziplinäres Konsil mit ärztlichen Fachdisziplinen indiziert ist.

Ziel des Vortrags ist es, Zahnärztinnen und Zahnärzten ein systematisches Vorgehen zur differenzialdiagnostischen Einordnung CMD-ähnlicher Beschwerden zu vermitteln. Durch eine fundierte medizinische Kontextualisierung orofazialer Symptome sollen Fehldiagnosen vermieden, erfolglose funktionstherapeutische Maßnahmen reduziert und eine patientenorientierte, interdisziplinär abgestimmte Versorgung gefördert werden.

## **KV16**

### **3-D-Veränderungen der Zahnposition nach Behandlung mit Unterkieferprotrusionsschienen – Eine retrospektive Studie im nicht-universitären Setting**

**Linsen S.<sup>1</sup>, Meyer A.<sup>2</sup>, Daratsianos N.<sup>3</sup>, Kares A.<sup>4</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Bonn, Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffwissenschaften, Bonn, Deutschland; <sup>2</sup> private Praxis, Solingen, Deutschland; <sup>3</sup> Universitätsklinikum Bonn, Kieferorthopädie, Bonn, Deutschland; <sup>4</sup> private Praxis, St. Ingbert, Deutschland**

**Hintergrund:** Unterkieferprotrusionsschienen (UPS) sind eine etablierte Therapieoption zur Reduktion der obstruktiven Schlafapnoe (OSA). Während ihre Wirksamkeit hinsichtlich atembbezogener Parameter gut belegt ist, können dento-okklusale Nebenwirkungen auftreten. Diese wurden bislang überwiegend zweidimensional beschrieben; dreidimensionale (3D) Analysen liegen nur begrenzt vor. Ziel dieser Studie war es, Zahnstellungsänderungen unter UPS-Therapie mittels 3D-Modellüberlagerungen zu quantifizieren und Unterschiede zwischen zwei Designvarianten (Flosse vs. Geschiebe) zu evaluieren.

**Methodik:** Virtuelle Ober- und Unterkiefermodelle wurden zu drei Zeitpunkten superimponiert: Baseline (T0), nach durchschnittlich  $11,9 \pm 7,1$  Monaten (T1) sowie nach  $31,9 \pm 25,4$  Monaten (T2). Analysiert wurden 3D-Zahnbewegungen, Overjet, Overbite sowie translations- und rotationsbezogene Veränderungen in anterioren (Eckzahn bis Eckzahn) und posterioren (1. Prämolare bis 2. Molare beidseits) Segmenten. Die Normalverteilung wurde mittels Shapiro-Wilk-Test geprüft. Gruppenvergleiche erfolgten über t-Tests und ANOVA, Einflussfaktoren über Regressionsmodelle (Signifikanzniveau  $p < 0,05$ ).

**Ergebnisse:** Insgesamt wurden 58 OSA-Patienten (Durchschnittsalter  $50,7 \pm 12,4$  Jahre; 44 Männer) eingeschlossen. In Beobachtungsperiode 1 (OP1; T0–T1; n = 58) trugen 28 Patienten Flossen-Schienen (Somnodent flex/fusion) und 30 Geschiebe-Schienen (IST+ / classic, Narval CC, Hamburger UPS). In Beobachtungsperiode 2 (OP2; T0–T2; n = 21) waren es 12 bzw. 9 Patienten.

Es zeigte sich insgesamt eine signifikante Reduktion von Overjet und Overbite ( $p \leq 0,06$ ). Darüber hinaus traten eine Zunahme der palatinalen Inklination im Oberkiefer, distale Translationen in anterioren und posterioren Segmenten sowie palatinale Bewegungen im anterioren Segment auf ( $p \leq 0,037$ ).

Zwischen den Schientypen ergaben sich während OP2 relevante Unterschiede: Flossen-Schienen führten zu stärkeren Veränderungen, darunter ausgeprägtere Reduktionen von Overjet und Overbite ( $p \leq 0,06$ ), eine Extrusion des posterioren Oberkiefersegments ( $p = 0,003$ ) sowie mesiobukkale Translationen in den Unterkiefersegmenten ( $p \leq 0,023$ ). Regressionsanalysen bestätigten das Flossen-Design als signifikanten Einflussfaktor für den Overjet und Overbite ( $p \leq 0,047$ ).

**Schlussfolgerung:** Die UPS-Therapie verursacht generell progressive dento-okklusale Veränderungen mit Tendenz zu mesialer Verzahnung und frontaler Bissöffnung. Die beobachteten Effekte entsprechen überwiegend einer Kippbewegung der Zahnreihen und weniger transversalen oder sagittalen Verschiebungen.

Flossen-Schienen zeigten stärkere, jedoch klinisch nur moderat ausgeprägte Effekte. 3D-basierter Superimpositionen ermöglichen eine präzise Erfassung dieser Nebenwirkungen und sollten künftig vermehrt eingesetzt werden.

## **KV17**

### **Die Belastung des ipsi- und kontralateralen Gelenkes beim unilateralen TMJR: Eine Finite Elemente Analyse**

Linsen S.<sup>1</sup>, Rademacher S.<sup>1</sup>, Reich R.<sup>2</sup>, Mercuri L.<sup>3</sup>, Keilig L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Bonn, Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffwissenschaften, Bonn, Deutschland; <sup>2</sup> Universitätsklinikum Bonn, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bonn, Deutschland; <sup>3</sup> Rush University, Chicago, IL, Vereinigte Staaten; <sup>4</sup> Universitätsklinikum Bonn, Oralmedizinische Technologie, Bonn, Deutschland

#### **Hintergrund:**

Ein unilateraler totaler alloplastischer Kiefergelenkersatz (TMJR) kann mit postoperativen Beschwerden oder funktionellen Einschränkungen im kontralateralen Gelenk einhergehen, die einen sekundären bilateralen Ersatz erforderlich machen. Ziel dieser Untersuchung war es, mittels Finite-Elemente (FE)-Analyse die Belastungsverteilung im ipsi- und kontralateralen Kiefergelenk nach unilateralem TMJR zu analysieren.

## **Material und Methoden:**

Untersucht wurde ein klinisch stabiler Patientenfall mit degenerativer CMD im Endstadium, der am Universitätsklinikum Bonn ein individuell gefertigtes TMJR erhalten hatte. Auf Basis von DICOM-Daten wurden 3D FE-Modelle erstellt (Mimics und 3matic, Materialise, Belgien) und in MSC.Marc/Mentat 2020 (MSC Software) simuliert. Es wurden zwei FE-Modellvarianten (detailliert und simplifiziert) generiert. Materialparameter und Randbedingungen wurden aus der Literatur übernommen, während klinische Parameter wie die maximale Kieferschliesskraft (366 N) und die Muskelaktivität patientenspezifisch integriert wurden. Insgesamt wurden 4 Simulationsvarianten berechnet. Die Belastungsanalyse erfolgte in 10 Schritten pro Sekunde bis zur maximalen Kraffteinwirkung.

## **Ergebnisse:**

Zwischen beiden Modellvarianten ergaben sich keine relevanten Unterschiede. Die höchste Kontaktspannung im TMJR traten anterior-lateral in der Fossakomponente (197,4 MPa) sowie im Kondylusbereich (60 MPa) auf. Im kontralateralen Gelenk waren die Spannungen deutlich geringer (max. 7,5 MPa am Kondylus, nahe 0 MPa in der Fossa). Die höchste Von-Mises-(Vergleichs-) Spannung im kontralateralen Diskus lag lateral bei 0,73 MPa, mit einer maximalen Verzerrung (strain) von 13 %. Innerhalb des TMJR wurden maximale Vergleichsspannungen von 18,32 MPa (Kondylus) und 13,17 MPa (Fossakomponente) berechnet. Die dentale Belastung zeigte eine weitgehend gleichmäßige Verteilung mit Spitzenwerten von 4 MPa im Bereich der kontralateralen Molaren.

## **Diskussion:**

Die patientenspezifische FE-Analyse zeigt im Vergleich zu bisherigen Studien niedrigere Belastungen im kontralateralen Gelenk. Dies deutet darauf hin, dass bei einem initial gesunden kontralateralen Kiefergelenk ein primär bilateraler TMJR nicht erforderlich ist. Die gleichmäßige dentale Belastungsverteilung unterstreicht die Bedeutung einer stabilen bilateralen Molarenabstützung zur Reduktion von Belastungsspitzen sowohl im TMJR als auch im nativen Gelenk.

## **KV18**

### **Öffnungs- versus Schließrichtung zur therapeutischen Positionierung des Unterkiefers: Prospektive Studie an Probanden zur Ermittlung der räumlichen Kondylenpositionen bei 1 mm interokklusaler Öffnungsweite in beiden Bewegungsrichtungen**

**Achiya M.<sup>1</sup>, Güth J. F.<sup>2</sup>, Brandt S.<sup>1</sup>, Zahn T.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Goethe Universität Frankfurt, Zahnärztliche Prothetik, Frankfurt a.M., Deutschland; <sup>2</sup> Ludwig-Maximilians-Universität München, Zahnärztliche Prothetik, München, Deutschland**

**Fragestellung:** Zur Frage, wie sich die Bewegungsrichtung des Unterkiefers auf die Position der Kondylen bei bestimmten interokklusalen Öffnungsweiten auswirkt, liegt

bislang nur unzureichend gesichertes Wissen aus systematischen Untersuchungen vor. Dabei wäre solches Wissen immer dann, wenn therapeutische Positionen des Unterkiefers für Behandlungen mit Schienen oder feststehendem Zahnersatz festgelegt werden sollen, von größter Bedeutung. Dies gilt insbesondere für digitale Funktionsanalysen, wobei im Bereich der kranio-mandibulären Dysfunktionen die klassische Zentrikschiene als Therapiemittel ein breites Indikationsspektrum aufweist. Vor diesem Hintergrund wurde eine prospektive Studie an Probanden konzipiert, in deren Rahmen die räumlichen Koordinaten der Kondylen entlang ihrer Öffnungs- und Schließbewegungen untersucht werden sollten, um daraus gegebenenfalls Referenzwerte für eine digitale Bestimmung dieser Positionen abzuleiten.

**Methoden:** Viele der traditionellen und sehr unterschiedlichen Ansätze zur Ermittlung von therapeutischen Kondylenpositionen sind zeitaufwendig, technisch anspruchsvoll und interindividuell nur eingeschränkt reproduzierbar. Heute rücken allerdings zunehmend die Möglichkeiten der elektronischen Positionsbestimmung in den Fokus. Für den Zweck der hier besprochenen Studie fiel die Wahl auf ein magnetfeldbasiertes Bewegungsanalysesystem (Dental Motion Decoder; Ignident). Mit ihm wurden nach der Digitalisierung der Kieferbögen per Intraoralscanner prospektiv die Öffnungs- und Schließbewegungen des Unterkiefers bei 79 Probanden ohne Gelenksymptomatik aufgezeichnet. Jeder StudienteilnehmerIn führte hierzu drei Bewegungszyklen über die gesamte Öffnungs- und Schließbahn des Unterkiefers durch. Beide Bahnen wurden in Echtzeit registriert und danach die räumlichen (sagittalen, vertikalen, transversalen) Koordinaten der Kondylen an einem bestimmten Punkt - jeweils bei 1 mm interokklusaler Öffnungsweite- ermittelt. Anhand von gepaarten t-Tests wurden die Daten für beide Bahnen an diesem Punkt miteinander verglichen ( $\alpha = 0,05$ ).

**Ergebnisse:** Die vertikale Positionierung der Kondylen unterschied sich signifikant ( $P < 0,001$ ) zwischen den Schließ- ( $0,63 \pm 0,46$  mm) und Öffnungsbahnen ( $0,35 \pm 0,28$  mm). Somit lagen die Kondylen bei aufrechter Kopfhaltung in Schließrichtung signifikant weiter kaudal. Sagittal zeigte sich kein signifikanter Unterschied ( $P = 0,683$ ).

**Schlussfolgerungen:** Befunde aus der Literatur, die unterschiedliche Kondylenbahnen, wie auch intraartikuläre Belastungen, je nach Richtung der Unterkieferbewegung nahegelegt hatten, bestätigen sich in dieser Studie. Bei Erwachsenen ohne craniomandibuläre Dysfunktionen zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den Öffnungs- und Schließbahnen. Die bei 1 mm interokklusaler Öffnungsweite, die eine gängige Mindeststärke für therapeutische Schienen darstellt, in Schließrichtung deutlich weiter kaudalen Koordinaten legen eine bessere Dekompression der Kiefergelenke nahe. Die Schließrichtung dürfte zur Ermittlung von therapeutischen Positionen somit besser geeignet sein. Die erhobenen Daten bieten sich als Referenzwerte für Ausgangspositionen des Unterkiefers an, deren Einhaltung eine Entlastung der Gelenke bei physiologischer Belastung aller beteiligten Gewebestrukturen ermöglichen könnte.

## **KV19**

### **Zahnärztliche Schlafmedizin: Eine Spezialsprechstunde – Universitär und interdisziplinär**

**Albrecht C.<sup>1</sup>, Zahn T.<sup>1</sup>, Brandt S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Carolinum Zahnärztliches Universitäts-Institut gGmbH der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Zahnärztliche Prothetik, Frankfurt a.M., Deutschland**

Die obstruktive Schlafapnoe (OSA) ist eine häufige und klinisch relevante schlafbezogene Atmungsstörung, die mit kardiovaskulären, metabolischen sowie neurokognitiven Folgerisiken einhergeht. Neben der kontinuierlichen positiven Atemwegsdrucktherapie (CPAP) stellt die Unterkieferprotrusionsschiene (UPS) eine evidenzbasierte Behandlungsoption dar, insbesondere bei leichter bis mittelgradiger OSA sowie bei CPAP-Intoleranz. Entsprechend der aktuellen S3-Leitlinie "Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörungen" wird dieses Therapiemittel bei geeigneter Indikationsstellung ausdrücklich empfohlen.

Im Beitrag soll anhand von Fallbeispielen die in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des ZZMK (Carolinum) der Goethe-Universität Frankfurt das Behandlungsangebot sowie die Vorgehensweise der Spezialsprechstunde für zahnärztliche Schlafmedizin gezeigt werden. Die strukturierte, leitlinienorientierte und interdisziplinär abgestimmte Versorgung von Patientinnen und Patienten mit OSA wird mithilfe dieser Einheit sichergestellt. Die Sprechstunde erfolgt in enger Kooperation mit den überweisenden Fachärzten für Schlafmedizin und dient als zahnärztliche Schnittstelle innerhalb eines integrativen Behandlungskonzeptes.

Die klinische Diagnostik umfasst neben der ausführlichen Anamnese und zahnärztlich-funktionellen Untersuchung standardisierte, validierte Fragebögen zur Risikoeinschätzung und Symptombewertung. Hierzu zählen insbesondere der STOP-Bang-Fragebogen zur Identifikation von OSA-Risikopatienten, die Epworth Sleepiness Scale (ESS) zur Erfassung von Tagesmüdigkeit sowie der Insomnia Severity Index (ISI) zur Beurteilung von Einschlaf- und Durchschlafstörungen. Diese Instrumente ermöglichen eine strukturierte Ausgangsbasis für die weitere Diagnostik und Therapieplanung.

Der therapeutische Effekt der Unterkieferprotrusionsschiene beruht auf einer kontrollierten anterioren Positionierung des Unterkiefers mit konsekutiver Erweiterung und funktioneller Stabilisierung der oberen Atemwege. Durch die Vorverlagerung wird eine Spannungserhöhung der suprahyoidalen Strukturen erreicht, was zu einer Volumenzunahme des Atemwegs insbesondere auf Höhe des Velums, des Zungengrundes und der Epiglottis führt. Eine differenzierte zahnärztliche Funktionsdiagnostik unter Berücksichtigung okklusaler, parodontaler und kranio-mandibulärer Aspekte ist dabei essenziell.

Die UPS wird patientenindividuell auf Basis von Präzisionsabformungen oder digitaler Datensätze gefertigt. Sie ist bimaxillär verankert und ermöglicht eine reproduzierbare Einstellung der Unterkieferprotrusion in definierten

Millimeterschritten. Neben suffizienter Retention und hoher Passgenauigkeit ist die Möglichkeit einer schrittweisen Titrierung für den Therapieerfolg entscheidend.

Die individuell optimale therapeutische Position wird im Verlauf durch kontrollierte Titrierung unter Berücksichtigung klinischer Parameter sowie der subjektiven Symptomatik ermittelt.

Nach Abschluss der Titrierungsphase erfolgt eine schlafmedizinische Reevaluation. Die Wirksamkeit der Therapie wird mittels Polygraphie oder Polysomnographie überprüft und in regelmäßigen Intervallen kontrolliert. Zusätzlich umfasst die Spezialsprechstunde die strukturierte Langzeitbetreuung mit Evaluation möglicher dentoalveolärer Veränderungen, funktioneller Adaptationen sowie der langfristigen Therapietreue.

Durch die Integration der zahnärztlichen Schlafmedizin in das universitäre Versorgungskonzept wird eine qualitätsgesicherte, evidenzbasierte und leitlinienkonforme Behandlung der OSA ermöglicht. Die Spezialsprechstunde versteht sich als interdisziplinäre Plattform zur Weiterentwicklung der zahnärztlichen Expertise in der Therapie schlafbezogener Atmungsstörungen.

## **KV20**

### **Therapeutischer Effekt volldigital hergestellter Schienen unter Verwendung individueller, mittels des DMD-Systems® elektronisch ermittelter Parameter und digitaler Bestimmung der therapeutischen Position vs. konventioneller Zentrikschienen – Eine klinische prospektive randomisierte Doppelblindstudie**

**Zahn T.<sup>1</sup>, Güth J. F.<sup>2</sup>, Brandt S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Carolinum Zahnärztliches Universitäts-Institut gGmbH der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Zahnärztliche Prothetik, Frankfurt a.M., Deutschland; <sup>2</sup> LMU Klinikum München, Zahnärztliche Prothetik, München, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Die Versorgung mit Zentrikschienen stellt einen wesentlichen Eckpfeiler der Therapie craniomandibulärer Dysfunktionen dar. Dabei existieren zahlreiche klinische Verfahrensweisen, die zur Festlegung einer geeigneten therapeutischen Kondylenposition herangezogen werden können. Gemeinsam ist diesen Techniken häufig ein großer zeitlicher Aufwand, eine hohe Techniksensitivität sowie eine schwer realisierbare interindividuelle Reproduzierbarkeit. Alternativen und möglicherweise Vereinfachungen hierzu bieten moderne elektronische Registriersysteme zur Bestimmung der Unterkieferposition. In einer vorab durchgeführten klinischen Untersuchung konnten mittels des DMD-Systems® (Dental Motion Decoder; Ignident), eines magnetfeldbasierten Bewegungsanalysesystems, Orientierungswerte für die elektronische Bestimmung einer initialen therapeutischen Kondylenposition ermittelt werden. Anschließend sollten in einem zweiten Schritt bei Patienten mit Diskusverlagerung mit Reposition der therapeutische Effekt von auf Basis dieser Orientierungswerte konstruierten volldigitalen Stabilisierungsschienen

mit klassischen, konventionell erstellten Zentrikschienen verglichen werden, sowohl im Hinblick auf messbare Veränderungen im MRT, als auch hinsichtlich der patientenspezifischen Beschwerdereduktion.

## **Methode**

In die prospektive, klinische doppelblindete randomisierte Studie wurden 56 Patienten mit einer Diskusverlagerung mit Reposition eingeschlossen. 28 Patienten erhielten eine volldigital hergestellte Zentrikschiene, während die Kontrollgruppe mit einer konventionell hergestellten Schiene versorgt wurde. Zunächst wurden bei allen Patienten elektronische Aufzeichnungen der Gelenkbewegungen mit dem DMD-System® zur Bestimmung einer geeigneten therapeutischen Position erstellt. Diese Position wurde im volldigitalen Workflow anhand der zuvor gewonnenen Orientierungswerte individuell bestimmt und in ein MRT-Registrierungsprotokoll übertragen. In einem weiteren Schritt erfolgte die analoge Festlegung der zentrischen Kondylenposition, anhand der ein zweites, auf konventionellem Wege erstelltes Zentrikschienenprotokoll gefertigt wurde. Unter Verwendung dieser beiden Registrierungsprotokolle schloss sich eine MRT-Untersuchung der Kiefergelenke an, wobei die Auswirkungen auf die Gelenkposition und den Diskus analysiert und verglichen wurden. Auf Basis einer randomisierten Zuteilung wurde anschließend bei 28 Patienten unter Verwendung des Zentrikschienenprotokolls eine klassische Zentrikschiene angefertigt, während die gleich große Testgruppe anhand der mittels des DMD-Systems® ermittelten Werte eine volldigital hergestellte Schiene erhielt. Bei Nachkontrollen nach 3, 6 und 12 Wochen wurden anschließend die Beschwerdereduktion, der therapeutische Effekt sowie die Verbesserung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität ermittelt.

## **Ergebnisse**

Die Veränderung der Gelenkspaltbreiten im MRT war für beide Gruppen annähernd gleich und lag im Mittel bei 0,4 mm sowohl in kranialer als auch in dorsaler Richtung. Die Evaluation ergab eine signifikante Beschwerdereduktion für die Patienten der Testgruppe nach 6 und 12 Wochen im Vergleich zur Kontrollgruppe ( $p < 0,046$ ). Weiterhin bewerteten die Patienten der Testgruppe den therapeutischen Effekt der Schiene nach 6 und 12 Wochen ebenfalls signifikant besser als die Patienten der Kontrollgruppe ( $p < 0,0011$ ).

## **Schlussfolgerung**

Während sich im Hinblick auf metrische Veränderungen im MRT keine signifikanten Unterschiede zwischen den konventionellen und den mittels elektronischer Messungen ermittelten Positionen feststellen ließen, bewerteten die Patienten die volldigital hergestellte Schiene signifikant besser im Hinblick auf Beschwerdereduktion sowie den therapeutischen Effekt. Dies deutet darauf hin, dass mittels elektronischer Verfahren erstellte Zentrikschienen eine geeignete Alternative zu klassisch hergestellten Zentrikschienen darstellen können bei möglicherweise verbesserter klinischer Effektivität und geringerer klinischer Varianz.

## **KV21**

### **Behandlung von Patienten mit mittelgradiger obstruktiver Schlafapnoe – Die kieferorthopädische Perspektive in einem interdisziplinären Therapiekonzept**

**Scholz S.<sup>1</sup>, Schiefer J.<sup>2</sup>, Renson A.<sup>3</sup>, Wolf M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Klinik für Kieferorthopädie, Aachen, Deutschland; <sup>2</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Klinik für Neurologie, Aachen, Deutschland; <sup>3</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde und Plastische Kopf- und Halschirurgie, Aachen, Deutschland**

Die obstruktive Schlafapnoe ist eine weit verbreitete und vielfach unterdiagnostizierte Erkrankung. Unbehandelt beeinflussen die unmittelbaren und langfristigen Auswirkungen die Lebensqualität der Patienten negativ und sind mit der Entwicklung einer Vielzahl systemischer Komorbiditäten wie u.A. kardiovaskulärer Leiden assoziiert.

Je nach Ausprägung des OSAS kann die Unterkieferprotrusionsschiene als Alternative zu klassischen Therapieverfahren ein hilfreiches Instrument zur Reduktion der OSAS-typischen Symptome sein. In der behandelten Patientenkohorte mit mittelgradiger Schlafapnoe konnte durch die Therapie mit einer Unterkieferprotrusionsschiene der Apnoeindex insgesamt zuverlässig reduziert werden.

Interindividuelle Unterschiede in der Ätiologie sowie der Ausprägung der obstruktiven Schlafapnoe erfordern eine patientenspezifische und interdisziplinäre Zusammenarbeit. Vor diesem Hintergrund sollen die Möglichkeiten und konsekutive Behandlungsschritte in Kooperation mit Schlafmedizinem, Hals-, Nasen-, Ohrenärzten, Neurologen und Kieferorthopäden, wie sie am Uniklinikum Aachen etabliert werden konnten, gezeigt werden. Klinische Herausforderungen ergeben sich bei der Feststellung eines sehr individuellen Therapieoptimums, im Rahmen des Monitorings der Behandlungserfolge sowie in der zielgerichteten Koordination der einzelnen Therapieschritte zwischen verschiedenen Fachdisziplinen.

## **KV22**

### **Visuelle Farbbeurteilung in der Zahnmedizin: Eine multizentrische Studie zu farntonabhängigen Unterschieden in Wahrnehmung und Akzeptanz**

**Janson M.<sup>1</sup>, Schoppmeier C.<sup>2</sup>, Lüchtenborg J.<sup>3</sup>, Kraus D.<sup>4</sup>, Liebermann A.<sup>1</sup>, Hein S.<sup>5</sup>**

**<sup>1</sup> Uniklinik Köln, Zahnärztliche Prothetik, Köln, Deutschland; <sup>2</sup> Uniklinik Köln, Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Köln, Deutschland; <sup>3</sup> Universitätsklinikum Freiburg, Zahnärztliche Prothetik, Freiburg i.Br., Deutschland; <sup>4</sup> Universitätsklinikum Bonn, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffwissenschaften, Bonn, Deutschland; <sup>5</sup> University of Leeds, School of Design, Leeds, Vereinigtes Königreich**

## Zielsetzung

Ziel dieser multizentrischen Studie war es zu prüfen, ob es geschlechterspezifische Unterschiede in der visuellen Wahrnehmung und Akzeptanz dentaler Farbabweichungen gibt und ob diese Unterschiede farbtonabhängig sind.

## Material und Methoden

154 Zahnmediziner\*innen (85 Männer, 69 Frauen) aus 16 universitären und privaten Einrichtungen bewerteten 26 definierte Farbpaarungen, die aus vier Basisfarbtönen (1M2, 2M2, 3M2, 4M2; alle  $\Delta E^*_{ab} < 5$ ) generiert wurden. Die visuelle Beurteilung erfolgte unter standardisiertem 6500-K-Normlicht mittels Magnitudenschätzung und wurde als "Übereinstimmung" oder "keine Übereinstimmung" klassifiziert. Wahrnehmungs- (PT) und Akzeptanzschwellen (AT) wurden als  $\Delta E_{00}$ -Werte definiert, bei denen eine 50-%-ige Erkennungs- bzw. Akzeptanzwahrscheinlichkeit vorlag. Als instrumentelle Referenz dienten kalibrierte, eLAB-basierte Farbmessungen. Die statistische Auswertung erfolgte mit Chi-Quadrat-Test ( $\alpha = 0,05$ ).

## Ergebnisse

Männer wiesen niedrigere Wahrnehmungsschwellen auf (1,0  $\Delta E^*_{ab}$ ; 95-%-KI: 0,83–1,23) als Frauen (1,4  $\Delta E^*_{ab}$ ; 95-%-KI: 1,22–1,62), was auf eine höhere Sensitivität gegenüber geringen chromatischen Abweichungen hindeutet. Die Akzeptanzschwellen waren zwischen den Geschlechtern identisch (3,2  $\Delta E^*_{ab}$ ). Für die meisten Farbpaarungen bestanden keine geschlechtsspezifischen Unterschiede. Bei einzelnen Farbtönen zeigten sich jedoch signifikante, farbtonabhängige Effekte: Frauen beurteilten die hell-gelblichen Farbtöne 3L1.5 und 3L2.5 kritischer, während Männer gegenüber dem dunkleren Farbton 4M2 toleranter waren (Cramér's V: 0,19–0,59).

## Schlussfolgerungen

Obwohl Männer geringere Farbabweichungen wahrnehmen als Frauen, unterscheiden sich die Geschlechter in der klinischen Akzeptanz dentaler Farbtöne nicht. Geschlechtsspezifische Effekte traten ausschließlich bei einzelnen, farbtonabhängigen Nuancen auf. Damit wird deutlich, dass nicht das Geschlecht, sondern die Farbcharakteristik selbst der entscheidende Faktor für visuelle Übereinstimmung ist, was die Notwendigkeit standardisierter Bewertungsbedingungen und instrumenteller Farbmessung unterstreicht.

## **KV23**

### **Die Frankfurt-Proportion: Das Verhältnis zwischen Frontzahngröße und okklusaler Vertikaldimension**

**Seidel K.<sup>1</sup>, Schäfer S.<sup>1</sup>, El-Sabbagh B.<sup>2</sup>, Engelmann V. J.<sup>1</sup>, Brandt S.<sup>1</sup>, Güth J. F.<sup>3</sup>**

**<sup>1</sup> Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (ZZMK Carolinum) Goethe-Universität Frankfurt am Main, Zahnärztliche Prothetik, Frankfurt a.M., Deutschland; <sup>2</sup> Zahnarzt Recklinghausen Dr. Basel El-Sabbagh, Recklinghausen, Deutschland; <sup>3</sup> LMU Klinikum, Zahnärztliche Prothetik, München, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Ausgeprägter Zahnhartsubstanzenverlust beeinträchtigt sowohl die inzisale Zahnlänge als auch die okklusale vertikale Dimension (OVD). Für die Rekonstruktion stark abradierter Zähne werden evidenzbasierte Referenzwerte benötigt, die frontzahnbezogene morphologische Parameter mit der OVD in Beziehung setzen. Ziel dieser klinischen Studie war es, Korrelationen zwischen Frontzahndimensionen und der OVD bei jungen Erwachsenen zu analysieren, die Validität gebräuchlicher Referenzverhältnisse zu überprüfen und aktualisierte morphometrische Richtwerte für die klinische Anwendung zu entwickeln.

#### **Methoden**

Bei 81 Probanden wurden digitale intraorale Abformungen (Primescan, Dentsply Sirona, Bernsheim, Deutschland) angefertigt und mittels Metrologie-Software (GOM Inspect Pro 2022, Carl Zeiss GOM Metrology GmbH, Braunschweig, Deutschland) ausgewertet. Erfasst wurden die Zahnlänge (GI), die Zahnbreite auf Papillenhöhe (PMD), die Gesamtvertikaldimension (GG), der horizontale Überbiss (HO) sowie der vertikale Überbiss (VO) der oberen (OK) und unteren (UK) zentralen Inzisivi (Abb. 1 und 2). Die Analyse beschränkte sich auf Probanden mit physiologischem vertikalem Überbiss (1,0–4,5 mm; n = 66). Die statistische Auswertung umfasste gepaarte t-Tests zur Prüfung der bilateralen Symmetrie, Pearson-Korrelationen zur Analyse dimensionaler Zusammenhänge sowie Einstichproben-t-Tests zum Vergleich der berechneten Verhältnisse (Länge-Breite, Vertikal-Breite, Vertikal-Länge) mit etablierten Referenzwerten (Shimbashi-Relation). Neue Referenzwerte (Frankfurt-Proportionen) wurden abgeleitet und mit klassischen Indizes verglichen ( $\alpha = 0,05$ ).

#### **Ergebnisse**

Die Mittelwerte ( $\pm$  Standardabweichung) der normokklusiven Gruppe betragen: GG 16,4  $\pm$  1,74 mm, GI-OK 10,3  $\pm$  1,00 mm, PMD-OK 8,42  $\pm$  0,54 mm, GI-UK 8,60  $\pm$  0,82 mm, PMD-UK 5,12  $\pm$  0,37 mm, HO 2,73  $\pm$  1,34 mm und VO 2,75  $\pm$  0,94 mm. Statistisch signifikante Korrelationen zeigten sich zwischen PMD-OK und GG ( $p = 0,049$ ) sowie zwischen GI-OK und GG ( $p < 0,001$ ). Sowohl das Längen-Breiten-Verhältnis (1,23  $\pm$  0,12) als auch das Vertikal-Breiten-Verhältnis (1,95  $\pm$  0,22) lagen signifikant unter den Referenzwerten ( $p < 0,001$ ), während das Vertikal-Längen-Verhältnis (1,59  $\pm$  0,13) keinen signifikanten Unterschied aufwies ( $p = 0,076$ ). Referenzbasierte Vorhersagen überschätzten GI-OK um 0,55  $\pm$  0,10 mm und GG um

1,25 ± 0,26 mm. Trotz statistischer Signifikanz für PMD-OK ( $p = 0,040$ ; Differenz 0,05 mm) wurden keine klinisch relevanten Seitenunterschiede beobachtet.

### Schlussfolgerungen

Breitenbasierte Messungen korrelieren statistisch signifikant mit der OVD, was ihre klinische Anwendbarkeit bestätigt. Die Frankfurt-Proportionen liefern evidenzbasierte Referenzwerte, die signifikant von klassischen Referenzen abweichen. Breitenbasierte Messungen der oberen zentralen Inzisivi können als ergänzende Orientierung zur OVD-Bestimmung bei ausgeprägtem inzisalem Verschleiß dienen, da Breitenparameter auch bei reduzierter Inzisallänge erhalten bleiben. Sie sollten jedoch mit weiteren klinischen Parametern kombiniert werden, unter Berücksichtigung möglicher dentoalveolärer Kompensation und individueller Variation.

### Abbildungen:

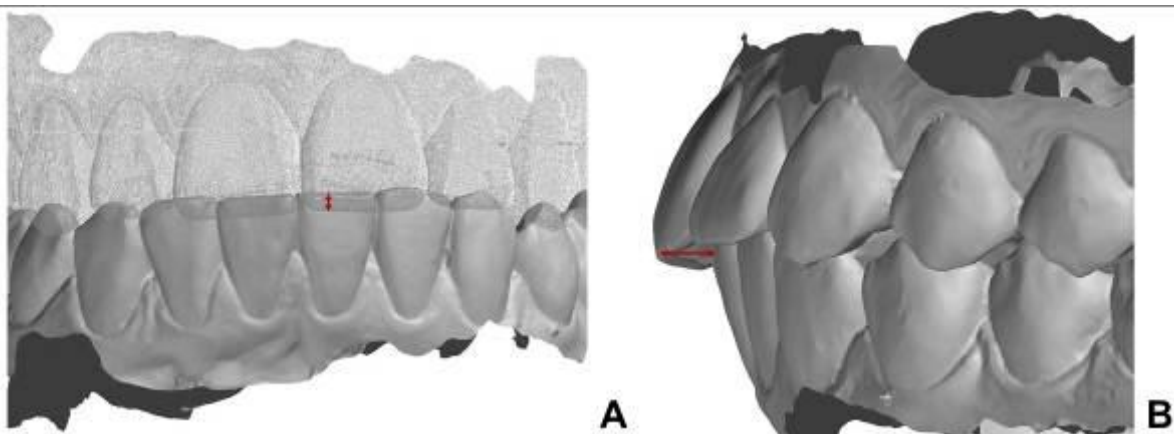
**Abbildung 1:** Messungen der (A) Zahnbreite auf Papillenhöhe (PMD), (B) Zahnlänge (GI), und (C) Gesamtvertikaldimension (GG)

**Abbildung 2:** Messungen des (A) vertikale Überbiss (VO) und (B) horizontale Überbiss (HO)

### Abb. 1



### Abb. 2



## **KV24**

### **3D-Analyse von Korrelationen zwischen Gesichtsmessungen und Dimensionen der oberen Frontzähne anhand integrierter fazialer und intraoraler Datensätze**

**Seidel K.<sup>1</sup>, Hericks P.<sup>1,2</sup>, El-Sabbagh B.<sup>3</sup>, Schlee D.<sup>4</sup>, Gutmann P.<sup>5</sup>, Brandt S.<sup>1</sup>, Güth J. F.<sup>6</sup>**

**<sup>1</sup> Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (ZZMK Carolinum) Goethe-Universität Frankfurt am Main, Zahnärztliche Prothetik, Frankfurt a.M., Deutschland; <sup>2</sup> Praxis Dr. Späth & Dr. Soekamto, Hanau, Deutschland; <sup>3</sup> Zahnarzt Recklinghausen Dr. Basel El-Sabbagh, Recklinghausen, Deutschland; <sup>4</sup> Kassenzahnärztliche Vereinigung Hessen KdÖR, Frankfurt a.M., Deutschland; <sup>5</sup> Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (ZZMK Carolinum) Goethe-Universität Frankfurt am Main, Poliklinik für Zahnärztliche Chirurgie und Implantologie, Frankfurt a.M., Deutschland; <sup>6</sup> LMU Klinikum, Zahnärztliche Prothetik, München, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Bei zahnlosen Patienten hängt das ästhetische und funktionelle Ergebnis der prothetischen Rehabilitation wesentlich von der korrekten Bestimmung der Frontzahndimensionen ab. Mangels standardisierter Referenzwerte wurden Gesichtsproportionen als externe Orientierungshilfen für die Frontzahnauswahl vorgeschlagen. Bisherige Untersuchungen erfolgten jedoch überwiegend anhand von Gipsmodellen und 2D-Fotografien. Ziel dieser Studie war es, Zusammenhänge zwischen Gesichtsmessungen und Dimensionen der oberen Frontzähne anhand integrierter dreidimensionaler (3D) fazialer und intraoraler Datensätze zu untersuchen.

#### **Methoden**

Bei 81 Probanden wurden faziale (Facehunter, Zirkonzahn, Gais, Italy) und intraorale (Primescan, Dentsply Sirona, Bernsheim, Deutschland) 3D-Scans angefertigt und mittels Metrologie-Software (GOM Inspect Pro 2022, Carl Zeiss GOM Metrology GmbH, Braunschweig, Deutschland) ausgewertet. Intraorale Parameter umfassten die Zahnbreiten (MeanW1–3) und Zahnlängen (MeanL1–3) der oberen Frontzähne sowie die Eckzahnspitzen-Distanz (TTD). Extraorale Parameter waren die Interpupillardistanz (IPD), die Interkanthaldistanz (ICD) und die Interlaldistanz (IAD). Die Intra-Untersucher-Reliabilität wurde überprüft, Pearson-Korrelationsanalysen durchgeführt und Proportionsverhältnisse berechnet.

#### **Ergebnisse**

Die Mittelwerte betragen: MeanW1  $8,76 \pm 0,54$  mm, MeanL1  $10,3 \pm 1,01$  mm, TTD  $34,4 \pm 2,21$  mm, IAD  $33,5 \pm 2,89$  mm, IPD  $61,1 \pm 3,29$  mm und ICD  $37,0 \pm 3,39$  mm. Die IAD zeigte signifikante Korrelationen mit MeanW1 ( $p = 0,022$ ) und TTD ( $p = 0,004$ ), während die IPD nur mit TTD korrelierte ( $p = 0,006$ ). Die ICD wies keine signifikanten Korrelationen auf. Das TTD/IAD-Verhältnis ( $1,03 \pm 0,09$ ) blieb über alle Probanden konstant. Ein Viertel der TTD entsprach annähernd der Breite eines zentralen Inzisivus (MeanW1/TTD =  $0,255 \pm 0,014$ ).

## Schlussfolgerungen

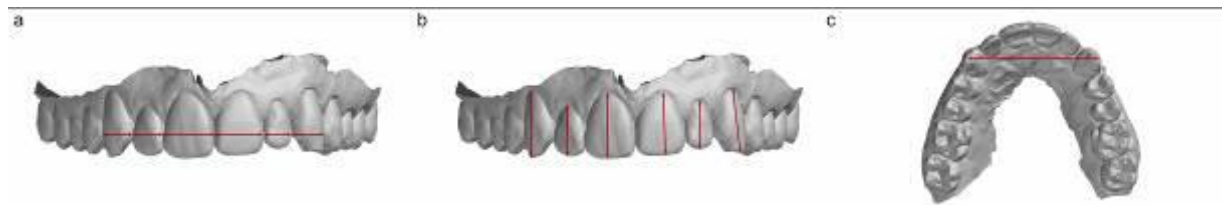
Die IAD zeigte die konsistenteste Assoziation mit den Frontzahndimensionen. Das Verhältnis zwischen TTD und IAD betrug 1,03. Das ermittelte TTD/IAD-Verhältnis lag somit bei annähernd 1:1, und ein Viertel der TTD entsprach der Breite eines zentralen Inzisivus. Diese gemessenen Proportionen liefern quantifizierbare faziale und dentale Zusammenhänge, die eine orientierende Schätzung der Frontzahndimensionen ermöglichen.

### Abbildungen:

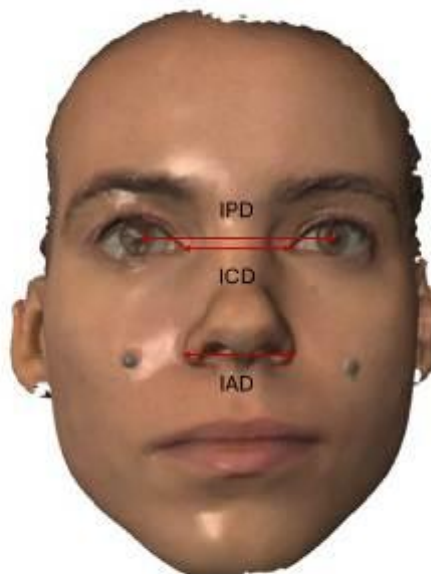
**Abbildung 1:** Messungen der (a) Zahnbreiten und (b) Zahnlängen der oberen Frontzähne. Breiten- und Längenmessungen werden für die zentralen Schneidezähne (MeanW1, MeanL1), lateralen Schneidezähne (MeanW2, MeanL2), Eckzähne (MeanW3, MeanL3), sowie für die (c) Eckzahnspitzen-Distanz (TTD) zwischen den Spitzen der Oberkiefer-Eckzähne.

**Abbildung 2:** Messungen der Interpupillardistanz (IPD), Interkanthaldistanz (ICD) und Interalaraldistanz (IAD)

**Abb. 1**



**Abb. 2**



## **KV25**

### **Landmarkengestützte Bestimmung der Gesichtsasymmetrie – Vergleich eines manuellen und eines automatischen Verfahrens**

**Runte C.<sup>1,2</sup>, Pöter J. P.<sup>3</sup>, Dirksen D.<sup>1,2</sup>**

**<sup>1</sup> Poliklinik für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien, Münster, Deutschland; <sup>2</sup> Universitätsklinikum Münster, Poliklinik für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien, Münster, Deutschland; <sup>3</sup> Zahnarztpraxis, Kassel, Deutschland**

Fragestellung: Folgende Fragen sollten untersucht werden: Ist eine computerbasierte automatisierte Erkennung von fazialen Landmarken der manuellen Annotation hinsichtlich überlegen? Ist eine landmarkenbasierte Berechnung Quantifizierung der Asymmetrie einer flächenbasierten überlegen? Wie hängen die wahrgenommene Symmetrie und Attraktivität mit der gemessenen Asymmetrie zusammen?

Methoden: Auf der Basis fazialer Landmarken wurde ein Asymmetrieindex (AI) entwickelt. Die Landmarken wurden dabei auf den Gesichtsscans sowohl manuell als auch durch ein automatisiertes Verfahren auf Basis eines neuronalen Netzes (dlib) gesetzt und miteinander und mit einem oberflächenbasierten AI sowie subjektiver Symmetrie- und Attraktivitätswahrnehmung verglichen.

Ergebnisse: Die Untersuchungen zeigten Abweichungen zwischen der manuellen und automatisierten Landmarkendetektion, vor allem in vertikaler und sagittaler Richtung bei Landmarken mit hohen Tiefenunterschieden. Die berechnete Asymmetrie fiel bei den manuell gesetzten Landmarken geringer aus, als bei den automatisch ermittelten, und wies eine geringere Streuung auf. Die Asymmetrieindizes beider Verfahren korrelierten statistisch signifikant miteinander ( $p < 0,001$ ). Bei manueller Landmarkendetektion ist die Streuung des Asymmetrieindex größer als bei dem flächenbasierten Asymmetrieindex. Zwischen den beiden Indizes besteht keine signifikante Korrelation ( $p = 0,33$ ). Die Asymmetriewerte aller drei Verfahren (flächenbasiert, manuelle und automatische Landmarken) korrelieren negativ mit der subjektiven Symmetriebewertung. Die Korrelation mit der subjektiv wahrgenommenen Attraktivität war schwächer und nur bei Verfahren der automatisierten Landmarkendetektion signifikant.

Schlussfolgerungen: Unsere Studie zeigt, dass die manuelle Landmarkendetektion der nach unserem Verfahren automatisierten weiterhin überlegen ist. Automatisierte Verfahren bieten jedoch eine erhebliche Zeitersparnis und können durch weitere Entwicklung neuronaler Netze den Ergebnissen menschlicher Bewerter angenähert werden. Landmarkenbasierte Asymmetrieindizes bieten keine höhere Reproduzierbarkeit oder stärkere Korrelation mit subjektiver Attraktivitäts- und Symmetriebewertung als ein oberflächenbasierter AI. Symmetrie allein ist kein zuverlässiger Prädiktor der Attraktivität. Zukünftige Studien sollten weitere Einflussfaktoren neben der Symmetrie hinzuziehen, um eine verlässlichere Vorhersage zu der wahrgenommenen Attraktivität erzielen zu können.

Bestimmt für den Bereich "Kiefer-Gesichts-Prothetik"

## **KV26**

### **Oberflächenveränderungen moderner Prothesenbasismaterialien unter dem Einfluss unterschiedlicher Reinigungsprotokolle**

**Brinkmann L.<sup>1</sup>, Fuchs F.<sup>1</sup>, Rosentritt M.<sup>2</sup>, Schierz O.<sup>3</sup>, König A.<sup>1</sup>, Reißmann D. R.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Leipzig, Prothetik und Werkstoffkunde, Leipzig, Deutschland; <sup>2</sup> Universitätsklinikum, Zahnärztliche Prothetik, Regensburg, Deutschland; <sup>3</sup> Universitätsklinikum, Prothetik und Werkstoffkunde, Rostock, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Die subtraktiven und additiven CAD/CAM-gestützten Fertigungsverfahren von abnehmbaren Prothesen stellen eine moderne Alternative zum konventionellen Injektionsverfahren dar. Bisher gab es nur unzureichende Daten darüber, wie sich verschiedene Reinigungsprotokolle auf die Oberfläche verschiedener Kunststoffe auswirken. Ziel dieser Studie war es, die Oberflächenveränderung unterschiedlicher Prothesenkunststoffgruppen in Bezug auf etablierte Reinigungsprotokolle zu vergleichen und materialspezifische Reinigungsempfehlungen zu erarbeiten.

#### **Material und Methode**

Es wurden 60 polierte Probekörper ( $\varnothing$ : 12 mm, h: 2,5 mm) aus den Materialien V-Print (Voco, Dimethacrylat-basiert/additiv), VIONIC Base (Vita, Polymethylmethacrylat/subtraktiv), IvoBase (Ivoclar Vivadent, Polymethylmethacrylat/Injektionsverfahren), Bre.flex (Bredent, Polyamid/Injektionsverfahren) und Dental Discs (Juvora, Polyetheretherketon/subtraktiv) hergestellt. Für die mechanische Charakterisierung wurden die Vickers- und Martenshärte, der Eindringmodul, der elastische sowie plastische Teil der Eindringarbeit und das Kriechverhalten bestimmt. Auf den Probekörpern wurde mittels Zahnbürstsimulation und verschiedener Reinigungsprotokolle (Wasser, Spülmittel, Zahnpasta) eine Tragedauer von drei, sechs und zwölf Monaten nachgeahmt. Die Oberflächen wurden via konfokaler Laser-scanning Mikroskopie (50x) hinsichtlich größerskaliger (S-F Oberfläche, "Welligkeit") und kleinere skaliger (S-L Oberfläche, "Rauheit") Oberflächenelemente mit den Parametern: mittlere arithmetische Höhe ( $S_a$ ), Länge der Autokorrelationsfunktion ( $S_{al}$ ) und entwickeltem Grenzflächenverhältnis ( $S_{dr}$ ) quantifiziert.

#### **Ergebnis**

PMMA, PA und PEEK zeigten nach simulierter Reinigung signifikante Änderungen der Oberflächen, wobei die durch Zahnpasta als abrasives Medium am stärksten ausgeprägt waren. Für PMMA konnten insbesondere hohe Werte für  $S_a$  (0,4  $\mu\text{m}$ ) und  $S_{al}$  (30  $\mu\text{m}$ ) auf die Änderung der S-F Oberfläche ("Welligkeit") zurückgeführt werden, während die S-L Oberfläche ("Rauheit") keine starke Änderung erfuhr. PA sowie PEEK wiesen einen konträren Trend auf, wonach höhere Werte für  $S_a$  (0,10–0,15  $\mu\text{m}$ ) mit einem  $S_{al}$  von 1-2  $\mu\text{m}$  anhand der S-L Oberfläche ("Rauheit") bereits

nach 1800 Zyklen (entspricht drei Monaten) zu verzeichnen waren. Damit ging ein Anstieg der daraus resultierenden effektiven Oberfläche anhand des Sdr-Parameters (PA: +0,5% zu +6%; PEEK: +0,2% zu +4%) einher. Das im Rahmen der Martenshärte beobachtete Last-Verformungsverhalten zeigte in Kombination mit Mikroskopieaufnahmen, dass die Texturveränderungen bei PEEK durch Erosion (Sprödigkeit) und bei PA durch plastische Verformbarkeit hervorgerufen wurden. Das gedruckte DMA-basierte Polymer zeigte auch nach maximaler Beanspruchung geringfügige bis keine Änderungen, was auf eine höhere Härte und damit höhere Resistenz gegenüber abrasiver Beanspruchung hinweist.

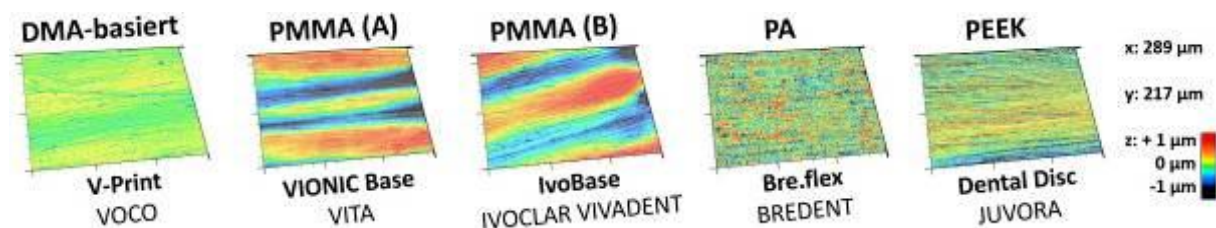
#### Schlussfolgerung

Für PMMA, PA und PEEK wird eine abrasive Reinigung (Zahnpasta) nicht empfohlen. Das Risiko einer erhöhten Biofilmbildung und -akkumulation wird bei PA und PEEK durch die Ausprägung feiner Oberflächenänderungen als am höchsten bewertet. DMA-basierte Kunststoffe bedürfen keiner eingeschränkten Reinigungsempfehlung. Eine ausführliche Analyse hinsichtlich S-L ("Rauheit") und S-F ("Welligkeit") Oberfläche ist ausschlaggebend für eine aussagekräftige Evaluation von Oberflächenänderungen.

Publiziert in J Funct Biomater 2025, 16(10) doi: 10.3390/jfb16100359.

*Bildunterschrift:* Darstellung 3D-Oberflächen der analysierten Materialien via konfokaler Laser-scanning Mikroskopie nach simulierten 12 Monaten Beanspruchung mit dem abrasivsten Medium Zahnpasta.

**Abb. 1**



#### KV27

#### CAD/CAM-Multilayerwerkstoffe: Transluzenz und Opaleszenz

Fuchs F.<sup>1</sup>, Krause M.<sup>1</sup>, Günther E.<sup>1</sup>, König A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität Leipzig / Medizinische Fakultät, Prothetik und Werkstoffkunde, Leipzig, Deutschland

#### Ziel

Die zunehmende Verbreitung von CAD/CAM-Multilayertechnologien ermöglicht die Herstellung ästhetisch ansprechender Restaurationen. Im Rahmen der Studie wurden die optischen Eigenschaften Transluzenz und Opaleszenz aktueller zahnfarbener CAD/CAM-Werkstoffe in Abhängigkeit von ihrer Zusammensetzung und Mikrostruktur untersucht.

## **Materialien und Methoden**

Aus dem Bereich der Keramiken und Komposite wurden sechs verschiedene CAD/CAM-Multilayerprodukte (VOCO Grandio Disc, SHOFU Block HC, VITA ENAMIC, VITABLOCS TriLuxe forte, IPS Empress CAD und IPS e.max ZirCAD) in Form von polierten Scheibchen mit unterschiedlichen Dicken (0,50 mm; 1,00 mm; 1,50 mm) analysiert. Mittels eines Benchtop-Photospektrometers wurden Reflexionsmessungen vor schwarzen und weißen Hintergründen durchgeführt, um die Transluzenz ( $TP_{00}$ ,  $TP_{ab}$ ), Opaleszenz ( $OP_{BW}$ ) und das Kontrastverhältnis (CR) als Funktion des Farbverlaufs zu bestimmen. Zur Aufklärung der materialspezifischen Wirkungsweisen wurden ergänzend Mikrostrukturanalysen mittels Röntgendiffraktometrie und Rasterelektronenmikroskopie durchgeführt.

## **Ergebnis**

Die Ergebnisse zeigten deutliche Unterschiede in den Verläufen von  $TP_{00}/TP_{ab}$ ,  $OP_{BW}$  und CR zwischen den untersuchten Materialien. Während die Dicke der Proben einen geringen Einfluss auf die Gradienten der optischen Eigenschaften hatte, zeigten dickere Proben tendenziell eine geringere Transluzenz und eine höhere Opaleszenz. Wie durch bisherige Literatur festgestellt, verlief das Kontrastverhältnis CR entgegengesetzt zu  $TP_{00}/TP_{ab}$ .

VITA ENAMIC wies den ausgeprägtesten Transluzenzverlauf mit sinkendem  $TP_{00}/TP_{ab}$  von inzisal nach zervikal auf. IPS Empress CAD, VITABLOCS TriLuxe forte und SHOFU Block HC zeigten ähnliche Verläufe mit leicht geringen Werten für  $TP_{00}/TP_{ab}$  und  $OP_{BW}$ . Im Gegensatz dazu wies IPS e.max ZirCAD geringere ausgeprägte  $TP_{00}/TP_{ab}$  sowie  $OP_{BW}$  Gradienten auf. VOCO Grandio Disc unterschied sich deutlicher durch einen fehlenden Transluzenzverlauf, zeigte aber generell höhere Werte für  $OP_{BW}$  und  $TP_{00}/TP_{ab}$  im Vergleich zu den restlichen Werkstoffen – trotz gleicher Materialgrundlage, wie SHOFU Block HC.

## **Schlussfolgerung**

Zusammenfassend lässt sich feststellen: Nicht alle aktuellen CAD/CAM-Multilayerwerkstoffe besitzen Transluzenz- und Opaleszenzverläufe entlang des Farbgradienten. Die Auswahl der Materialien hinsichtlich der ästhetischen Eigenschaften sollte zudem nicht nur material-, sondern auch produktspezifisch erfolgen. Für eine optimale Eingliederung von Zahnersatz ist die Berücksichtigung spezifischer Transluzenz- und Opaleszenzverläufe unerlässlich.

## KV28

### Farbgebung und Farbstabilität von 3D-gedrucktem Zirkoniumdioxid

Li W.<sup>1</sup>, Zenthöfer A.<sup>1</sup>, Hetzler S.<sup>1</sup>, Richter K.<sup>1</sup>, Rues S.<sup>1</sup>, Corcodel N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität Heidelberg, Zahnärztliche Prothetik, Heidelberg, Deutschland

#### Hintergrund

3D-gedrucktes monolithisches Zirkoniumdioxid gewinnt in der restaurativen Zahnheilkunde zunehmend an Bedeutung, da es die bewährten hervorragenden mechanischen Eigenschaften des Zirkondioxids mit der höheren Materialeffizienz und der geometrischen Designfreiheit additiver CAD/CAM-Technologien kombiniert. Während Farbstrategien und Farbstabilität für gefrästes Zirkoniumdioxid bereits untersucht wurden, existieren bislang kaum Daten zur Farbgestaltung und Farbstabilität von 3D-gedrucktem Zirkoniumdioxid. Ziel dieser Studie ist es, eine standardisierte und reproduzierbare Färbemethode für 3D-gedrucktes 3Y- und 5Y-TZP zu entwickeln und die Farbveränderung nach simulierten okklusalen Anpassungen systematisch zu untersuchen.

#### Methode

Insgesamt wurden 36 Proben (15 × 15 × 1,5 mm) aus 3Y- und 5Y-TZP in den Farbtönen A0 und A1 mittels DLP-Verfahren mit den Druckern Zipro und Zipro-D (AON, Südkorea) hergestellt, entbindet und vor dem Sintern mit einer wasserbasierten Färbelösung (Zirkonzahn, Italien) in der Farbe A3,5 infiltriert. Eine standardisierte Färbemethode wurde durch Variation der Auftragszyklen und der applizierten Farbmenge entwickelt. Die Farbmessungen erfolgten mit einem Spektroradiometer (Photoresearch, SpectraScan PR-670) und wurden im Farbkoordinatensystem **CIE L\*a\*b\*** der *Commission Internationale de l'Éclairage (CIE)* dargestellt. Zur Simulation klinischer okklusaler Anpassungen wurden die Proben in einem standardisiertem Setup mit einer Schleifmaschine (Struers, Tegramin-25) schrittweise (20–500 µm) abgetragen und nach jedem Abtrag farbmetrisch ( $\Delta E_{00}$ ) analysiert. Die statistische Auswertung erfolgte mittels dreifaktorieller Varianzanalyse (Three-way ANOVA), linearer Regressionsanalysen sowie Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich der Materialien auf den einzelnen Schleifstufen.

#### Ergebnisse

Der mechanische Materialabtrag hatte einen signifikanten Einfluss auf die Farbveränderung der untersuchten Keramiken ( $p < 0,001$ ).  $\Delta E_{00}$  nahm mit zunehmender Schleiftiefe bei allen Materialien kontinuierlich zu. 5Y-A0 zeigte die größten Farbänderungen, gefolgt von 3Y-A0, während 3Y-A1 die höchste Farbstabilität aufwies. Der klinische Akzeptanzgrenzwert von  $\Delta E_{00} = 1,8$  wurde bei 5Y-A0 bereits bei 20 µm, bei 3Y-A0 bei 38 µm und bei 3Y-A1 bei 80 µm Materialabtrag erreicht. Die etablierte Färbemethode für gefrästes Zirkon führte bei 3D-gedrucktem Zirkon zu unzureichenden Farbergebnissen. Nach Entwicklung der Färbemethode konnten die Zielfarben erreicht werden und eine standardisierte Färbestrategie etabliert werden. Dabei erreichte 3Y-A0 eine homogene A3,5-

Färbung bei einer Farbaufnahme von 60 mg, während 3Y-A1 reproduzierbare Ergebnisse mit 25 mg Farbaufnahme zeigte.

### **Schlussfolgerung**

Die Farbgebung und die Farbstabilität nach mechanischem Materialabtrag unterschied sich deutlich zwischen den untersuchten 3D-gedruckten Zirkoniumdioxidmaterialien. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass additiv hergestelltes Zirkoniumdioxid im Vergleich zum etablierten subtraktiv gefrästen Material unterschiedliche Eigenschaften hinsichtlich der Farbinfiltration aufweist. Weitere Untersuchungen sind daher erforderlich, um die Farbinfiltration zu verbessern und eine langfristige Farbstabilität von 3D-gedruckten Zirkoniumdioxidrestorationen sicherzustellen.

### **KV29**

#### **Wünsche und Erwartungen von Patienten vor prothetischer Versorgung – Ein Vergleich der Patientenwünsche mit der zahnärztlichen Einschätzung der Umsetzbarkeit**

van Bebbler M.<sup>1</sup>, Wolowski A.<sup>1</sup>, Scheutzel P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Münster, Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien, Münster, Deutschland

**Fragestellung:** Die moderne Zahnmedizin verlangt eine zunehmende Einbindung der Patienten im Sinne einer partizipativen Entscheidungsfindung. Dadurch werden die Perspektive und die Zufriedenheit der Patienten zu zentralen Kriterien bei der Bewertung des Erfolgs prothetischer Therapien. Für das Erreichen einer hohen Patientenzufriedenheit ist es entscheidend zu wissen, welche Erwartungen Patienten an ihren zukünftigen Zahnersatz stellen. In dieser Studie wurden die Patientenerwartungen einer zahnärztlichen Einschätzung der jeweiligen Umsetzbarkeit gegenübergestellt.

**Methoden:** Im Zeitraum von Februar 2019 bis Juni 2022 wurden 163 Patient\*innen zu ihren Wünschen und Erwartungen hinsichtlich eines geplanten Zahnersatzes befragt. Erhoben wurden neun verschiedene Parameter, unter anderem Funktion, Ästhetik und Pflegbarkeit. Diese wurden unmittelbar mit einer zahnärztlichen Bewertung der jeweiligen realistischen Umsetzbarkeit verglichen.

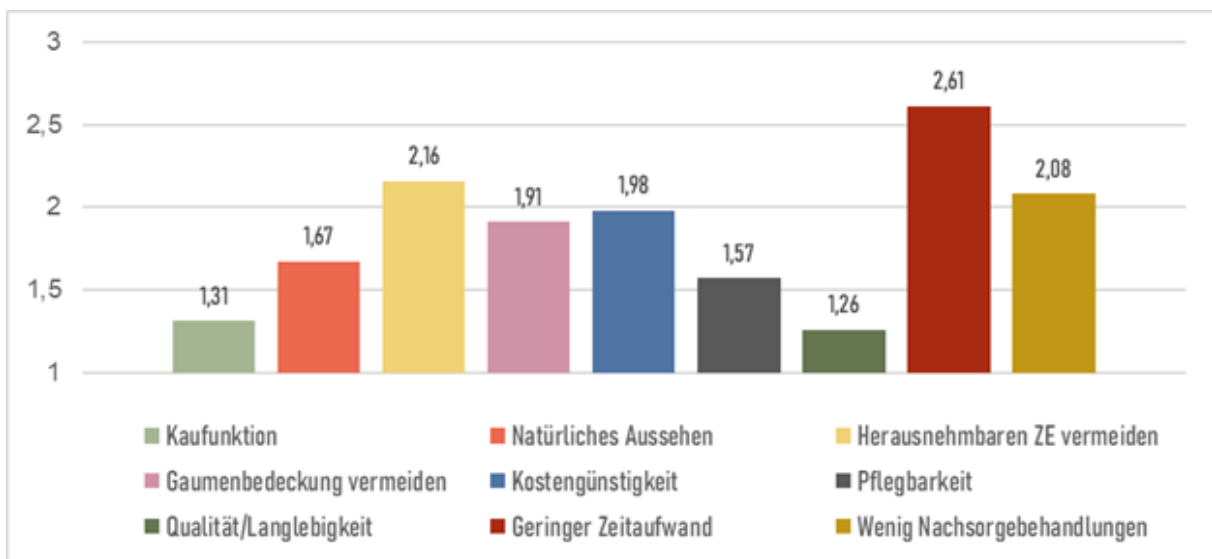
**Ergebnisse:** Die befragten Patient\*innen zeigten insgesamt eine sehr hohe Erwartungshaltung an den anzufertigenden Zahnersatz, insbesondere hinsichtlich Qualität und Funktion. Der erforderliche Zeitaufwand spielte für die Patienten eine eher untergeordnete Rolle. In allen neun untersuchten Kategorien fiel die zahnärztliche Einschätzung der Umsetzbarkeit deutlich zurückhaltender aus – besonders bezüglich der Vermeidung von herausnehmbarem Zahnersatz sowie der Möglichkeit, auf eine Gaumenbedeckung zu verzichten.

**Schlussfolgerung:** Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Diskrepanz zwischen den Erwartungen der Patienten und der zahnärztlichen Einschätzung der tatsächlichen

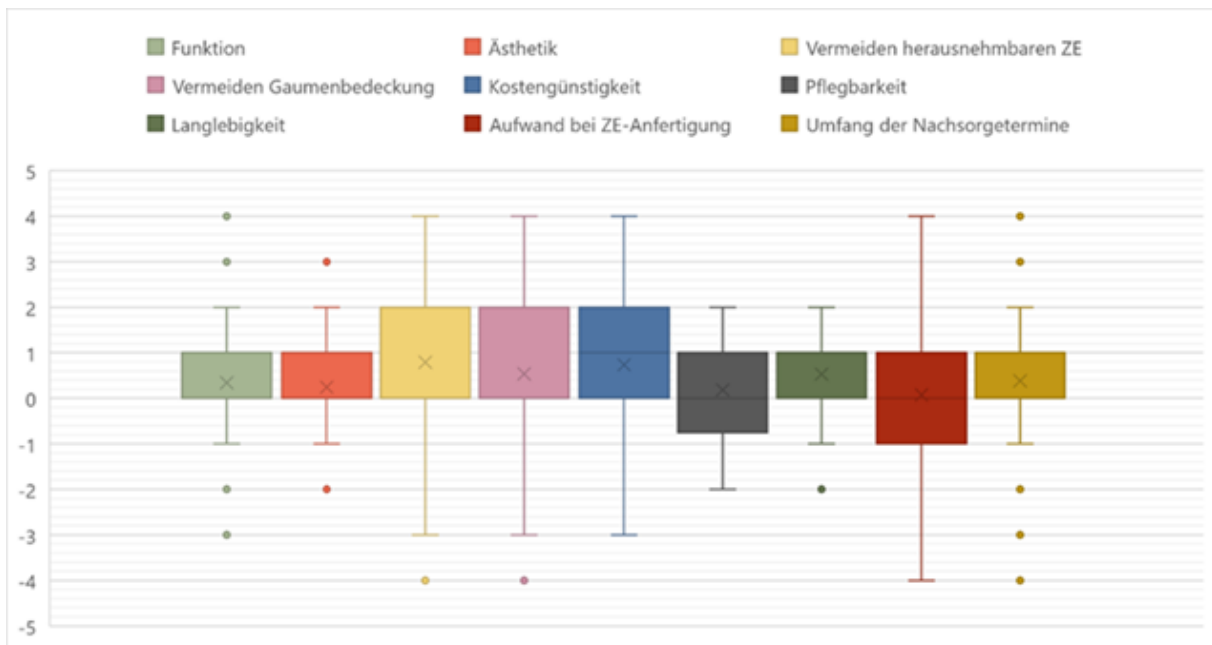
Umsetzbarkeit. Die hohen Patientenerwartungen können – bei unzureichender Aufklärung und Beratung – zu erheblichem Konfliktpotenzial führen. Eine umfassende und verständliche Information über die verschiedenen Zahnersatzarten und prothetischen Therapieoptionen ist daher nicht nur aus rechtlichen Gründen, sondern insbesondere im Sinne einer langfristigen Patientenzufriedenheit essenziell.

**Interessenskonflikte:** Es bestehen keine Interessenskonflikte.

**Abb. 1**



**Abb. 2**



### **KV30**

#### **Einflügelige Inlay-Adhäsivbrücken im Seitenzahnbereich: Eine 3-Jahres-Analyse der dreidimensionalen Wanderung**

**Zhdid A.<sup>1</sup>, Reich S.<sup>1</sup>, Waltenberger L.<sup>1</sup>, Streichfuss C.<sup>1</sup>, Wolfart S.<sup>1</sup>, Mehl A.<sup>2</sup>, Groß K.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Zahnärztliche Prothetik und Biomaterialien, Zentrum für Implantologie, Aachen, Deutschland; <sup>2</sup> Universität Zürich - Zentrum für Zahnmedizin, Computergestützte Restaurative Zahnmedizin, Zürich, Schweiz**

Fragestellung:

Einflügelige Inlay-Adhäsivbrücken (RBFDPs) im Seitenzahnbereich aus monolithischem Zirkonoxid stellen eine minimalinvasive Therapieoption dar. Ziel der vorliegenden Studie war es, die dreidimensionale Wanderung der Rekonstruktion in einem 3-Jahreszeitraum zu erfassen.

Methoden:

Baseline (BL) und nach 3 Jahren (NU) lagen Intraoralscans des Ober- und Unterkiefers bei 18 Patienten mit insgesamt 21 RBFDPs vor. Initial war die Okklusion in statischer Belastung am Pfeilerzahn und leichter Entlastung des Brückenglieds eingestellt. Bei den Kontrollterminen erfolgte eine okklusale Nachjustierung, sofern am Brückenglied erneut ein klinisch wieder nachweisbarer Kontakt bestand.

Die digitalen Datensätze wurden in einer Analysesoftware automatisch segmentiert, wobei die RBFDP als eine Einheit definiert wurde. Nach Best-Fit-Überlagerung, bei der die Brückeneinheit ausgeschlossen wurde, erfolgte die Wanderungsanalyse.

Dabei wurden drei Rotationsparameter (mesio-/distale Kippung, vestibulo-/orale Kippung, Mesio-/Distorotation) und drei Translationsparameter (mesial/distal, vestibulär/oral, extrusiv/intrusiv) berechnet.

Ergebnisse:

Die mittlere Gesamtwanderung als Vektor aus mesiodistaler, vestibulooraler und okklusoapikaler Bewegung betrug im Mittel 265  $\mu\text{m}$  bei einer Standardabweichung [SD] von +/- 218  $\mu\text{m}$  und einem Maximalwert [max.] von 881  $\mu\text{m}$ . Die mittlere mesio-distale Kippung lag bei 0,344° (SD +/- 0,722°; max. 2,17°), die vestibulo-orale Kippung bei 0,06° (SD +/- 0,977°; max. 3,32°) und die Mesio-/Distorotation bei 0,196° (SD +/- 0,755°; max. 1,8°).

Schlussfolgerungen:

Alle eingeschlossenen RBFDPs zeigten zwischen BL und NU eine messbare Wanderung aus Translation und Rotation. Sie waren von okklusalen Veränderungen am Brückenglied gegenüber dem Antagonisten und fallabhängigem Bedarf an okklusaler Nachjustierung begleitet. Es zeigte sich eine Tendenz zur Mesialwanderung. Brücken im Unterkiefer wiesen tendenziell höhere Wanderungswerte auf als im Oberkiefer. Endständige Molaren als Pfeiler zeigten erhöhte Wanderung. Dies ist bei einer gleichzeitig beobachteten Rotation möglich.

### **KV31**

**Risikofaktoren für Verblendfrakturen bei feststehendem implantatgetragendem Zahnersatz im zahnlosen Kiefer: Eine retrospektive Auswertung mit einer mittleren Beobachtungsdauer von 6,8 Jahren**

**Pelzer D.<sup>1</sup>, Schepers M.<sup>2</sup>, Wentaschek S.<sup>1</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Prothetik und Werkstoffkunde, Mainz, Deutschland; <sup>2</sup> Universitätsmedizin Mainz, Institut für medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI), Mainz, Deutschland**

**Fragestellung** Feststehende implantatgetragene Full-Arch-Versorgungen weisen hohe Überlebensraten auf, können jedoch auch von häufigen technischen Komplikationen betroffen sein. Während bei Einzelzahnersatz die Schraubenlockerung oft die häufigste Komplikation darstellt, kommen bei großen Versorgungen im zahnlosen Kiefer oft Verblendfrakturen am häufigsten vor. Ziel dieser retrospektiven Auswertung war es, den Einfluss des Kiefers (Oberkiefer [OK] vs. Unterkiefer [UK]), der Region (anterior vs. posterior) sowie der Position der Verblendung im feststehenden Ersatz (am Implantatpfeiler vs. Brückenglied) auf das Risiko für eine Verblendfraktur zu untersuchen.

**Methode** Eingeschlossen wurden alle zahnlosen Patienten, die zwischen 2003 und 2023 an der Universitätsmedizin Mainz durch einen einzelnen Prothetiker mit implantatgetragenen feststehenden Full-Arch-Brücken versorgt und jährlich nachuntersucht wurden. Analysiert wurden 91 Versorgungen bei 72 Patienten (41 Frauen, 31 Männer; mittleres Alter bei Eingliederung: 63,1  $\pm$  11,4 Jahre). Insgesamt

wurden 498 Implantate versorgt. Ausgewertet wurden 58 Brücken im OK und 33 im UK. Die mittlere Nachbeobachtungszeit betrug 6,8 Jahre (0,5–17,3,  $\pm$  5,0). Verblindfrakturen wurden mittels Frailty-Cox-Regression nach dem Andersen–Gill-Ansatz für rekurrente Ereignisse analysiert. Ergänzend erfolgte die Darstellung der kumulativen Ereignislast mittels mittlerer kumulativer Ereignisfunktion (MCF).

**Ergebnisse** Von 169 dokumentierten Komplikationen entfielen 104 (61,5 %) auf Verblindfrakturen. Im OK zeigte sich eine höhere kumulative Ereignislast als im UK. Nach 5 Jahren lag die MCF im OK bei 0,9 (95 %-KI: 0,6–1,1) und nach 10 Jahren bei 1,1 (95 %-KI: 0,8–1,4); im UK bei 0,55 (95 %-KI: 0,35–0,75) bzw. 0,7 (95 %-KI: 0,4–1,0). Im Frailty-Cox-Modell war der OK mit einem signifikant erhöhten Risiko assoziiert (HR = 2,64; 95 %-KI: 1,14–6,14;  $p$  = 0,024). Anterior zeigte sich eine höhere Ereignislast als posterior. Nach 5 Jahren betrug die MCF anterior 1,7 (95 %-KI: 1,2–2,2) und nach 10 Jahren 2,1 (95 %-KI: 1,4–3,0); posterior 1,1 (95 %-KI: 0,6–1,5) bzw. 1,9 (95 %-KI: 0,9–2,8). Anteriore Lokalisationen waren mit einem signifikant erhöhten Risiko assoziiert (HR = 2,34; 95 %-KI: 1,33–4,13;  $p$  = 0,003). Brückenglieder zeigten eine höhere Ereignislast als Implantatpfeiler. Nach 5 Jahren lag die MCF bei 2,7 (95 %-KI: 1,7–3,7) für Brückenglieder gegenüber 1,1 (95 %-KI: 0,8–1,5) für Implantatpfeiler. Brückenglieder waren im Frailty-Cox-Modell mit einem signifikant erhöhten Risiko assoziiert (HR = 1,91; 95 %-KI: 1,11–3,30;  $p$  = 0,020).

**Schlussfolgerung** Die Analyse zeigt in diesem Langzeitkollektiv ein klares räumliches und prothetisches Muster für die rekurrenten Verblindfrakturen: Sie treten häufiger im Oberkiefer, in der anterioren Region sowie an Brückengliedern bei implantatgetragenen Full-Arch-Brücken auf. Die Tatsache, dass die Oberkiefer-Frontzahnregion häufiger betroffen ist, scheint durch die Belastungsvektoren bei einer üblicherweise bestehenden Front- Eckzahn-geschützten dynamischen Okklusion erklärbar. Dass im hier untersuchten Kollektiv jedoch Brückenglieder häufiger betroffen waren als die Regionen, in denen sich bei den verschraubten Brücken die Implantate befanden, war nicht zu erwarten. Häufig wird die okklusale Zugangskavität für die Verschraubung mit einem höheren Risiko für Verblindfrakturen verbunden. Dies verhielt sich im vorliegenden Kollektiv anders.

## **KV32**

### **Prospektive Bestimmung der Erfolgs- und Überlebensraten von 3D-gedruckten Langzeitprovisorien – Eine Kohortenstudie**

**del Hougne M.<sup>1</sup>, Di Lorenzo I.<sup>1</sup>, Knips P.<sup>1</sup>, Schmitter M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Würzburg, Zahnärztliche Prothetik, Würzburg, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Ziel dieser prospektiven klinischen Studie war die Bestimmung der zeitabhängigen Überlebens- und Erfolgsraten von 3D-gedruckten Langzeitprovisorien aus Permanent Crown Resin (Formlabs) über einen Zeitraum von sechs Monaten.

Zusätzlich wurden das Verschleißverhalten, klinische Parameter sowie die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität untersucht.

## Methoden

Es wurden 58 Langzeitprovisorien (LZPV) bei Patienten der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Würzburg beobachtet. Die Rekrutierung erfolgte zwischen dem 01.02.2023 und dem 03.02.2026 gemäß definierten Ein- und Ausschlusskriterien. Die prothetische Behandlung folgte einem standardisierten Protokoll. Die LZPVs wurden mittels Form 3B (Formlabs) aus Permanent Crown Resin (Formlabs) gefertigt und mit RelyX Unicem 2 (3M ESPE, Solventum) eingegliedert. Kontrolluntersuchungen fanden zum Zeitpunkt der Eingliederung (t0), nach drei Monaten (t1) sowie nach sechs Monaten (t2) statt. Der primäre Endpunkt war das Überleben der Restauration in situ nach sechs Monaten. Als Erfolg wurden Restaurationen ohne technische oder biologische Komplikationen gewertet. Sekundäre Endpunkte umfassten das Verschleißverhalten (Überlagerung digitaler Intraoralscans), die parodontale Gesundheit (6-Punkt-Sondierungstiefenmessung) sowie die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (OHIP-G14). Aufgrund nicht normalverteilter Daten wurden nichtparametrische Tests (Friedman-Test mit Bonferroni-korrigierten Post-hoc-Vergleichen) angewandt. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha = 0,05$  festgelegt.

## Ergebnisse

Die mittlere Beobachtungszeit betrug 289,3 Tage (95 %-KI: 272,4–306,3). Die beobachtete Überlebensrate nach sechs Monaten lag bei 89,7 %.

Das Verschleißverhalten zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Untersuchungszeitpunkten ( $p < 0,001$ ). Im Beobachtungszeitraum von t0 bis t2 (mittlere Dauer 193 Tage) betrug die maximale gemessene vertikale Materialreduktion im Mittel 0,15 mm. Die Abrasionszunahme verlief kontinuierlich über die Zeitintervalle, mit einer signifikanten Differenz insbesondere zwischen t0 und t2.

Die OHIP-G14-Summenwerte verbesserten sich signifikant zwischen t0 (2,84) und t2 (1,50) ( $p = 0,001$ ).

## Schlussfolgerung

3D-gedruckte LZPVs aus Permanent Crown Resin zeigten über sechs Monate eine gute klinische Performance mit stabilen Überlebensraten und geringer Komplikationsrate. Es konnte eine signifikante Verbesserung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität festgestellt werden. Die Ergebnisse unterstützen den klinischen Einsatz additiv gefertigter Langzeitprovisorien als ästhetisch und funktionell zuverlässige Versorgungsoption. Weitere Untersuchungen mit längerer Beobachtungsdauer sind erforderlich.

### **KV33**

#### **Fünffährige klinische Bewährung einflügeliger Adhäsivbrücken aus Zirkoniumdioxid im Seitenzahnbereich**

**Chaar M. S.<sup>1</sup>, Passia N.<sup>1</sup>, Becker M.<sup>1</sup>, Schlenz-Helmke M. A.<sup>1</sup>, Kern M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> CAU, Klinik für Zahnmedizinische Prothetik, Kiel, Deutschland**

**Ziel:** Studien mit einflügeligen Adhäsivbrücken zum Schneidezahnersatz zeigen hervorragende Langzeitergebnisse, die denen von konventionellen Brücken und Implantatkronen nicht nachstehen. Für einflügelige Adhäsivbrücken zum Ersatz von Seitenzähnen liegt keine ausreichende Datenlage vor, so dass ihr Einsatz noch als experimentell anzusehen ist. Das Ziel dieser laufenden klinischen Studie ist es, die klinische Bewährung von einflügeligen Adhäsivbrücken aus monolithischer Zirkoniumdioxidkeramik im Seitenzahnbereich zu evaluieren.

**Methode:** Es wurden 24 Patienten (14 Frauen, 10 Männer) mit 30 einflügeligen Adhäsivbrücken für den Ersatz von Prämolaren bzw. ersten Molaren aus monolithischen 3Y-TZP-Zirkoniumdioxid (Katana Zirconia ML/HT Keramik, Kuraray Noritake, Osaka, Japan) versorgt. Sofern der erste Molar fehlte, wurden zwei einflügelige Adhäsivbrücken für seinen Ersatz angefertigt, die jeweils an dem benachbarten mesialen und distalen Pfeilerzahn verklebt wurden. Die im Bereich der Klebeflächen abgestrahlten Adhäsivbrücken (50 µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / 1 bar) wurden unter absoluter Trockenlegung mit zwei randomisiert ausgewählten phosphatmonomerhaltigen Befestigungssystemen (Panavia 21 TC oder Panavia V5, beide Kuraray Noritake) verklebt. Eine Nachuntersuchung der Restaurationen erfolgte sechs und zwölf Monate nach Eingliederung, anschließend jährlich. Die statistische Analyse erfolgte mittels deskriptiver Statistik und Kaplan-Meier-Überlebensanalyse.

**Ergebnisse:** Zwischen Dezember 2018 und November 2021 wurden neun Oberkiefer- und 19 Unterkieferprämolaren und ein Unterkiefermolar ersetzt. Die mittlere Beobachtungszeit betrug 53,3 ± 16,9 Monate (Minimum 6,6/ Maximum 79,9 Monate). Ein Patient mit einer Brücke verstarb nach dem Sechsmonatsrecall. Alle Brücken überlebten bis zum letzten klinischen Recall und es traten keine biologischen oder technischen Komplikationen auf. Somit betragen die fünfjährige kumulative Überlebens- und Erfolgsraten nach der Kaplan-Meier-Methode 100 %.

**Schlussfolgerung:** Die klinische Bewährung einflügeliger Adhäsivbrücken aus monolithischen 3Y-TZP-Zirkoniumdioxid für den Ersatz einzelner fehlender Seitenzähne ist vielversprechend. Daher stellt diese Versorgungsform insbesondere in Fällen, in denen Implantate nicht in Frage kommen, eine substanzschonende Alternative zu konventionellen Brücken im Seitenzahnbereich dar.

**Danksagung:** Diese Studie wird von der Firma Kuraray Noritake Europe finanziell unterstützt.

**Abb. 1**



**Abb. 2**



## **KV34**

### **Patientenberichtete Outcomes und Klinische Bewährung des SafetyCrown-Workflows: Ergebnisse einer randomisierten kontrollierten klinischen Studie nach 12 Monaten**

**Waltenberger L.<sup>1</sup>, Streichfuss C.<sup>1</sup>, Laghmari Y.<sup>1</sup>, Reich S.<sup>1</sup>, Wolfart S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Zahnärztliche Prothetik und Biomaterialien, Zentrum für Implantologie, Aachen, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Der patientenorientierte SafetyCrown-Workflow wurde für die definitive, implantatgetragene Versorgung posteriorer Einzelzahnücken in drei Sitzungen konzipiert. Er kombiniert potenzielle biologische Vorteile des One-Abutment/One-Time-Konzepts mit einer provisorischen Sofortversorgung auf dem definitiven Abutment. Ziel dieser klinischen Studie war es, patientenbezogene Outcome-Parameter sowie die klinische Performance nach 12 Monaten zu analysieren.

#### **Methode**

In dieser randomisierten kontrollierten klinischen Studie wurde der SafetyCrown-Workflow mit einem Standardvorgehen verglichen. In der Kontrollgruppe erfolgte eine gedeckte Einheilung mit anschließender Freilegung, Abformung, Anprobe und Eingliederung einer verschraubten Hybridabutmentkrone (Zirkon auf Titanbasis) in insgesamt sechs klinischen Sitzungen. In der Interventionsgruppe wurde vor der Implantation das definitive Abutment (Zirkonoxid auf Titanbasis) mit supragingivaler Zementierungsfuge gefertigt und im Rahmen der Implantationsoperation verschraubt. Durch einen Nachscan der Operationsregion wurde zunächst chairside eine provisorische Krone hergestellt; anschließend erfolgte im Labor die Fertigung der definitiven Restauration (Zirkonoxid). Nach drei Monaten wurde die provisorische Restauration entfernt, das Abutment ohne Entfernung auf das empfohlene Drehmoment nachgezogen und die definitive Krone adhäsiv befestigt. Nachuntersuchungen erfolgten vor der Versorgung (NU0), nach definitiver Versorgung (Baseline) sowie nach 6 und 12 Monaten. Erfasst wurden patientenberichtete Outcomes (OHIP G-14 sowie Fragebögen mit visueller Analogskala von 0 bis 100, VAS) und klinische Outcomes (Hickl-Kriterien), bewertet durch zwei unabhängige Untersucher.

#### **Ergebnis**

Nach 12 Monaten konnten von 45 inserierten Restaurationen bei 39 Patienten 40 Restaurationen nachuntersucht werden (Intervention: n=19, Kontrolle: n=21; Drop-out: n=5). Die Patientenzufriedenheit war in beiden Gruppen sehr hoch. Das Standardvorgehen mit sechs Sitzungen wurde zu Baseline und nach sechs Monaten als belastender wahrgenommen, ohne dass ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden konnte. Nach 12 Monaten war dieser Effekt nicht mehr nachweisbar. Die Wichtigkeit einer Sofortversorgung im Seitenzahnbereich mit Wegfall der Freilegungsoperation wurde jedoch auch nach 12 Monaten in der Interventionsgruppe höher bewertet (VAS 76,3 ± 30,3) als in der Kontrollgruppe (VAS

51,0 ± 34,7, p=0,02; Mann-Whitney-U-Test). Weder Implantate noch Restaurationen gingen verloren, entsprechend betrug die Überlebensrate 100%. Biologische oder technische Komplikationen traten nicht auf. Die Hickl-Kriterien wurden mindestens als "klinisch suffizient" bewertet; damit erfüllten sämtliche Versorgungen die definierten Erfolgskriterien. Die OHIP-G14-Werte unterschieden sich nicht zwischen den Gruppen. Sie lagen vor der Behandlung bei 1,3 ± 2 (Intervention) bzw. 1,5 ± 2,1 (Kontrolle) und nach der Behandlung bei 0,6 ± 0,9 (Intervention) bzw. 0,2 ± 0,5 (Kontrolle).

### **Schlussfolgerung**

Der SafetyCrown-Workflow zeigt nach 12 Monaten eine hohe Patientenzufriedenheit sowie klinischen Erfolg ohne Hinweise auf technische oder biologische Komplikationen. Ein geringeres subjektives Belastungsempfinden durch die reduzierte Sitzungsanzahl, die provisorische Sofortversorgung und den Verzicht auf eine Freilegung war nach einem Jahr nicht mehr nachweisbar. Die Bedeutung dieser Vorteile innerhalb einer Behandlung wurde jedoch weiterhin von den entsprechend behandelten Patienten als wichtiger eingeschätzt, was die Patientenfreundlichkeit des Workflows unterstützt.

### **KV35**

#### **Thermografische Analyse der intraossären Temperaturentwicklung bei der Implantatbettpräparation unter Verwendung unterschiedlicher Bohrschablonen und Präparationsprotokolle**

**Singelmann V. M.<sup>1</sup>, Wolfart S.<sup>1</sup>, Waltenberger L.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Zahnärztliche Prothetik und Biomaterialien, Zentrum für Implantologie, Aachen, Deutschland**

Fragestellung:

Eine übermäßige Wärmeentwicklung während der Implantatbettpräparation gilt als potenzieller Risikofaktor für eine beeinträchtigte Osseointegration. Dabei beeinflussen Bohrschablonen die Zufuhr von Kühlflüssigkeit zur Osteotomie. Ziel dieser In-vitro-Studie war es, den Einfluss verschiedener Bohrschablonendesigns auf die Wärmeentwicklung bei der Implantatbettpräparation mittels Thermografie zu untersuchen. In einem zweiten Versuchsteil wurde der Einfluss einer pumpenden Bohrbewegung sowie einer modifizierten Bohrergeometrie analysiert.

Zur Erfassung intraossärer Temperaturänderungen werden unterschiedliche Verfahren eingesetzt, die in Laborstudien uneinheitliche Ergebnisse zeigen. Daher sollen die in dieser Studie mittels Thermografie gemessenen Werte zusätzlich mit den Ergebnissen einer im Versuchsaufbau vergleichbaren Vorläuferstudie mit Thermoelementen verglichen werden.

## Methoden:

Ein etablierter Versuchsaufbau zur Messung des intraossären Temperaturanstiegs mittels Thermoelementen wurde für die thermografische Messung weiterentwickelt. Aus dieser Versuchsreihe wurden fünf klinisch abgeleitete Bohrschablonendesigns übernommen: Referenz-Design (RD), Referenz-Design mit maximaler Abdeckung (RD-MA), Referenz-Design mit lateraler Öffnung (RD-LO), Balken-Design (BD) und Orientierungs-Schablone (OS). Zusätzlich wurden eine Kontrollgruppe ohne Schablone unter Kühlung (KG) sowie eine Negativkontrollgruppe ohne Kühlung und ohne Schablone (NKG) untersucht. Als Knochenmodell dienten bovine Rippen. Die Präparation erfolgte mit einem 2,2-mm-Pilotbohrer gefolgt von einem 2,8-mm-Erweiterer bei 800 U/min, externer Kühlung (50 ml/min) und einer axialen Belastung von 2 kg. Die Temperaturentwicklung wurde entsprechend dem vorherigen Versuchsaufbau an definierten Messtiefen von 3, 6 und 9 mm erfasst. Zusätzlich wurde der maximale Temperaturanstieg im Feld der Osteotomie bestimmt. Im zweiten Versuchsabschnitt wurden eine modifizierte Bohrgeometrie sowie der Einfluss einer pumpenden Bohrbewegung auf die Temperaturentwicklung unter Verwendung der RD-Schablone untersucht. Insgesamt wurden 250 Osteotomien an 53 Präparaten durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels linearer gemischter Modelle mit Messwiederholungen (PROC MIXED, SAS 9.4). Paarweise Vergleiche erfolgten mit Tukey-Kramer-Adjustierung ( $\alpha = 0,05$ ).

## Ergebnisse:

Die mittleren Temperaturanstiege mit Standardabweichungen der einzelnen Gruppen waren: KG 5,9 °C (SD = 4,4), NKG 15,4 °C (SD = 12,9), RD 7,2 °C (SD = 4,4), RD-MA 7,2 °C (SD = 5,2), RD-LO 6,3 °C (SD = 4,2), BD 7,1 °C (SD = 4,9) und OS 6,0 °C (SD = 2,9). Nur die Negativkontrollgruppe unterschied sich signifikant von allen weiteren Gruppen ( $p < 0,01$ ). Unabhängig vom Schablonendesign zeigte sich in den definierten Messtiefen von 3, 6 und 9 mm der höchste mittlere Temperaturanstieg in 3 mm Tiefe ( $\Delta T = 12,1$  °C). Die Analyse des maximalen Temperaturanstiegs im gesamten Messfeld ergab ein mittleres  $\Delta T$  von 12,7 °C.

Im zweiten Versuchsteil zeigte die modifizierte Bohrgeometrie (5,9 °C; SD = 3,1) ebenso wie die pumpende Bohrbewegung (6,3 °C; SD = 3,3) tendenziell geringere mittlere Temperaturanstiege als die RD-Gruppe, ohne statistische Signifikanz zu erreichen ( $p > 0,05$ ).

Die Messung mit Thermografie zeigte im Mittel 2,1 °C höhere Temperaturen im Vergleich zur Messung mit Thermoelementen.

## Schlussfolgerungen:

Die Analyse der intraossären Temperaturentwicklung mittels Thermografie offenbart insbesondere durch die Detektion von Höchstwerten im Feld der Osteotomie höhere Temperaturanstiege und zeigt die Relevanz suffizienter Kühlmaßnahmen. Pumpende Bohrbewegungen sollten angewandt werden, um die Temperaturentwicklung im

Knochen zu verringern. Eine modifizierte Bohrer-geometrie trägt ebenfalls zur Verringerung des Temperaturanstiegs bei.

## **KV36**

### **Anwendung eines vollanatomischen, realitätsnahen 3-D-gedruckten Simulationsmodells in der Zahnmedizinischen Lehre**

**Ali-Mohammadi M.<sup>1</sup>, Di Gregorio M.<sup>1</sup>, Liebermann A.<sup>1</sup>, Faber F. J.<sup>1</sup>, Chmiel V.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Uniklinik Köln, Zahnärztliche Prothetik, Köln, Deutschland**

**Ziel:** Das Ziel dieser prospektiven Studie ist die Entwicklung und Evaluation eines vollanatomischen, realitätsnahen 3-D-gedruckten Simulationsmodells für die prothetische Lehre. Untersucht wird dabei der Einfluss der realistischen Differenzierung zwischen Schmelz, Dentin und Pulpa auf die Präparationsgenauigkeit, der subjektiver Lernerfolg sowie die wahrgenommene klinische Relevanz.

**Material/Methode:** Die Entwicklung der Simulationsmodelle erfolgte auf Basis von digitalen anonymisierter humaner Daten. Die gewonnenen Datensätze wurden mithilfe von Softwareprogrammen digital aufbereitet, segmentiert und optimiert. Die entstandenen Modellkomponenten wurden additiv gefertigt.

Für die Studie führten Studierende zwischenklinischen und der klinischen Semester eine Kronenpräparation am Zahn 36 durch. Anschließend erfolgte eine subjektive Evaluation mittels eines Online-Fragebogens. Die Bewertung erfolgte auf einer sechsstufigen Notenskala (1=sehr gut, 6=ungenügend). Eine im Vorfeld durchgeführte Pre-Evaluation diente der Validierung des Fragebogens, sowie der Identifikation möglicher funktioneller Optimierungen des Simulationsmodells. Die statistische Auswertung erfolgt mit SPSS bei einem Signifikanzniveau von  $p < 0,05$ .

**Ergebnisse:** Die Herstellung des realitätsnahen Simulationsmodell erwies sich als technisch umsetzbar und reproduzierbar. Die hausinterne additive Fertigung ermöglicht eine kostenreduzierte Herstellung der Modelle. Die subjektive Evaluation zeigte insgesamt eine hohe Akzeptanz. Insbesondere die Farbdifferenzierung zwischen Schmelz und Dentin wurde von den Studierenden als lernunterstützend bewertet. Der subjektive Lernerfolg wurde mit dem realitätsnahen Simulationsmodell signifikant besser eingeschätzt (MW=2,48) als mit dem standardisierten Frasaco Modell (MW=3,69). Auch im Bezug auf die klinische Vorbereitung erhielt das realitätsnahe Simulationsmodell eine bessere Bewertung (MW=2,48) im Vergleich zum Frasaco Modell (MW=3,74).

**Schlussfolgerung:** Das hausintern entwickelte vollanatomische, realitätsnahe 3D-gedruckte Simulationsmodell stellt einen wichtigen und vielversprechenden Ansatz zur Weiterentwicklung der zahnärztlichen und speziell prothetischen Lehre dar und ist perspektivisch für die curriculare Integration in die prothetische Lehre geeignet. Es ermöglicht ein praxisnahes Training prothetischer Präparationen und kann

Studierende im Vergleich zu standardisierten Modellen besser auf den klinischen Alltag vorbereiten.

**Abb. 1**



### **KV37**

**3Dentify – Entwicklung einer Präsentationssoftware für klinische Fälle in der studentischen Lehre**

**Schrenker J.<sup>1</sup>, Wassermann C.<sup>1</sup>, Höhne C.<sup>1</sup>, Schmitter M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Würzburg, Zahnärztliche Prothetik, Würzburg, Deutschland**

### **Fragestellung**

Die Ausbildung in der zahnärztlichen Diagnostik und Behandlungsplanung erfordert realitätsnahe, umfassende Patientenfälle. Konventionelle Präsentationsformen (z. B. PowerPoint, gedruckte Unterlagen) filtern Informationen, sind dialoglimitiert und erschweren individuelles Lernen. Ziel des Projekts "3Dentify" ist die Entwicklung einer digitalen, interaktiven Plattform, die Studierenden vollständige, virtualisierte

### **Material und Methoden**

Als Proof of Concept wurde ein funktionsfähiger Prototyp entwickelt, bestehend aus einem plattformunabhängigen Launcher sowie Patientenfällen im eigens entwickelten .3dent-Format. Zur Entwicklung wurde Python verwendet.

Der Launcher hostet die Fälle über einen lokalen HTTP-Server und stellt den Studierenden den Zugriff über QR-Code oder Direktlink bereit. Die Weboberfläche ist adaptiv für alle Endgeräte. Die Patientenfälle sind individuell programmiert und können Inhalte wie Anamnese, Röntgenbilder, intra- und extraorale Aufnahmen, klinische Befunde sowie Draco-komprimierte 3D-Modelle enthalten. Funktionen wie Interaktionen mit Bildern (z.B. Vorher-Nachher-Slideover), frei manipulierbare 3D-Modelle und AR-Darstellung unterstützen die Diagnostik.

### **Ergebnis**

Der Prototyp ermöglicht erstmals die simultane, geräteunabhängige Nutzung vollständiger digitaler Patientenfälle durch beliebig viele Studierende im selben Netzwerk. Die Interaktion mit 2D- und 3D-Daten erfolgt flüssig und intuitiv. Erste Tests zeigen eine stabile Performance bei mehreren parallelen Zugriffen. Die Struktur des .3dent-Formats erlaubt eine einfache Erweiterbarkeit der Inhalte. Abschließende Umfragen, zu z.B. den geplanten Behandlungsplanungen lassen sich von jedem Nutzer abschicken, live beim Dozenten abrufen und graphisch darstellen. Herausforderungen bestehen aktuell in der Netzwerkarchitektur mancher Einrichtungen sowie in der aufwendigen Aufbereitung texturierter 3D-Modelle.

### **Schlussfolgerung**

3Dentify zeigt, dass eine vollständig digitalisierte, interaktive Bereitstellung komplexer Patientenfälle technisch realisierbar ist und das Potenzial besitzt, die Lehre in Diagnostik und Behandlungsplanung deutlich zu modernisieren. Die Plattform ermöglicht individualisiertes Lernen, vollständigen Datenzugang und eine realitätsnahe Simulation klinischer Entscheidungsprozesse. Weitere Entwicklungen sollen die Erstellung neuer Fälle vereinfachen und zusätzliche didaktische Szenarien ermöglichen.

### **KV38**

#### **Vergleich der individuellen Bewegungsanalyse im digitalen und virtuellen, realdynamischen Artikulatorverfahren**

**Erhard J. C.<sup>1,2</sup>, Greven M.<sup>3</sup>, Linsen S.<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Bonn, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bonn, Deutschland; <sup>2</sup> Universitätsklinikum Bonn, Prothetik, Bonn, Deutschland; <sup>3</sup> Dental Soul, Bonn, Deutschland**

Zielsetzung:

Ziel dieser Untersuchung war es, den Einfluss zweier digitaler Bewegungsregistriersysteme, eines virtuell realdynamischen (MODJAW®) und eines mathematisch artikulatorbasierten (CADIAX®) auf die Wiedergabe

patientenindividueller Bewegungsmuster hinsichtlich Winkelparametern und Bewegungslängen systematisch zu vergleichen.

Material und Methoden:

Es wurden die für eine individuelle Artikulatoreinstellung relevanten Werte (horizontaler Kondylenbahnneigungswinkel (HCN), Bennett-Winkel (BW)) sowie die Länge der aufgezeichneten Bewegungsspuren bei Kieferöffnung, Pro- und Laterotrusion zweier Verfahren zur digitalen instrumentellen Funktionsanalyse (Cadiax 4, MODJAW®) miteinander verglichen. Beide Systeme wurden aus der maximalen Interkuspitation (IKP) gestartet.

Ergebnisse:

Die Bewegungsbahnen von Protrusion, Laterotrusion und Mundöffnung lagen alle im physiologischen Bereich und es wurde kein systematisch signifikanter Unterschied zwischen den Systemen beobachtet. Die Vergleichsergebnisse zwischen MODJAW® und CADIAX® waren nahezu identisch ohne signifikanten Unterschied ( $p > 0,05$ ), dennoch zeigten bestimmte Vergleiche statistisch signifikante Unterschiede: Bei ungeführter Protrusion links war die mittlere 3D Distanz mit MODJAW® größer als mit CADIAX® ( $9,53 \text{ mm} \pm 2,34$  im Vergleich zu  $8,64 \text{ mm} \pm 2,70$ ;  $p = 0,021$ ). Bei ungeführter Laterotrusion nach rechts zeigte MODJAW® ebenfalls eine größere Distanz ( $11,62 \text{ mm} \pm 2,80$  vs.  $10,43 \text{ mm} \pm 3,63$ ;  $p = 0,011$ ), insbesondere bei ungeführter Laterotrusion nach links ( $12,70 \text{ mm} \pm 2,62$  vs.  $10,59 \text{ mm} \pm 3,30$ ;  $p < 0,001$ ). Bei geführter Laterotrusion (rechts) gibt es ebenfalls einen signifikanten Unterschied ( $0,99 \text{ mm} \pm 0,60$  vs.  $1,39 \text{ mm} \pm 0,74$ ;  $p = 0,002$ ). Bei der Mundöffnung nach links führte MODJAW® im Durchschnitt mehr Bewegung aus als CADIAX® ( $13,64 \text{ mm} \pm 4,49$  und  $12,45 \text{ mm} \pm 4,81$ ;  $p = 0,029$ ). Die gemessenen HCN-Werte für MODJAW® lagen im Durchschnitt zwischen  $53^\circ$  und  $56^\circ$  (je nach Seite und Protrusionslänge) und für CADIAX® zwischen  $54^\circ$  und  $59^\circ$ . Fast keine signifikanten Unterschiede wurden zwischen MODJAW® und CADIAX® gefunden ( $p > 0,05$ ); nur bei der 5 mm Protrusion nach links war ein signifikanter Unterschied zugunsten höherer CADIAX®-Werte erkennbar ( $p = 0,027$ ). Für den Bennett-Winkel hatte MODJAW® im Durchschnitt  $4\text{--}6^\circ$  höhere Werte im Vergleich zu CADIAX.

Die Ergebnisse zeigen, dass MODJAW® und CADIAX® hinsichtlich der Bewegungsbahnlängen weitgehend vergleichbare Werte liefern, sodass die beobachteten Unterschiede im Millimeterbereich klinisch nur eingeschränkt relevant erscheinen. Unterschiede bei den Winkelparametern, insbesondere die höheren Bennett-Winkel bei MODJAW®, sind vor allem auf die unterschiedliche Referenzierung und Berechnung der Bewegungen (realdynamische 3D-Erfassung bei MODJAW® vs. artikulatorbasierte Projektion mit fixem Interkondylarabstand bei CADIAX®) zurückzuführen.

## **KV39**

### **Evaluation einer additiv gefertigten, zahnlosen Mukosamaske zur Simulation dynamischer Funktionsbewegungen in der präklinischen Studierendenausbildung**

**Wagner A.<sup>1</sup>, Luthardt R. G.<sup>1</sup>, Blender S. M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Ulm, Zahnärztliche Prothetik, Ulm, Deutschland**

#### **Ziel**

In der präklinischen Studierendenausbildung werden zur Simulation zahnloser Kiefer bislang überwiegend statische Modelle eingesetzt. Durch die Entwicklung eines additiv gefertigten Kiefermodells mit beweglicher Mukosamaske können nun dynamische Bewegungen anatomischer Strukturen simuliert werden, die einen entscheidenden Einfluss auf den klinischen Workflow bei der Herstellung, Anpassung und Eingliederung tegumental getragenen Zahnersatzes haben. Zur Evaluation der neu entwickelten Mukosamaske hinsichtlich ihrer Simulationstreue klinischer Bedingungen im Vergleich zu den bislang verwendeten Modellen, erfolgte eine vergleichende praktische Anwendung und anschließende Bewertung durch Studierende.

#### **Methode**

Die Lehrstudie fand mit insgesamt 25 Studierenden im Rahmen des präklinischen Phantomkurses der Prothetik des 2. Studienabschnittes statt. Nach einer einleitenden theoretischen Seminarvorlesungen fanden Übungen zur Durchführung einer Funktionsabformungen und der Eingliederung einer Totalprothese, sowohl an dem bisher verwendeten statisches Kunststoffmodell eines zahnlosen Oberkiefers, als auch mit der neue entwickelten dynamische Mukosamaske statt. Anschließende Bewertung beider Modelle erfolgte anhand einer vierstufigen Skala (0 = überhaupt nicht geeignet, 3 = perfekt geeignet) in den Kategorien Darstellung anatomischer Strukturen, Anfertigung einer Funktionsabformung, sowie Eingliederung einer Totalprothese. Die gewonnenen Ergebnisse wurden abschließend statistisch ausgewertet.

#### **Ergebnis**

Die zahnlose Mukosamaske zeigte im Vergleich zum rein statischen Kunststoffmodell höhere Bewertungen in allen untersuchten Kategorien. Einzige Ausnahme bildet hierbei die Kontrolle der Passung des individuellen Löffels, sowie anteilig auch die Kontrolle der Prothese hinsichtlich ihrer Lagestabilität. In den meisten Kategorien würden sich die Studierenden zur Simulation eines zahnlosen Patienten in der präklinischen Lehre für die Nutzung der zahnlosen dynamischen Mukosamaske entscheiden.

#### **Schlussfolgerung**

Die neuentwickelte dynamische Mukosamaske für die präklinischen Lehre ermöglicht eine realistischere Abbildung funktioneller Bewegungen zahnloser Kiefer, wodurch Studierende besser auf die klinische Praxis vorbereitet werden.

## KV40

### **Evaluation eines praktischen Hands-On-Moduls zur Implantatprothetik am Phantompatienten: Zusammenhang von Lehrzufriedenheit, Kompetenzzuwachs, didaktischer Qualität, wahrgenommener Materialqualität und Praxisrelevanz**

Hegemann P.<sup>1</sup>, Wolowski A.<sup>1</sup>, Scheutzel P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Münster, Poliklinik für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien, Münster, Deutschland

**Hintergrund:** Komplexe Themen wie die Implantatprothetik werden im Zahnmedizinestudium nicht praktisch an Patient\*innen angewendet, sodass diese Fertigkeiten in alternativen Lehrformaten vermittelt werden müssen. Hands-On-Übungen stellen dabei einen zentralen Bestandteil der Ausbildung dar. An der Universität Münster wird ein Modul zur Implantatprothetik am Phantompatienten durchgeführt. Teil 1 umfasst die Versorgung eines unbezahnten Unterkiefers mit zwei Implantaten sowie das Einarbeiten zweier Locatoren in eine bestehende Totalprothese. Teil 2 beinhaltet die offene Pick-up-Abformung eines Einzelimplantats und Eingliederung einer Krone auf einem individuellen Abutment. Das Modul soll künftig im 10. Fachsemester als Wahlfach gemäß neuer Approbationsordnung angeboten werden. Ziel war die Evaluation von Lehrzufriedenheit, wahrgenommenem Kompetenzzuwachs, didaktischer Qualität, Materialqualität und Praxisrelevanz.

**Methoden:** Nach dem vierstündigen Modul erfolgte im Wintersemester 2025/26 eine freiwillige, anonyme Evaluation unter Studierenden des 10. Fachsemesters. Ein 20-Item-Fragebogen erfasste sechs Subskalen: Lehrzufriedenheit (LZ), wahrgenommener Kompetenzzuwachs gesamt (WK) sowie für Teil 1 (WK\_T1) und Teil 2 (WK\_T2), didaktische Qualität (DQ), Materialqualität (MR) und Praxisrelevanz (PR). Die Bewertung erfolgte auf einer vierstufigen Likert-Skala (1=stimme voll zu bis 4=stimme nicht zu). Ergänzend wurde eine Gesamtbewertung (0=sehr schlecht bis 10=ausgezeichnet) erhoben. Die interne Konsistenz wurde mittels Cronbach's Alpha geprüft; bei zweipoligen Skalen zusätzlich die Inter-Item-Korrelation. Deskriptive Statistiken und Spearman-Rangkorrelationen wurden berechnet. Unterschiede zwischen WK\_T1 und WK\_T2 wurden mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test geprüft.

**Ergebnisse:** 35 von 39 Studierenden nahmen teil (Rücklaufquote 89,7%). Die dreiteilige Skala zur Lehrzufriedenheit zeigte zunächst eine niedrige interne Konsistenz (LZ:  $\alpha=.28$ ). Nach Ausschluss eines revers formulierten Items erhöhte sich diese deutlich ( $\alpha=.80$ ;  $r=.66$ ), sodass die finale Skala zu LZ zwei Items umfasste. Die Skalen zum Kompetenzzuwachs (WK:  $\alpha=.79$ ; WK\_T1:  $\alpha=.77$ ; WK\_T2:  $\alpha=.69$ ), zur didaktischen Qualität ( $\alpha=.70$ ), Materialqualität ( $\alpha=.77$ ;  $r=.63$ ) und Praxisrelevanz ( $\alpha=.66$ ;  $r=.54$ ) zeigten akzeptable bis gute interne Konsistenzen (**Tab.1**). Lehrzufriedenheit (M=1.25, SD=.46), didaktische Qualität (M=1.58, SD=.46), Materialqualität (M=1.31, SD=.42) und Praxisrelevanz (M=1.49, SD=.54) wurden positiv bewertet (**Tab.2**). Die Gesamtbewertung war hoch (M=8.53, SD=1.06).

Komplexere Inhalte (Implantation und Locatoren; WK\_T1: M=2.23, SD=.60) wurden signifikant schlechter bewertet als weniger komplexe Inhalte (Pick-up-Abformung; WK\_T2: M=1.57, SD=.42), (Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test:  $z=-4.88$ ,  $p<.001$ ,  $r=.81$ ). Die Lehrzufriedenheit korrelierte signifikant mit der didaktischen Qualität ( $r_s=.37$ ,  $p=.029$ ) und dem Kompetenzzuwachs in Teil 1 ( $r_s=.53$ ,  $p=.001$ ), nicht jedoch mit Teil 2 ( $p=.124$ ). Keine signifikanten Zusammenhänge bestanden zwischen Lehrzufriedenheit und Materialqualität ( $p=.790$ ) oder Praxisrelevanz ( $p=.755$ ). Die Materialqualität korrelierte moderat mit dem Kompetenzzuwachs in Teil 2 ( $r_s=.35$ ,  $p=.034$ ) und Praxisrelevanz ( $r_s=.34$ ,  $p=.045$ ). Die Gesamtbewertung korrelierte stark mit Lehrzufriedenheit ( $r_s=-.59$ ,  $p<.001$ ), Kompetenzzuwachs (WK:  $r_s=-.37$ ,  $p=.029$ ; WK\_T1:  $r_s=-.47$ ,  $p=.004$ ; WK\_T2:  $r_s=-.52$ ,  $p=.001$ ) und didaktischer Qualität ( $r_s=-.45$ ,  $p=.006$ ).

**Schlussfolgerung:** Das Hands-On-Modul wurde insgesamt sehr positiv bewertet. Die Lehrzufriedenheit wurde primär durch den wahrgenommenen Kompetenzzuwachs und die didaktische Qualität bestimmt. Die Materialqualität beeinflusste vor allem die Praxisrelevanz und spezifische Lerngewinne im zweiten Kursteil, nicht jedoch die Gesamtzufriedenheit. Der subjektiv erlebte Kompetenzzuwachs stellt damit einen zentralen Determinanten der Lehrbewertung dar, während strukturelle Materialverbesserungen allein keine höhere Zufriedenheit garantieren.

## Abb. 1

Tabelle 1: Deskriptive Statistik und Reliabilität

	M	SD	Min	Max	Md	$\alpha$
Lehrzufriedenheit	1,25	,46	1,0	3,0	1,0	,80
Wahrgenommener Kompetenzzuwachs - Teil 1 (Versorgung unbezahnter UK)	2,23	,60	1,0	4,0	2,33	,77
Wahrgenommener Kompetenzzuwachs - Teil 2 (Pick-up-Abformung)	1,57	,42	1,0	2,33	1,67	,69
Wahrgenommener Kompetenzzuwachs - gesamt	2,15	,30	1,50	2,83	2,17	,79
Didaktische Qualität	1,58	,45	1,0	2,50	1,50	,70
Materialqualität	1,31	,42	1,0	2,0	1,0	,77
Praxisrelevanz	1,49	,54	1,0	2,50	1,50	,66
Gesamtbewertung (0-10)	8,53	1,06	5,0	10,0	9,0	

$n = 36$ , M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum, Md = Median,  $\alpha$  = Cronbach's Alpha

## Abb. 2

Tabelle 2: Korrelationsmatrix

Variablen		LZ	WK_T1	WK_T2	WK	DQ	MR	PR	Gesamtbewertung
LZ	$r_s$	1,0							
	p								
WK_T1	$r_s$	,525	1,0						
	p	,001							
WK_T2	$r_s$	,261	,525	1,0					
	p	,124	,001						
WK	$r_s$	,513	,502	,643	1,0				
	p	,001	,002	<.001					
DQ	$r_s$	,365	,257	,306	,180	1,0			
	p	,029	,130	,070	,294				
MR	$r_s$	,046	,008	,354	,115	,273	1,0		
	p	,790	,961	,034	,506	,107			
PR	$r_s$	,055	,154	,340	,094	,145	,341	1,0	
	p	,755	,376	,046	,592	,405	,045		
Gesamtbewertung	$r_s$	-,589	-,472	-,515	-,365	-,447	-,260	-,309	1,0
	p	<.001	,004	,001	,029	,006	,126	,071	

$n = 36$ , LZ = Lehrzufriedenheit, WK\_T1 = wahrgenommener Kompetenzzuwachs Teil 1, WK\_T2 = wahrgenommener Kompetenzzuwachs Teil 2, WK = wahrgenommener Kompetenzzuwachs gesamt, DQ = Didaktische Qualität, MR = wahrgenommene Materialqualität, PR = Praxisrelevanz

## **KV41**

### **Ergebnisse der Literaturrecherche im Rahmen der S3-Leitlinienerstellung zur prothetischen Versorgung der bilateral verkürzten Zahnreihe**

**Luthardt R. G.<sup>1</sup>, Hönes-Dawid M. T.<sup>1</sup>, Blender S. M.<sup>1</sup>, Scheu S. M.<sup>1</sup>, Wagner M. R.<sup>1</sup>, Rudolph H.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Ulm, Zahnärztliche Prothetik, Ulm, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Mit einer S3-Leitlinie zur prothetischen Versorgung der bilateral verkürzten Zahnreihe, im Sinne einer Kennedy Klasse I, soll ein multiprofessioneller und patientenzentrierter Ansatz verfolgt werden, auf Basis dessen eine verbesserte Versorgungsqualität und Kommunikation zwischen allen Beteiligten gefördert werden soll.

#### **Methoden**

Ausgehend von den in der multizentrischen, klinischen RaSDA-Studie (Randomized Shortened Dental Arch Study) zu Therapiemöglichkeiten der über 15 Jahre hinweg gewonnenen Erkenntnissen wurde als Grundlage für die Erstellung einer S3-Leitlinie zur prothetischen Versorgung der bilateral verkürzten Zahnreihe im Sinne einer Kennedy Klasse I zunächst eine systematische Literaturrecherche in zwei Datenbanken (Pubmed und Cochrane) durchgeführt. In Arbeitsgruppen erfolgte die Auswahl von Artikeln in deutscher und englischer Sprache auf Basis der Ein- und Ausschlusskriterien. Informationen zu abnehmbaren und festsitzenden Versorgungsformen, zu dem Konzept der verkürzten Zahnreihe und der möglichen Einbindung von Implantaten wurden extrahiert und zusammengefasst.

#### **Ergebnisse**

Die Auswahl der geeigneten Versorgungsform sollte individuell und unter Berücksichtigung biologischer, technischer und patientenbezogener Faktoren erfolgen.

Eine etablierte Versorgungsoption stellen, aufgrund der belegten, guten Überlebensraten, herausnehmbare Teilprothesen eine dar. Mit zunehmender Tragedauer steigt jedoch das Risiko eines Pfeilerzahnverlustes. Biologische Komplikationen und technische Komplikationen erfordern ein angepasstes Nachsorgeintervall.

Eine Alternative stellen festsitzende Versorgungen, Adhäsiv- oder Extensionsbrücken sowie Kronen- und Brückenversorgungen, dar. Im Rahmen des SDA-Konzepts (Shortened Dental Arch) ist jedoch mit einem erhöhten Risiko für Pfeilerzahnverlust und Knochenabbau, insbesondere bei vorangegangener parodontaler Erkrankung, zu rechnen. Bereits bei der Planung sollte die Anzahl der Pfeilerzähne sowie technische Risiken berücksichtigt werden.

Implantatgetragene Versorgungen zeigten positive Effekten auf Lebensqualität, Kauvermögen, Ästhetik und Prothesenstabilität. Biologische und technische Komplikationen sind wiederum zu beachten. Zementierte Konstruktionen im

posterioren Unterkiefer können gegenüber verschraubten empfohlen werden. In der subjektiven, patientenseitigen Bewertung implantatgestützter Freundprothesen zeigte sich eine signifikante Verbesserungen der patientenberichteten Ergebnisse (PROMs, patient related outcome measures) im Vergleich zu konventionellen Teilprothesen.

Literatur zur Wiederherstellung einer verkürzten Zahnreihe unter Einbeziehung von Implantaten fehlt vollständig. Alle Therapiemöglichkeiten zeigten unabhängig von der gewählten Versorgungsform eine Verbesserung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (OHRQoL).

### **Schlussfolgerung**

Auf Basis der recherchierten Literatur kann als Kernempfehlung abgeleitet werden, dass die Patientenpräferenz im Sinne des Shared Decision Making in die Therapieentscheidung einbezogen werden soll. Damit soll eine individuelle, bedarfsgerechte Versorgung gefördert werden. Lebensqualität, ästhetische Erwartungen, Myoarthropathie-Symptomatik sowie subjektives Kauvermögen sind im Vorfeld der Therapie zu erfassen und in die Planung einzubeziehen, um die Versorgungsqualität und Patientenzufriedenheit zu verbessern und Risiken zu minimieren.

### **KV42**

#### **Epidemiologische Trends der Mundgesundheit und ihre Auswirkungen auf die prothetische Versorgung – Ergebnisse der DMS 6**

**Samietz S.<sup>1</sup>, Wöstmann B.<sup>2</sup>, Kuhr K.<sup>3</sup>, Jordan A. R.<sup>3</sup>, Nitschke I.<sup>4,5</sup>, Stark H.<sup>6</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Greifswald, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Alterszahnmedizin und medizinische Werkstoffkunde, Greifswald, Deutschland; <sup>2</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Gießen, Deutschland; <sup>3</sup> Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Köln, Deutschland; <sup>4</sup> Universitätszahnmedizin Leipzig, 50931 Köln, Deutschland. <sup>4</sup> Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, Department für Kopf- und Zahnmedizin, Leipzig, Deutschland; <sup>5</sup> Medizinische Hochschule Brandenburg, Poliklinik für zahnärztliche Prothetik und Seniorenzahnmedizin, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Brandenburg a.d. Havel, Deutschland; <sup>6</sup> Universitätsklinikum Bonn, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffwissenschaften, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Bonn, Deutschland**

Fragestellung: Die Mundgesundheit spielt eine zentrale Rolle für das allgemeine Wohlbefinden. Welche Veränderungen der Mundgesundheit in Deutschland zeigt die DMS 6 und welche Konsequenzen ergeben sich daraus für die prothetische Versorgung?

Methoden: Die DMS • 6 ist eine bevölkerungsrepräsentative oralepidemiologische Studie zur Erfassung der Mundgesundheit in Deutschland. Daten von 927 Erwachsenen (35-44 Jährige) und 797 Seniorinnen und Senioren (65- bis 74-Jährige) wurden von kalibrierten Untersuchern erhoben. Die Methodik entspricht weitgehend den Vorläuferstudien.

Ergebnisse: In der Seniorengruppe (65- bis 74-Jährige) hat sich die Zahnlosigkeit mit 5,0 % gegenüber der Fünften Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS V) (12,4 %, 2014) mehr als halbiert. Die mittlere Anzahl fehlender Zähne (8,6) hat sich weiter verringert im Vergleich zur DMS IV (14,1) und DMS V (11,1). Die Prävalenz der Wurzelkaries mit 52,6 % stieg im Vergleich DMS IV (28,0 %). Die Karieserfahrung (DMFT 17,6) hingegen hat sich zur DMS V (17,7) kaum verändert. Jede/-r zweite 65- bis 74-Jährige hatte eine moderate Parodontitis (49,4 %) und fast jede/r Dritte (30,4 %) eine schwere Parodontitis. Aufgrund der niedrigen Prävalenz von Zahnlosigkeit bei den Erwachsenen spielt der abnehmbare Zahnersatz in dieser Gruppe keine Rolle, während er bei den Seniorinnen und Senioren – vornehmlich als Kombinationsersatz – dominiert. Die Prävalenz festsitzender, teilweise implantatgestützter prothetischer Versorgungen steigt weiter an. Die beobachtete Verschiebung der prothetischen Leitversorgung vom abnehmbaren zum festsitzenden Zahnersatz sowie die steigende Prävalenz der implantatprothetischen Versorgungen.

Schlussfolgerungen: Es bleiben mehr Zähne bis ins hohe Lebensalter erhalten, daher liegen die Herausforderungen bei der zahnmedizinischen Therapie u. a. bei der Behandlung von Parodontalerkrankungen, Wurzelkaries und beim abnehmbaren Zahnersatz, der auch im hohen Alter von Patientinnen/Patienten und dem unterstützenden Umfeld ein- und ausgliederbar sein muss.

## **KV43**

### **Übereinstimmung von CAD/CAM gefertigten Restaurationen und der klinischen Situation**

**Radimersky L.<sup>1</sup>, Ruge S.<sup>2</sup>, Kordaß B.<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup> freie Praxis in Kooperation mit Universität Greifswald, Velten, Deutschland; <sup>2</sup> Universität, Abteilung für zahnärztliche Prothetik, Abteilung für Digitale Zahnmedizin – Okklusions- und Kaufunktionstherapie, Greifswald, Deutschland**

L. Radimersky (1), B. Kordaß (2), S. Ruge (3)

1 Zahnarztpraxis Mario Baczinski, Hauptstrasse 15 in 16567 Mühlenbeck (Deutschland), angestellter Zahnarzt, Email: lars.radimersky@gmail.com

2 Universitätsmedizin Greifswald, Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Abteilung für Digitale Zahnmedizin – Okklusions- und Kaufunktionstherapie, Walter-Rathenau-Straße 42a in 17475 Greifswald (Deutschland), Email: kordass@uni-greifswald.de

3 Universitätsmedizin Greifswald, Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Abteilung für Digitale Zahnmedizin – Okklusions- und Kaufunktionstherapie, Walter-Rathenau-Straße 42a in 17475 Greifswald (Deutschland), Email: sebastian.ruge@uni-greifswald.de

Die moderne Zahnmedizin setzt heute auf abdruckfreie, vollkeramische Versorgungen, die den Wünschen der Patienten nach zahnfarbenden Restaurationen innerhalb kürzester Zeit gerecht werden. Der Markt hält eine Vielzahl an vollkeramischen Materialien bereit, aber einen "Allrounder" unter den Materialien ist nicht existent.

#### *Fragestellung:*

Im Rahmen des Qualitätsmanagements der Praxis sollte geklärt werden, warum es CEREC Restaurationen gibt, die besser und andere, die schlechter passten. Dazu standen wurden Patientenfälle des Praxisalltags zur Verfügung analysiert.

#### *Methode:*

Eingeschlossen waren nur Restaurationen, die die Kaufläche komplett fassten (Kronen, Teilkronen, Implantatkronen, Brückenanker und Brückenzwischenglieder). Dabei wurden vier Materialien (IPS e.max CAD, Tessera, MTL Zirconia mono, IPS e.max ZirCAD) in die Untersuchung eingeschlossen.

Nach dem maschinellen Schleifen bzw. Fräsen der Keramik wurde diese mit einem Polierernachbearbeitet, wo sie nach Empfinden des Behandlers, an Stellen die zu voluminös oder zu bauchig waren, nachbearbeitet. Anschließend erfolgte die Fertigstellung mit Krsitallisation/Sinter, Glanz- und Malbränden. Nach Insertion der keramischen Versorgungen erfolgte abermals ein Scan der intraoralen Situation. Softwarebasiert Mit Hilfe des Programms GOM Inspect wurden konnte die virtuell konstruierten mit den im Mund eingesetzten Krone Versorgungen verglichen werden. Dazu wurden jeweils vergleichbare Messpunkte definiert gleichen selbstdefinierten Punkte betrachtet.

#### *Ergebnisse:*

Es wird wurde deutlich, dass die Nachbearbeitung einen Einfluss auf die Passung der CEREC Versorgungen hat. Bei Betrachtung der Okklusalfächen zeigten sich Abweichungen zwischen der virtuellen und der in-vivo Situation, so passten Restaurationen aus Tessera und IPS e.max CAD besser als aus den beiden Zirkondioxid aus Cerec MTL Zirconia (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 6 - 8 Gew.-%) oder IPS emax ZirCAD (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: > 4,5 - ≤ 6,0 Gew.-%). Bezogen auf die Indikation passten Einzelkronen besser als Teilkronen. Implantatkronen sitzen saßen etwas unter der virtuell berechneten Position.

#### *Schlussfolgerung:*

Es konnte mit Messwerten dargestellt werden, warum Zirkondioxid musste in dieser Untersuchung stärker eingeschliffen werden musste als Tessera oder IPS e.max CAD, und dass Teilkronen müssen weniger planbar aus der virtuellen Situation in die Realität überführt werden konnten stärker eingeschliffen werden als Einzel- bzw.

Implantatkronen. Die Untersuchung zeigt für ein Praxis-Setting ein Analyseverfahren, mit dessen Hilfe der Herstellungsprozess verbessert werden kann.

## **KV44**

### **KI-gestützte Rekonstruktion von Oberkiefer-Totalprothesenbasen – eine prospektive klinische Machbarkeitsstudie**

**Burkhardt F.<sup>1</sup>, Saleh O.<sup>1</sup>, Metzger M. C.<sup>2</sup>, Kernen-Gintaute A.<sup>1</sup>, Spies B. C.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Freiburg, Zahnärztliche Prothetik, Freiburg i.Br., Deutschland; <sup>2</sup> Universitätsklinikum Freiburg, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Freiburg i.Br., Deutschland**

#### **Fragestellung**

Digitale Workflows zur Herstellung von Totalprothesen sind etabliert, erfordern jedoch weiterhin konventionelle Funktionsabformungen, da intraorale Scanner die dynamische Weichgewebesituation zahnloser Kiefer nicht adäquat erfassen können. Ziel dieser prospektiven klinischen Machbarkeitsstudie war es, ein generatives KI-Modell zu entwickeln, das aus intraoralen Scandaten automatisch Oberkiefer-Totalprothesenbasen rekonstruieren kann. Hierbei lag der Fokus im Bereich der funktionellen Prothesenränder.

#### **Methoden**

Bei 79 Patientinnen und Patienten wurden der zahnlose Oberkiefer sowie die passende Totalprothese mittels intraoralem Scanner digitalisiert. Aus den STL-Daten wurden Punktwolken generiert und zur Entwicklung eines generativen Deep-Learning-Modells auf Basis einer erweiterten PointNet++-Architektur mit speziellem Border-Attention-Mechanismus verwendet. Die Rekonstruktionsgenauigkeit wurde anhand geometrischer Fehlermaße (Chamfer Distance, Hausdorff-Distanz, Root Mean Square Error (RMSE) sowie Precision-Recall-Analysen) evaluiert. Bei drei zufällig ausgewählten Probanden wurden KI-generierte Prothesenbasen additiv gefertigt und klinisch evaluiert.

#### **Ergebnisse**

Das entwickelte KI-Modell zeigte eine stabile Konvergenz des Lernprozesses und eine hohe geometrische Übereinstimmung mit den Referenzprothesen. Im unabhängigen Testdatensatz betragen die mittlere Chamfer-Distanz 2,64 und die Hausdorff-Distanz 2,42. Die F-Scores stiegen mit zunehmender Toleranz auf 0,80 bei 0,5 mm und 0,95 bei 2,0 mm. Die RMSE-Werte der klinisch geprüften Prothesen lagen zwischen 0,23 und 0,33. Die additiv gefertigten KI-Prothesen zeigten eine klinisch akzeptable Passung und Stabilität, wiesen jedoch eine geringere Retention als die konventionell hergestellten Prothesen auf.

#### **Schlussfolgerungen**

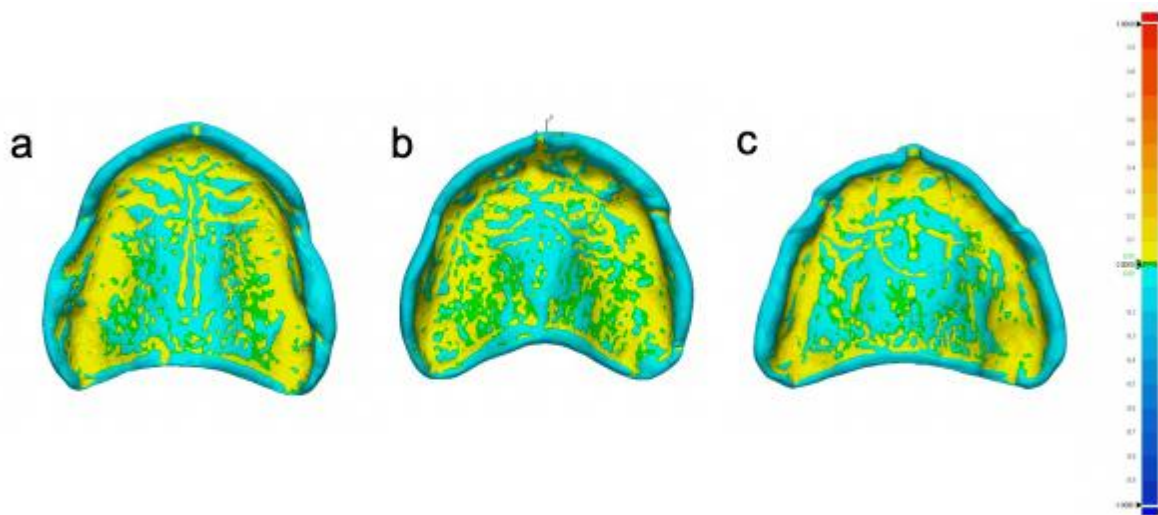
Die Ergebnisse zeigen, dass eine KI-basierte Rekonstruktion von Oberkiefer-Totalprothesenbasen aus intraoralen Scans mit klinisch akzeptabler Genauigkeit möglich ist. Trotz bestehender Limitationen hinsichtlich der Datensatzgröße stellt

dieser Ansatz einen wichtigen Schritt in Richtung einer vollständig automatisierten digitalen Herstellung von Totalprothesen dar.

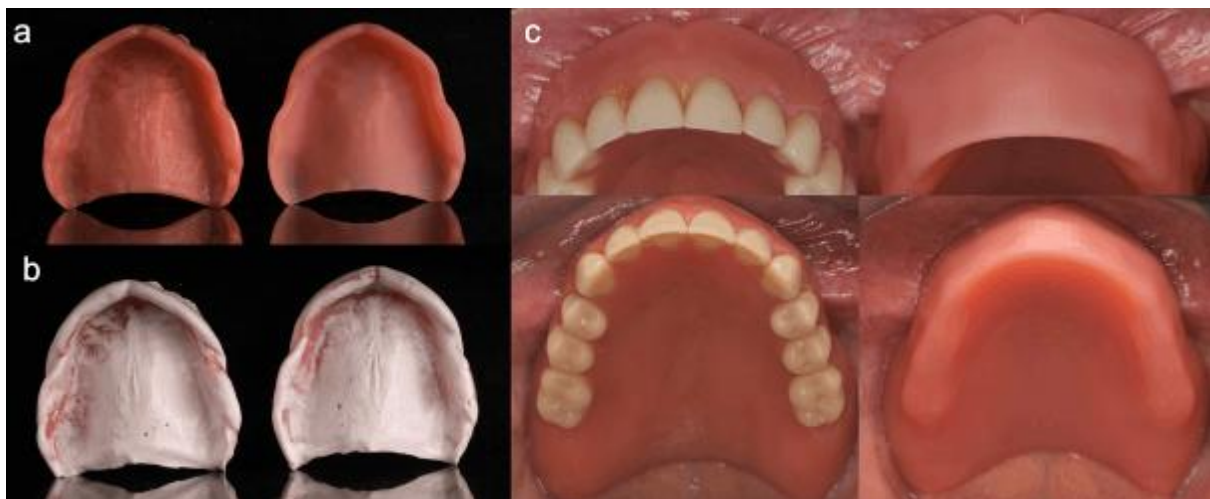
**Abbildung 1.** Rekonstruktionsgenauigkeit der generierten Prothesenbasen im Vergleich zu konventionellen Kontrollprothesen für drei zufällig ausgewählte Patienten. Der Root Mean Square Error (RMSE) beträgt für die drei Prothesen: 0,28 (a), 0,23 (b) und 0,33 (c).

**Abbildung 2.** Vergleich der Prothesenbasen eines zufällig ausgewählten Patienten (Nr. 19): a) konventionell gefertigte Originalprothese (links) und KI-generierte Prothesenbasis (rechts); b) visuelle Beurteilung der Passgenauigkeit der Prothesenbasis mithilfe eines Vinylpolyether-Materials (Originalprothese links; KI-generierte Prothesenbasis rechts), c) klinische Anprobe der konventionellen Originalprothese (links) und KI-generierten Prothesenbasis (rechts)

**Abb. 1**



**Abb. 2**



## **KV45**

### **Automatisierte Erzeugung von CAD-Modellen natürlicher Zähne aus gescannten Kronen und Finite-Elemente-Analyse**

**Roffmann O.<sup>1</sup>, Stiesch M.<sup>1</sup>, Greuling A.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland**

**Fragestellung:** Wie lässt sich ein Zahnmodellgenerator entwickeln und einsetzen, um Zahnvarianten mit unterschiedlichen Merkmalen zu erzeugen? Wie ist der Einfluss der verschiedenen Merkmale auf die Spannungen im alveolaren Knochen und im parodontalen Ligament (PDL) unter Kaubelastung?

**Methoden:** Dieser Beitrag stellt einen automatisierten, regelbasierten und parametrisierbaren CAD-Modellgenerator für natürliche Zähne vor, der in Rhino/Grasshopper implementiert wurde. In dieser Studie wurden mehrere Varianten eines ersten rechten Oberkieferprämolaren (14) aus derselben, mittels Intraoralscan erfassten Krone generiert. Die Generierung beinhaltet die automatische Zuordnung von Zahnschmelz, Dentin und Pulpa. Die Varianten unterschieden sich in der Anzahl der Wurzeln und in der Wurzellänge. Mithilfe der FEM wurde der Einfluss der Zahngeometrie, der Dicke des PDL, des Materialverhaltens des PDL (linear-elastisch bzw. hyperelastisch) sowie des klinischen Attachmentverlusts (CAL) auf die Spannungen im Knochen unter Krafteinleitung untersucht. Als Antagonisten dienten ein erster rechter Unterkieferprämolare (44) und ein zweiter rechter Unterkieferprämolare (45). Die Zähne wurden jeweils mit PDL in Knochensegmente des Ober- bzw. Unterkiefers eingesetzt.

**Ergebnisse:** Mit dem CAD-Modellgenerator konnten erfolgreich simulationstaugliche Varianten von Zahn 14 erstellt werden. Ein größerer klinischer Attachmentverlust führte zu höheren Druckspannungen im Knochen und im PDL. Eine dickere PDL-Schicht führte zu höheren Druck- und Zugspannungen im Knochen. Längere Wurzeln führten zu höheren Zug- und Druckspannungen im Knochen und im PDL, während kürzere Wurzeln zu höheren Druckspannungen im PDL führten. Die Anzahl der Wurzeln zeigte keinen eindeutig zuordenbaren Einfluss auf die Spannungen im Knochen und im PDL.

**Schlussfolgerungen:** Der vorgestellte Modellgenerator ermöglicht die reproduzierbare und effiziente Erstellung simulationsfähiger Zahnvarianten aus einer gescannten Krone und schafft damit eine geeignete Grundlage für FEM-Studien, indem er die schnelle Untersuchung unterschiedlicher Zahndesigns erlaubt. Die Simulationen zeigen, dass insbesondere ein zunehmender klinischer Attachmentverlust sowie eine größere PDL-Dicke zu erhöhten Spannungen im Knochen sowie im PDL führen. Zudem beeinflusst die Wurzellänge die Spannungen im Knochen und im PDL. Somit unterstützt der Modellierungsansatz die Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Merkmale auf die mechanische Belastung.

## **KV46**

### **Einfluss unterschiedlicher Strategien der virtuellen Interokklusalregistrierung auf die Genauigkeit der maxillomandibulären Zuordnung bei vollständig bezahnten Situationen – Eine In-vitro-Studie**

**Matta R.<sup>1</sup>, Förtsch F.<sup>1</sup>, Susanne Pfeuffer S.<sup>1</sup>, Wichmann M.<sup>1</sup>, Ries J.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Erlangen, Zahnärztliche Prothetik, Erlangen, Deutschland**

#### **Fragestellung:**

Ziel dieser In-vitro-Studie war es, den Einfluss unterschiedlicher Strategien der virtuellen Interokklusalregistrierung (VIR) auf die Genauigkeit der maxillomandibulären Zuordnung in vollständig bezahnten Situationen zu untersuchen. Verglichen wurden eine bilaterale bukkale Registrierung (BBR), eine unilaterale bukkale Registrierung (UBR) sowie eine anteriore Registrierung (AR).

#### **Material und Methode:**

Ein paariges, vollständig bezahntes Kunststoffmodell von Ober- und Unterkiefer wurde unter Anwendung von Mittelwertartikulationsparametern im Artikulator montiert. Die Okklusion wurde anschließend kontrolliert angepasst, um pro Zahn mindestens einen stabilen und reproduzierbaren Okklusionskontakt sicherzustellen und damit eine standardisierte Ausgangssituation zu etablieren. Die Modelle wurden mit drei unterschiedlichen Intraoralscannern digitalisiert (Primescan, TRIOS 4, iTero Element). Für jede Scanner-Registrierungs-Kombination wurden 15 virtuelle Interokklusalregistrierungen durchgeführt. Während der Registrierung wurde eine definierte vertikale Kraft von 50 N appliziert. Als Referenz diente ein virtuelles Modell, das mittels eines industriellen Hochpräzisionsscanners erzeugt wurde. Die Abweichungen zwischen Test- und Referenzdatensätzen wurden nach dreidimensionaler Superimposition sowohl über den gesamten Zahnbogen als auch regionsspezifisch (anterior und posterior) analysiert. Die statistische Auswertung erfolgte mittels multifaktorieller Varianzanalyse mit entsprechender Post-hoc-Korrektur.

#### **Ergebnisse:**

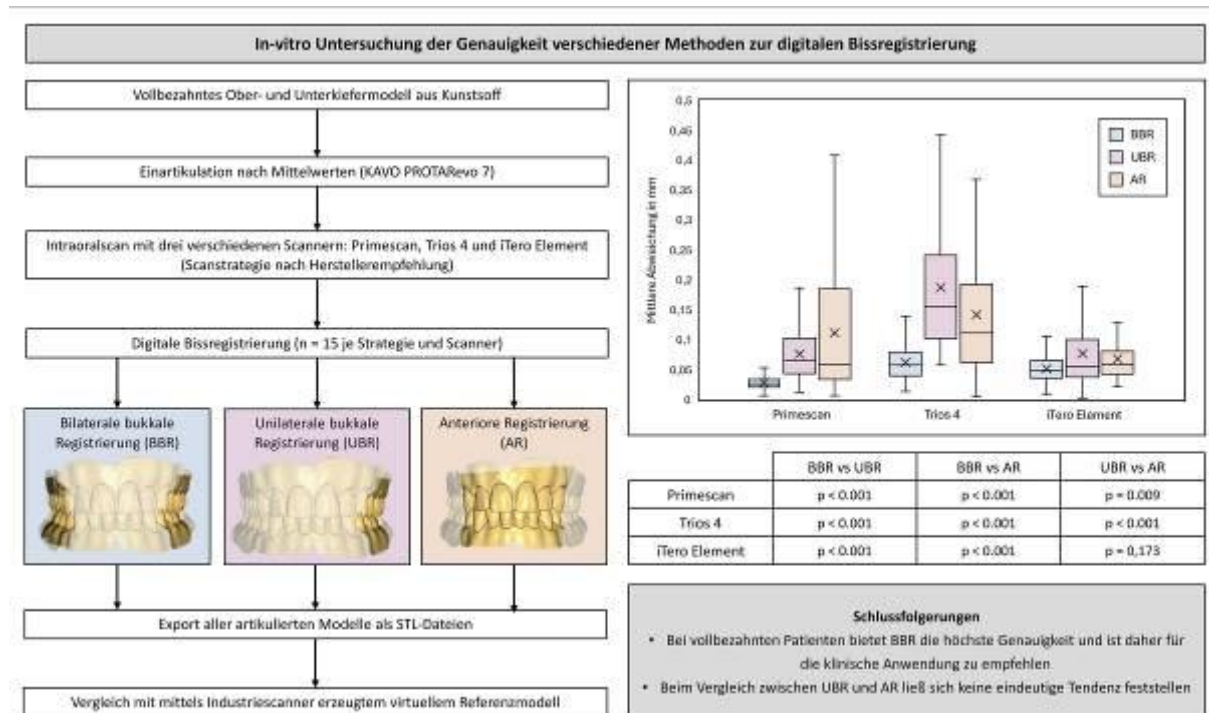
Die Strategie der virtuellen Interokklusalregistrierung zeigte einen signifikanten Einfluss auf die Genauigkeit der maxillomandibulären Zuordnung ( $p < 0,001$ ). Unabhängig vom verwendeten Scanner wies die bilaterale bukkale Registrierung die geringsten Abweichungen auf und war signifikant genauer als UBR und AR. Bei der unilateralen Registrierung nahm die Genauigkeit mit zunehmender Entfernung von der Registriereseite ab. Die anteriore Registrierung zeigte im Frontzahnbereich geringere Abweichungen, jedoch signifikant höhere Diskrepanzen in den posterioren Abschnitten.

#### **Schlussfolgerung:**

In vollständig bezahnten Situationen ermöglicht die bilaterale bukkale virtuelle Interokklusalregistrierung die höchste Genauigkeit der maxillomandibulären

Zuordnung. Bei limitierten Registrierungsstrategien sind positionsabhängige Ungenauigkeiten zu erwarten, die insbesondere in posterioren Bereichen klinisch relevant sein können.

**Abb. 1**



## KV47

### Large Language Models in der digitalen Prothetik – Eine Pilotstudie zur sprachbasierten Steuerung geometrischer Parameter zum Design von Zahnersatz

Raith S.<sup>1,2</sup>, Jaganathan S.<sup>2</sup>, Reich S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Aachen, Deutschland; <sup>2</sup> Inzipio, Aachen, Deutschland; <sup>3</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet für Computergestützte Zahnmedizin, Aachen, Deutschland

Fragestellung:

Large Language Models (LLMs) stellen derzeit die am weitesten verbreitete Form künstlicher Intelligenz dar und haben bereits in zahlreichen Disziplinen Einzug gehalten. Parallel entwickelt sich eine zunehmend agentische Arbeitsweise, bei der KI-Systeme nicht nur analysieren, sondern aktiv mit digitalen Werkzeugen interagieren. Für die Zahnmedizin bietet diese Entwicklung attraktive Perspektiven. Ziel dieser Pilotstudie war es daher, die grundsätzliche Möglichkeit einer strukturierten Interaktion zwischen LLMs und den zahnmedizinischen morphologischen Daten im Rahmen des virtuellen Zahnersatzdesigns zu untersuchen.

## Methoden:

Untersucht wurde die sprachbasierte Steuerung geometrischer Parameter zum digitalen Design einer Einzelzahnkrone, wie sie im etablierten CAD/CAM-Workflow eingesetzt wird. Hierzu wurde eine exemplarische Geometrie erstellt und diese in Bezug zu medizinischen Fachtermini formvariabel gestaltet. Über Eingaben in natürlicher Sprache in Wort und Schrift konnten die definierten morphologischen Parameter unmittelbar in Echtzeit in das digitale Planungsmodell übertragen werden. Evaluiert wurden unterschiedliche aktuelle LLMs (GPT-OSS-20B, GPT-OSS-120B und Gemini 3 Flash Preview).

Die Nutzeranweisungen wurden entsprechend dem klinischen Design-Workflow in drei Aufgabengruppen strukturiert: Steuerung der Darstellung, Transformationen (Translation und Rotation) sowie morphologische Formveränderungen. Für jede Aufgabengruppe wurden 25 exemplarische Anfragen definiert, bestehend aus 10 direkt formulierten Parameteranweisungen und 15 klinisch formulierten Anweisungen unter Verwendung zahnmedizinischer Terminologie. Insgesamt ergaben sich 75 englischsprachige Prompts, die identisch ins Deutsche übertragen wurden, sodass pro Modell 150 Anweisungen evaluiert wurden.

Primärer Endpunkt war die Gesamtgenauigkeit, definiert als Anteil der Nutzeranweisungen, die zur intendierten geometrischen CAD-Modifikation führten. Zusätzlich wurde die mittlere Antwortzeit pro Modell erfasst.

## Ergebnisse:

Alle drei Modelle überführten zahnmedizinische Nutzeranweisungen zuverlässig in geometrische CAD-Modifikationen über alle Aufgabengruppen hinweg. Die höchste Gesamtgenauigkeit erreichte Gemini 3 Flash Preview mit 94,0 % (EN 94,7 %, DE 93,3 %; 1,53 s mittlere Latenz), gefolgt von GPT-OSS-120B mit 92,0 % (EN 93,3 %, DE 90,7 %; 0,54 s) und GPT-OSS-20B mit 88,0 % (EN 89,3 %, DE 86,7 %; 0,38 s).

Direkt formulierte Anweisungen wurden mit 93,3 % - 100,0 % Genauigkeit umgesetzt, während klinisch formulierte Anweisungen eine geringfügig niedrigere, jedoch stabile Genauigkeit von 84,4 % - 90,0 % erreichten. Englische Prompts zeigten modellübergreifend eine leicht höhere Genauigkeit als deutsche, bei insgesamt hoher bilingualer Leistungsfähigkeit.

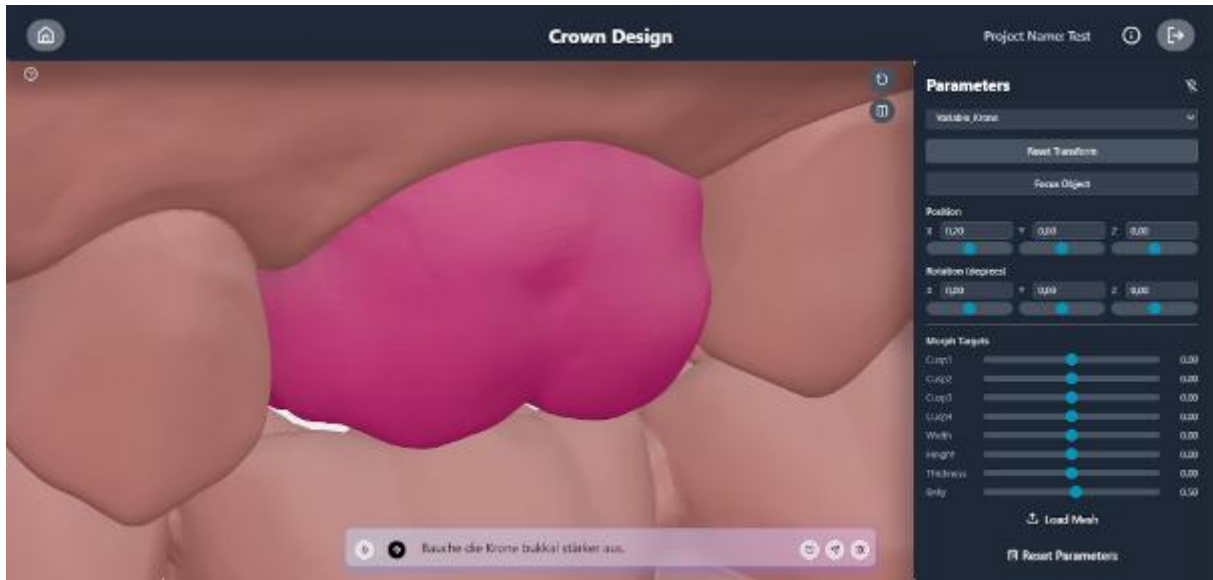
## Schlussfolgerungen:

Die Ergebnisse belegen das Potenzial von Large Language Models als agentische Schnittstelle zwischen klinischer Sprache und digitaler Konstruktionsumgebung. Mit Gesamtgenauigkeiten bis 94 %, Latenzzeit unter einer Sekunde bei den schnellsten Modellen und stabiler bilingualer Performance zeigt sich die sprachgeführte CAD-Steuerung als technisch realisierbar und klinisch relevant. Dieses Konzept eröffnet neue Möglichkeiten einer terminologiebasierten Mensch-Maschine-Interaktion in der digitalen Prothetik und könnte zukünftige CAD-gestützte Restaurationsworkflows maßgeblich beeinflussen.

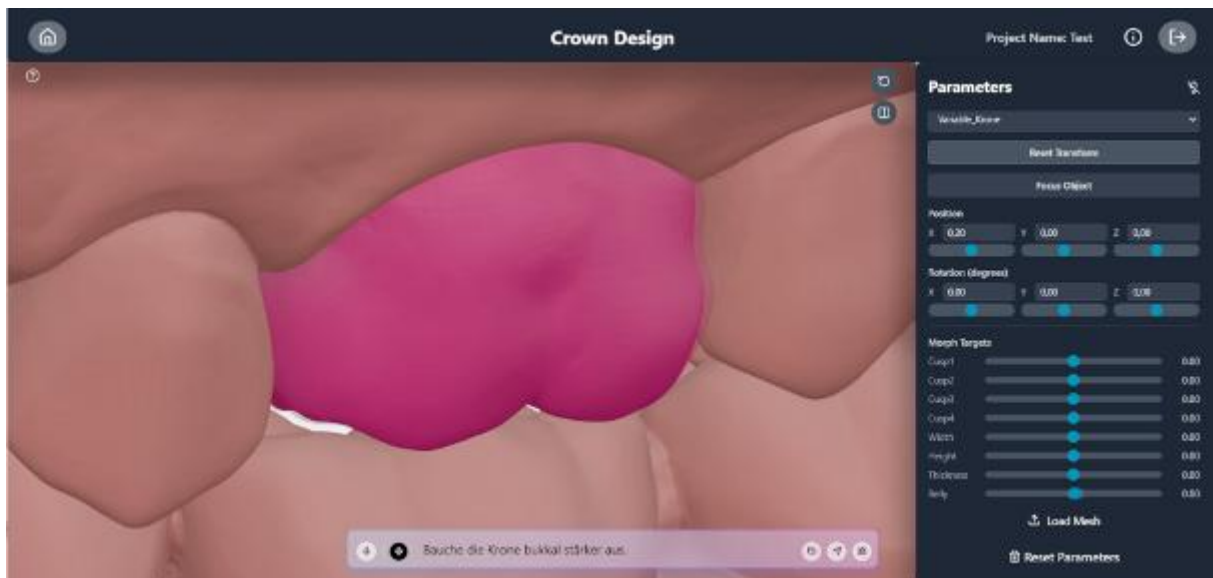
## Bildunterschriften:

1. Ausgangslage mit Visualisierung des Designs des Zahnersatzes mit Unterinterface zur direkten Spracheingabe, optional über Textfeld oder direkte Sprachaufnahme
2. Darstellung der veränderten Geometrie der Krone in halbtransparenter Darstellung. Die beschriebene Anforderung konnte verstanden und in eine konkrete Handlungsanweisung zur Modifikation der Form überführt werden.

**Abb. 1**



**Abb. 2**



## **KV48**

### **Künstliche Intelligenz in der Zahnersatzplanung**

**del Hougne M.<sup>1</sup>, Di Lorenzo I.<sup>1</sup>, Schmitter M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Würzburg, Zahnärztliche Prothetik, Würzburg, Deutschland**

#### Fragestellung

Die Zahnersatzplanung stellt einen komplexen klinischen Entscheidungsprozess dar, bei dem individuelle Befundkonstellationen unter Berücksichtigung etablierter Versorgungsrichtlinien in einen konsistenten Heil- und Kostenplan überführt werden. Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob ein künstliches neuronales Netzwerk (KNN) diesen Planungsprozess datenbasiert erlernen und mit hoher Genauigkeit reproduzieren kann.

#### Methoden

Insgesamt wurden 7675 anonymisierte Datensätze zu Heil- und Kostenplänen des Universitätsklinikums Würzburg aus dem Zeitraum vom 01.10.2016 bis 01.12.2025 analysiert. Jeder Datensatz umfasste ein strukturiertes Befundschema sowie die zugehörige Regelversorgung. Auf dieser Grundlage wurden verschiedene KNN-Architekturen entwickelt und trainiert, darunter dichte Netzwerke, Convolutional Neural Networks (CNN) und bidirektionale Long Short-Term Memory-Netzwerke (BiLSTM).

Die Modellleistung wurde in Abhängigkeit von der Größe des Trainingsdatensatzes sowie der gewählten Architektur evaluiert. Zur Erweiterung der Trainingsbasis wurden Maßnahmen zur Datenaugmentation eingesetzt, darunter die Spiegelung von Zahnbefunden sowie die Generierung synthetischer Datensätze mittels eines Variational Autoencoders (VAE). Der Einfluss synthetischer Trainingsdaten auf die Modellperformance wurde systematisch untersucht.

Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS. Neben der deskriptiven Statistik wurde die Normalverteilung der Daten überprüft. Zur Prüfung der Varianzhomogenität wurde der Levene-Test durchgeführt. Abhängig von den Voraussetzungen erfolgte anschließend eine einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) bzw. bei Verletzung der Varianzhomogenität eine Welch-ANOVA. Post-hoc-Analysen wurden mittels Tukey-Tests beziehungsweise Games-Howell-Test durchgeführt.

#### Ergebnisse

Die Modellleistung stieg mit zunehmender Trainingsdatensatzgröße signifikant an. Bei einer Trainingsgröße von 13000 Fällen wurde eine maximale zahnweise Genauigkeit von 94,47 % ( $\pm 0,23$  %) sowie eine exakte Fallgenauigkeit von 46,63 % ( $\pm 1,77$  %) erreicht. Der Makro-F1-Score betrug 0,555 ( $\pm 0,022$ ).

Im Architekturvergleich erzielte ein erweitertes bidirektionales LSTM-Modell die beste Performance (zahnweise Genauigkeit 93,83 %, exakte Fallgenauigkeit 42,21 %).

Die Ergänzung synthetischer Datensätze führte nicht zu einer weiteren Steigerung der maximalen Gesamtperformance; das beste Ergebnis wurde mit ausschließlich realen Trainingsdaten erzielt (zahnweise Genauigkeit 93,93 %, exakte Fallgenauigkeit 41,10 %). Synthetische Daten zeigten jedoch Potenzial zur Stabilisierung des Trainingsprozesses und zur Abbildung seltener Befundkonstellationen.

#### Schlussfolgerung

Künstliche neuronale Netzwerke sind in der Lage, komplexe Zahnersatzplanungen aus strukturierten Befunddaten mit hoher Genauigkeit zu reproduzieren. Die erzielten Ergebnisse unterstreichen das Potenzial KI-gestützter Entscheidungsunterstützungssysteme in der prothetischen Behandlungsplanung. Weitere Studien sind erforderlich, um die klinische Validierung, Generalisierbarkeit und Integration in bestehende Versorgungsstrukturen zu evaluieren.

#### **KV49**

#### **Einsatz generativer künstlicher Intelligenz zur Kennedy-Klassifikation von teilbezahnten Kiefern**

**Hufnagel N.<sup>1</sup>, Mähling V.<sup>1</sup>, Holter J.<sup>1</sup>, Heydecke G.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Zahnärztliche Prothetik, Hamburg, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Angesichts steigender Behandlungsanforderungen und begrenzter personeller Ressourcen gewinnen die Einsatzmöglichkeiten künstlicher Intelligenz (KI) in der Medizin zunehmend an Bedeutung. Folglich ergeben sich auch in der Zahnmedizin und insbesondere in der zahnärztlichen Prothetik Anwendungsmöglichkeiten in der Diagnostik und Therapieplanung, in denen der Einsatz einer künstlichen Intelligenz nutzbringend sein könnte. Ziel dieses Forschungsprojekts war es unter anderem zu untersuchen, ob öffentlich verfügbare generative KI-Modelle teilbezahnte Kiefer gemäß der Kennedy-Klassifikation einteilen können.

#### **Methoden**

ChatGPT (OpenAI, Inc.) als bekanntes generatives KI-Modell bietet im Rahmen eines kostenpflichtigen Abonnements die Möglichkeit, Chatbots zu individualisieren und sogenannte GPTs zu erstellen. Zu Zeiten des Experiments, welches am 01.10. bis 02.11.2024 durchgeführt wurde, war die dem GPTs zugrundeliegende Version des Chatbots GPT-4o. Eine weitere, jüngere, allerdings nicht individualisierbare Version des Chatbots war o1-preview. 100 Lückengebissituationen jeweils eines Kiefers wurden anonymisiert aus 1000 realen Patientenakten der zahnärztlichen Prothetik des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf extrahiert. Im Anschluss an die Prompt-Entwicklung und Erstellung eines individualisierten GPTs, wurden o1-preview sowie dem GPTs jeweils zwei Prompts übermittelt: Ein Prompt enthielt die Auflistung der fehlenden Zähne des jeweiligen Falls mit der Aufforderung zur

Lückeneinteilung, während ein zweiter Prompt die Bestimmung der Kennedy-Klassifikation anfragte. Eine statistische Auswertung der richtigen Antworten und der erzeugten Fehler wurde durchgeführt unter Verwendung von Cohen's Kappa, McNemar's Test und standardisierten Residuen. Das Signifikanzlevel wurde auf 0.05 gesetzt.

### **Ergebnisse**

Das Modell o1-preview definierte die Hauptklasse nach Kennedy in 94 Fällen richtig, GPTs in 71 Fällen. Die Unterklasse nach Kennedy wurde anschließend von o1-preview in 90 Fällen richtig genannt, von GPTs in 40 Fällen. Ein McNemar-Test der Hauptklasse über alle 100 Fälle hinweg zeigte, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen den Klassifizierungsfähigkeiten der Modelle gibt ( $p < 0,001$ ) und dass o1-preview häufiger Fälle richtig beantwortete, die von GPTs falsch klassifiziert wurden, und umgekehrt. Das gleiche Ergebnis wurde im McNemar-Test für die Unterklasse gefunden ( $p < 0,001$ ).

### **Schlussfolgerung**

Die Ergebnisse zeigen, dass generative künstliche Intelligenz in der Lage ist die Einteilung von teilbezahnten Kiefern nach der Kennedy-Klassifikation durchzuführen, wobei signifikante Unterschiede zwischen den beiden Versionen des KI-Modells bestehen. Die rasante Weiterentwicklung der künstlichen Intelligenz beachtend, ist eine zuverlässige Integration von KI-Systemen in den zahnärztlichen Alltag denkbar. Weitere und ausgereifere Möglichkeiten des Trainings und der Individualisierung von KI-Modellen ist nötig, um einen gesicherten Einsatz dieser zu ermöglichen. Neben Themen der Datensicherheit und ethischen Fragen sind zukünftig weitere Untersuchungen nötig, um die Entwicklung und Einsatzmöglichkeiten künstlicher Intelligenz bewerten zu können.

### **KV50**

#### **Bioactive Glass Fibre Reinforced Implants for Cranio-Maxillofacial Repair**

**Pöttsch H. F.<sup>1</sup>, Irina K.<sup>1</sup>, Rashed A. M.<sup>1</sup>, Michael W.<sup>1</sup>, Thomas G.<sup>1</sup>, Cherif C.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> TU Dresden, Institut für Textilmaschinen und Textile**

**Hochleistungswerkstofftechnik, Dresden, Deutschland**

Conventional metallic and polymer-based osteosynthesis implants are characterised by their inadequate mechanical compatibility with bone tissue, particularly in cranio-maxillofacial surgery. Metallic implants often exhibit excessive stiffness, leading to stress shielding and an increased risk of postoperative periprosthetic fractures, whereas polymeric materials frequently lack the mechanical strength required to support physiological loads. Consequently, the development of novel materials with biomimetic mechanical properties, such as bioactive glasses, is of critical importance in improving the patients' healthcare.

Test specimens have been produced using a hot pressing process based on the simulation results of different fibre composite structures of a polylactic acid (PLA)

matrix reinforced with bioactive glass fibres. The mechanical properties of the composite structures were characterised using tensile tests. Additionally, the degradation and mineralisation behaviour of the fibres and composite structures was investigated. Various methods for producing hybrid yarns were developed, characterised and systematically compared for the fabrication of bioactive glass fibre (BGF)-PLA composites. Type 1-06 BGF was produced in-house at the ITM, while PLA fibres were sourced externally. Composite specimens were manufactured using a hot-melt press. The resulting samples were then subjected to tensile and three-point bending tests to determine their mechanical performance. To assess degradation behaviour, BGF, pristine PLA and BGF-PLA composites were immersed in PBS buffer and simulated body fluid at 37 °C for up to four weeks. Subsequently, the aged samples, together with non-immersed reference specimens, were tested and analysed mechanically. The results of the simulation and mechanical analysis demonstrate the presence of biomimetic bone properties. This approach involves integrating implants that could potentially mitigate stress-shielding effects in the human body. A new manufacturing process for fibre-reinforced osteosynthesis plates incorporating new bioactive glass fibres has been developed and characterised. This development improves the mechanical properties of implants and will enhance patient care.

## **KV51**

### **Kurzvortrag: Digitale Innovationen bei Obturatorversorgungen in der Defektprothetik**

**Vogler J.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Gießen, Zahnärztliche Prothetik, Gießen, Deutschland**

Die Versorgung von Patienten nach Oberkieferresectionen ist immer noch eine der größten Herausforderungen in der zahnärztlichen Prothetik. Aufgrund vielschichtiger Voraussetzungen ist es nicht immer möglich solche Defekte sekundär chirurgisch zu decken, sodass in diesen Fällen die ästhetische, funktionelle und phonetische Rehabilitation mittels einer herausnehmbaren Prothese geschehen muss. Hierbei stellt die Abformung den Schlüsselschritt dar, welcher aufgrund der anatomischen, postoperativen Situation mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist. In diesem Zusammenhang können moderne digitale Technologien wie Intraoralscanner und 3D-Drucker neue Möglichkeiten eröffnen, die die Behandlung für den Patienten sowie für den Zahnarzt signifikant verbessern.

Der Vortrag zeigt die digitalen Behandlungsinnovationen in der Defektprothetik anhand von mehreren Patientenfällen, die wir in der jüngeren Vergangenheit an unserer Poliklinik versorgt haben. Im Speziellen werden die Schlüsselstellen beleuchtet, an denen man den digitalen mit dem konventionellen Workflow verbinden kann, um so die Vorteile beider miteinander zu kombinieren. Zudem werden Vorteile in der Kommunikation mit dem Zahntechniker herausgestellt, welche durch den Echtfarbenscan erst möglich geworden sind.

## **KV52**

### **Versorgung eines extrem atrophierten Oberkiefers mit einer auf Zygomaimplantaten gestützten Defektprothese – Eine interdisziplinäre Lösung**

**Mausbach K. A.<sup>1</sup>, Wöstmann B.<sup>1</sup>, Rehmann P.<sup>1</sup>, Wilbrand J. F.<sup>2</sup>, Abrahamian W.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Zahnklinik Uni Giessen, Zahnärztliche Prothetik, Gießen, Deutschland; <sup>2</sup>**

**Diakonie Klinikum Jung-Stilling, Siegen, Deutschland**

Die Therapie von bösartigen Tumoren in der Mundhöhle erfordert oftmals ein radikales chirurgisches Vorgehen, das entweder zu einem temporären oder permanenten Kontinuitätsdefekt in der Mundhöhle führt beziehungsweise einen massiven Weichteildefekt mit sich führt. Daraus resultieren für die Patienten Einschränkungen bei der Nahrungsaufnahme, des Schluckens oder der Sprache. Zudem schränken diese Defekte die Ästhetik der Patienten erheblich ein. Um diese Defekte zu beheben, ist daher in vielen Fällen eine Obturatorversorgung unerlässlich.

Die zahnmedizinisch-prothetische Versorgung von Obturatorpatienten bedient sich dabei Therapien, die aus der konventionellen zahnmedizinischen Prothetik stammen.

In Fällen, in denen jedoch nur noch wenig Restknochen vorhanden ist, beziehungsweise keine dentale Abstützung möglich ist, ist eine Versorgung mit Obturatorprothesen oft nicht zufriedenstellend. Eine bessere Alternative kann in diesen Fällen die Versorgung eines Defektpatienten mit einem Zygomaimplantat bedeuten. Dieses ersetzt den verloren gegangenen Knochen und bietet zusätzliche Retentionsmöglichkeiten für einen Obturator.

Ein solches Beispiel ist im folgenden Fall präsentiert.

Dieser Vortrag ist im Rahmen des "Arbeitskreises Kiefer-Gesichts-Prothetik" angedacht.

## **KV53**

### **Qualität der epithetischen Versorgung aus Patientensicht: Ergebnisse einer standardisierten Befragung**

**Heinrich R.<sup>1</sup>, Reißmann D. R.<sup>1</sup>, Nebe M.<sup>1</sup>, Petzold A.<sup>1</sup>, Klapper H. U.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Leipzig AöR, Prothetik und Werkstoffkunde, Leipzig, Deutschland**

#### **Einleitung**

Unfälle, onkologische Therapien sowie angeborene Fehlbildungen können zu ausgedehnten Defekten führen, die eine funktionelle und ästhetische Rehabilitation erfordern. Veränderungen des äußeren Erscheinungsbildes haben einen erheblichen Einfluss auf die psychosoziale Anpassung und das Identitätsempfinden der Betroffenen [1]. Epithesen stellen als Alternative zur plastischen Chirurgie eine individuell anpassbare Versorgungsoption dar und können zur Verbesserung der Lebensqualität beitragen [2, 3]. Ziel dieser Befragung war es, die

Patientenzufriedenheit und wahrgenommene Versorgungsqualität im Rahmen der epithetischen Rehabilitation zu evaluieren.

## **Methodik**

Im Zeitraum von April 2023 bis Dezember 2025 wurde eine standardisierte Patientenbefragung unter den Mitgliedern des Deutschen Bundesverbands für Epithetiker (dbve) durchgeführt. Es wurde ein modifizierter Fragebogen basierend auf der "Versichertenbefragung zur erfolgten Qualitätssicherung einer Hilfsmittelversorgung" des Medizinischen Dienstes Westfalen-Lippe eingesetzt. Die Befragung umfasste Fragen zur Art und Befestigung der Epithese, zur Patientenaufklärung, zu wahrgenommenen Qualitätskriterien, zur Zufriedenheit mit der Epithese und dem Leistungserbringer sowie zur Kostenübernahme der Versorgung. Die Auswertung erfolgte deskriptiv mit der Statistiksoftware R (Version 4.5.2).

## **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 1.337 epithetisch versorgte Patienten befragt. Am häufigsten wurden Nasen- (n=659), Ohren- (n=286) oder Augenepithesen (n=190) angefertigt. Die Epithese wurde zumeist durch Implantate fixiert (66,4 %) oder durch Klebung (20,1 %). 99,3 % der Befragten gaben an, dass die Versorgungsziele und Erwartungen vor der epithetischen Versorgung mit ihnen besprochen wurden. Entscheidende Kriterien für die Qualität der epithetischen Versorgung waren aus Sicht der Patienten Passform, Ästhetik sowie Tragesicherheit. Die Mehrheit der Patienten war (auf einer Skala von 1 bis 10) sehr zufrieden mit der Passform der Epithese (MW: 9,6 ± 0,8), der Ästhetik der Epithese (MW: 9,5 ± 1,0) und dem Sicherheitsempfinden beim Tragen der Epithese (MW: 9,3 ± 1,1). Auch die Zufriedenheit mit dem Leistungserbringer war sehr hoch; 87,5 % der Patienten waren sehr zufrieden, der Mittelwert betrug 9,8 ± 0,5. Insgesamt 76 Befragte (5,7 %) gaben an, dass es seitens der Kostenträger Rückfragen oder Verzögerungen bei der Bearbeitung und/oder Kostenübernahme des Hilfsmittels gab. Als häufigste Probleme wurden die Weiterleitung an günstigere Anbieter, lange Bearbeitungszeiten sowie Ablehnungen bzw. notwendige Widerspruchsverfahren genannt.

## **Schlussfolgerungen**

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Befragten ihre Versorgung als qualitativ hochwertig einschätzen, wobei Passform, Ästhetik und Tragesicherheit als zentrale Kriterien gelten. Vereinzelt scheint es jedoch zu Problemen und Verzögerungen bei der Kostenübernahme zu kommen.

## **Literatur**

- 1 *Federspil P, Federspil PA.* Die epithetische Versorgung von kraniofazialen Defekten. HNO 1998; 46: 569–578
- 2 *Bozzato V, Bumm K, Gärtner H et al.* Die Tracheostomaepithese - eine Evaluation der Patientenzufriedenheit. HNO 2016; 64: 243–253

#### **KV54**

### **Einfluss der Implantatanzahl auf die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität nach implantatgestützter Rehabilitation des zahnlosen Oberkiefers – Systematisches Review und Metaanalyse**

**Kern J. S.<sup>1</sup>, Palmer P.<sup>1</sup>, Wolfart S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Zahnärztliche Prothetik und Biomaterialien, Zentrum für Implantologie, Aachen, Deutschland**

**Fragestellung:** Ziel dieser systematischen Übersichtsarbeit mit Metaanalyse war es, die Verbesserung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (OHRQoL) nach implantatgestützter Rehabilitation des zahnlosen Oberkiefers zu quantifizieren und zu untersuchen, ob das Ausmaß der Verbesserung mit der Anzahl der inserierten Implantate assoziiert ist.

**Methoden:** Bis Mai 2025 wurde eine systematische Literaturrecherche in fünf elektronischen Datenbanken (PubMed, MEDLINE, Embase, Scopus, CENTRAL) durchgeführt. Eingeschlossen wurden randomisiert-kontrollierte Studien sowie prospektive klinische Studien mit mindestens 10 Patientinnen und Patienten, in denen validierte patientenberichtete Outcome Measures (PROMs) vor und nach der Behandlung erhoben wurden. Das Verzerrungsrisiko wurde mithilfe von RoB 2, ROBINS-I oder MINORS bewertet. Zur Quantifizierung der Effekte wurden standardisierte Mittelwertdifferenzen (Hedges'  $g$ ) unter Verwendung eines Random-Effects-Modells berechnet. Subgruppenanalysen erfolgten nach Implantatanzahl, Prothesentyp (feststehend vs. herausnehmbar) sowie Nachbeobachtungszeitraum.

**Ergebnisse:** Insgesamt wurden 14 Studien eingeschlossen; zehn Studien mit 330 Patientinnen und Patienten gingen in die Hauptmetaanalyse ein. Alle 14 Studien wurden in die Subgruppenanalysen einbezogen. Das Gesamtverzerrungsrisiko wurde als moderat eingestuft. Die OHRQoL verbesserte sich signifikant in allen Implantatgruppen. Die größte gepoolte Effektstärke zeigte sich bei Versorgungen mit  $\geq 6$  Implantaten (Hedges'  $g = 2,53$ ; 95 %-KI: 2,15–2,92). Die Metaregression ergab einen signifikanten Unterschied zugunsten von  $\geq 6$  im Vergleich zu 4 Implantaten ( $p < 0,001$ ). Zudem zeigten 4 Implantate im Nachbeobachtungszeitraum von 36–60 Monaten eine stärkere Verbesserung der OHRQoL als 2 Implantate ( $p = 0,001$ ). Eine Subgruppenanalyse zum Vergleich feststehender und herausnehmbarer Versorgungen war ausschließlich für 6 Implantate möglich und ergab keinen signifikanten Unterschied.

**Schlussfolgerungen:** Die implantatgestützte Rehabilitation des zahnlosen Oberkiefers führt zu einer signifikanten Verbesserung der OHRQoL. Eine höhere Implantatanzahl, insbesondere  $\geq 6$  Implantate, ist mit stärkeren Effekten assoziiert. Neben der Implantatanzahl könnten jedoch weitere patienten- und therapiebezogene Faktoren das Behandlungsergebnis beeinflussen. Zur Bestätigung dieser Ergebnisse

sind qualitativ hochwertige Langzeitstudien mit standardisiert erhobenen PROMs erforderlich.

## **KV55**

### **Minimalinvasive prothetische Rehabilitation einer jungen Erwachsenen mit multimodal therapiertem Rhabdomyosarkom im Kindesalter – Eine Fallpräsentation**

**Seidel A.<sup>1</sup>, Wichmann M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Uniklinikum Erlangen, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Zahnärztliche Prothetik, Erlangen, Deutschland**

Es wird der Fall einer Patientin berichtet, die sich im Dezember 2023 im Alter von 21 Jahren erstmalig in der Abteilung für zahnärztliche Prothetik mit dem Wunsch nach Verbesserung der Kaufunktion sowie der Ästhetik vorstellte. Die Patientin befand sich in Remission nach erfolgreicher Therapie eines hoch malignen Weichteilsarkoms (Rhabdomyosarkom) welches 2005, im Alter von 3 Jahren, in der rechten Fossa pterygopalatina entdeckt wurde. Die Therapie erfolgte multimodal durch Chemotherapie und Radiatio über einen Zeitraum von 10 Monaten. Zum Zeitpunkt der Vorstellung berichtete die Patientin über eine ausgeprägte Einschränkung der Kaufunktion mit hohem subjektivem Leidensdruck.

Die erste zahnärztliche Untersuchung ergab die folgenden Diagnosen: reduzierter Zahnbestand mit 10 fehlenden Zähnen und Zähnen 14, 13, 12, 11, 21, 22, 23, 24, 26, 34, 33, 32, 31, 41, 42, 43, 44, 46 in situ; generalisierte Wurzelanomalien, von stark verkürzten Wurzeln bis hin zur Wurzelagenesie; insuffiziente Kaufunktion und Malokklusion durch Fehlstellung der Zähne 13, 12, 11 sowie Infraokklusion der Zähne 14, 24, 34. Durch die Bestrahlung im Oberkieferbereich im Kleinkindalter kam es zur Entwicklungs- und Wachstumsstörung des Mittelgesichts sowie Störung der Wurzelentwicklung der bleibenden Zähne, woraus der frühe Zahnverlust, die okklusale Überbelastung der okkludierenden Zähne (Missverhältnis Kaukraft zu Wurzellänge) sowie die generalisierte Lockerung (Grad I und II) der verbliebenen Zähne resultierte.

Die Patientin wurde interdisziplinär durch die zahnärztlichen Prothetik, Kieferorthopädie, Zahnerhaltung sowie Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie über die Therapieoptionen zur Verbesserung der Situation beraten. Aufgrund des Risikos einer potentiellen Nekrose des bestrahlten Kieferknochens sowie des Zahnverlusts bei kieferorthopädischer Kraftapplikation wurden präprothetische implantologische und kieferorthopädische Maßnahmen ausgeschlossen. Die Rehabilitation der Patientin erfolgte deshalb ausschließlich prothetisch durch adhäsiv befestigte Teilkronen und Onlays auf den Zähnen 14, 13, 24, 34, 41, 42 und 44 aus monolithischer Lithiumdisilikatkeramik nach minimalinvasiver Präparation unter Anwendung des digitalen Workflows. Aufgrund der individuellen Kontraindikation (keine Verankerung von konventionellem Zahnersatz auf Zähnen mit

Wurzelfehlbildung; keine Pfeilervermehrung durch Implantate) konnten die fehlenden Zähne 17-15, 25, 37-35, 45 und 47 nicht ersetzt werden.

Durch die Anwendung minimalinvasiver, adhäsiv befestigter Vollkeramikrestaurationen konnte diese komplexe Patientensituation zufriedenstellend gelöst werden, wobei der langfristige Therapieerfolg bei reduziertem Restzahnbestand und vorliegender Wurzelagenesie unsicher bleibt.

## **KV56**

### **Möglichkeiten und Herausforderungen bei der prothetischen Versorgung von Patient\*innen mit Oberkieferdefekten – eine retrospektive Analyse**

Höfer O.<sup>1,2</sup>, Spies B. C.<sup>1</sup>, Hillebrecht A. L.<sup>1</sup>, Reinhard R.<sup>2</sup>, Nelson K.<sup>2</sup>, Kernen F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde, Universitätsklinikum Freiburg, Zahnärztliche Prothetik, Freiburg i.Br., Deutschland; <sup>2</sup>

Universitätsklinikum Freiburg, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Freiburg i.Br., Deutschland

#### **Einleitung:**

Oberkieferdefekte beeinträchtigen Phonetik, Mastikation und Erscheinungsbild erheblich und wirken sich damit negativ auf die Lebensqualität der Betroffenen aus. Die maxillofazial-prothetische Rehabilitation spielt eine zentrale Rolle in der Wiederherstellung oraler Funktionen und sozialer Teilhabe, insbesondere wenn ein chirurgischer Defektverschluss nicht möglich oder nicht gewünscht ist. Bei der Rehabilitation dieser Defekte ist die ursächliche Diagnose ein wichtiger Teil der prothetischen Planung. Zu unterscheiden sind hier Defekte die durch bösartige Tumoren, Entzündungen am Kiefer und Kiefernekrosen, gutartige Raumforderungen oder auch Hauttumoren zustande gekommen sind.

Die Versorgung solcher Patient\*innen erfordert deshalb (auch in Hinblick auf die vorangegangene Therapie) eine interdisziplinäre Zusammenarbeit diverser Fachdisziplinen (Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie, Implantologie, Prothetik, Zahnerhaltung, spezialisiertes Dentallabor, Logopädie, Physiotherapie).

#### **Ziel:**

Das Ziel dieser retrospektiven Untersuchung war die Analyse der Häufigkeiten, Grunderkrankungen, Defektgrößen, Folgeoperationen, Komplikationen, Herausforderungen und endgültige Versorgung von Patient\*innen mit Resektionsdefekten im Oberkiefer.

#### **Material und Methoden:**

Anhand der Operationscodes für eine partielle oder totale Resektion der Maxilla wurden die Akten aller Patient\*innen, die von 2012 bis 2023 am Universitätsklinikum Freiburg operiert wurden, analysiert. Dabei wurden die Grunderkrankung, die Größe des Defektes nach Brown & Shaw (2010), die chirurgische Therapie und die prothetische Versorgung (Zahn- oder Implantatgetragen) untersucht.

## **Ergebnisse:**

Das Kollektiv zeigte sich geschlechtsneutralverteilt und altershomogen mit einer Kollektivgröße von 391 Patient\*innen. Die häufigste Diagnose zur Resektion des Oberkiefers war die Antiresorptiva-assoziierte Kiefernekrose (36.9%) mit Mamma- bzw. Prostata-Ca als Grunderkrankung, gefolgt vom Plattenepithelkarzinom (27.8%). Ca. 60% der Patient\*innen waren präoperativ im Oberkiefer teil- oder vollbezahnt. Die meisten zeigten nach Resektion einen einseitigen Defekt mit Einbruch in die Kieferhöhle (entsprechend IIb Defekt nach Brown) und >40% wiesen eine Mund-Antrum Verbindung auf. Ca. 1/3 der Patient\*innen wurden postoperativ mit einem herausnehmbaren Zahnersatz versorgt. Die Versorgung mit einem Silikonobturator und einer darauf verankerten Prothese oder alternativ einer Obturatorprothese waren fast gleichmäßig verteilt.

## **Schlussfolgerung:**

Die häufigste Ursache für Oberkieferdefekte war die Antiresorptiva-assoziierte Kiefernekrose. Ein Implantat-getragener Zahnersatz ist vor allem bei Patient\*innen unter Antiresorptiva-Therapie mit dem Risiko einer (erneuten) Kiefernekrose herausfordernd, weshalb ein zahngetragener Zahnersatz bevorzugt wird. Ein engmaschiges Recall ist hier sehr wichtig, da durch Prothesendruckstellen eine erneute Kiefernekrose entstehen kann.

Bei Tumorpatient\*innen kann über §28 SGB V ein implantatgetragener Zahnersatz beantragt werden. Bei nicht chirurgisch verschlossenem Resektionsdefekt sollte bei einseitiger Abstützung der Implantate eine Stegprothese favorisiert werden, um große Hebeleffekte möglichst zu reduzieren. Auch in dieser Patientengruppe ist ein engmaschiger Recall (auch in Hinblick auf eine vorangegangene Strahlentherapie) notwendig.



© Maria P. (Migroft) / Oneyo / Alexanderl Stock Adobe

# Postervorträge

## **P01**

### **Der Einfluss der Nesting-Position auf die Bruchlast von dreigliedrigen Cantilever-Brücken aus CAD-CAM-Multigenerationen-Zirkonoxid-Ronden (IPS e.max ZirCAD Prime)**

**Stawarczyk B.<sup>1</sup>, Meinen J.<sup>1</sup>, Roozen S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> LMU Klinikum, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Zahnärztliche Werkstoffkunde, München, Deutschland**

#### **Fragestellung:**

Ziel der vorliegenden In-vitro-Untersuchung war es, den Einfluss der Nesting-Position im Zirkonoxidrohling sowie der thermomechanischen Alterung auf die Bruchlast dreigliedriger Cantilever-Brücken aus Multigenerationen-Zirkonoxid zu untersuchen.

#### **Material und Methoden:**

Es wurden 48 dreigliedrige Cantilever-Brücken aus 3Y/5Y-TZP (IPS e.max ZirCAD Prime) hergestellt und entsprechend der Nesting-Position in zwei Gruppen (okklusal bzw. zervikal; n = 24) eingeteilt. Die Hälfte der Prüfkörper pro Gruppe wurde einer künstlichen Alterung unterzogen. Standardisierte Pfeilerzähne aus faserverstärktem Komposit wurden CAD/CAM-gestützt gefertigt. Die Brücken wurden digital konstruiert, gefräst, gesintert, poliert und adhäsiv befestigt. Die künstliche Alterung erfolgte mittels Thermolastwechsel (6000 Zyklen, 5–55 °C) und mechanischer Belastung (1,2 Mio. Zyklen, 50 N) zur Simulation einer fünfjährigen klinischen Anwendung. Die Bruchlast wurde in einer Universalprüfmaschine (1 mm/ min) bis zum Versagen bestimmt. Die Frakturarten wurden lichtmikroskopisch ausgewertet. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Kolmogorov-Smirnov-Tests, zweifaktorieller Varianzanalyse, t-Test sowie Weibull-Analyse ( $\alpha = 0,05$ ).

#### **Ergebnisse:**

Alle Gruppen zeigten eine Normalverteilung der Bruchlastwerte ( $p = 0,200–0,221$ ). Die zweifaktorielle Varianzanalyse zeigte einen signifikanten Einfluss der Nesting-Position auf die Bruchlast, während die künstliche Alterung keinen signifikanten Effekt aufwies. Zervikal positionierte Brücken wiesen signifikant höhere Bruchlastwerte auf als okklusal positionierte ( $\eta^2 = 0,351$ ;  $p < 0,001$ ). In der initialen Prüfung betragen die mittleren Bruchlasten  $1088 \pm 381$  N für die okklusale und  $1707 \pm 467$  N für die zervikale Positionierung. Nach Kausimulation wurden Bruchlasten von  $1231 \pm 280$  N (okklusal) und  $1606 \pm 324$  N (zervikal) ermittelt. Die Weibull-Module lagen initial bei 3,09 (okklusal) bzw. 4,40 (zervikal) und nach künstlicher Alterung bei 4,19 (okklusal) bzw. 5,43 (zervikal). Es traten zwei kohäsive Frakturmuster auf, wobei Frakturen innerhalb des Zirkonoxids überwogen (58–100 %).

#### **Schlussfolgerung:**

Die Nesting-Position im Zirkonoxidrohling hat einen signifikanten Einfluss auf die Bruchlast dreigliedriger Cantilever-Brücken aus Multigenerationen-Zirkonoxid. Eine zervikale Positionierung im Rohling führte zu höheren Bruchlastwerten und damit zu

einer erhöhten mechanischen Stabilität der untersuchten Restaurationen. Eine thermomechanische Alterung zeigte unter den gewählten Versuchsbedingungen keinen signifikanten Einfluss auf die Bruchlast.

## **P02**

### **Entwicklung einer Recyclingstrategie für Zirkonoxidabfälle aus der subtraktiven Herstellung**

**Paffenholz F.<sup>1</sup>, Coldea A.<sup>1</sup>, Stawarczyk B.<sup>1</sup>, Karlin S.<sup>2</sup>, Rohr N.<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup> Poliklinik für zahnärztliche Prothetik der Ludwig-Maximilians-Universität, Zahnärztliche Werkstoffkunde, München, Deutschland; <sup>2</sup> Universitäres Zentrum für Zahnmedizin UZB, Biomaterials and Technology, Basel, Schweiz**

**Fragestellung.** Das subtraktive Fertigungsverfahren von Zirkonoxidrestaurationen ist seit vielen Jahren als Goldstandard in der Zahnmedizin etabliert. Gleichzeitig ist der Herstellungsprozess mit einem erheblichen Materialverlust verbunden, da sowohl Fräsabtrag als auch nicht genutzte Bereiche der Rohlinge dazu führen, dass bis zu 80 % des Zirkonoxidrohlings ungenutzt verbleiben. Ziel dieser Studie war die Entwicklung und Untersuchung eines praxistauglichen Recyclingverfahrens für Zirkonoxidabfälle aus der subtraktiven Herstellung, um Ressourcen zu schonen und vermeidbare Kosten zu minimieren.

**Methoden.** Für das Recycling wurden Rückstände von Zirkonoxidrohlingen zunächst mit Mörser und Pistill mechanisch zerkleinert und anschließend in einer Mörsermühle sowie einer Planetenkugelmühle fein vermahlen. Sowohl die Mahldauer (15 min, 1 h, 3 h bei 450 rpm) als auch die Größe der Mahlkugeln ( $\emptyset$  3mm,  $\emptyset$  5mm,  $\emptyset$  10mm) wurden variiert, um unterschiedliche Partikelgrößen zu erzeugen. Nach dem Sieben, Trocknen bei 120 °C und der Kalzinierung bei 900 °C sowie 1150°C wurde das Pulver erneut gemahlen und mit einer Laborpresse zu zylindrischen Prüfkörpern gepresst ( $d = 14$  mm;  $h = 1,2$  mm). Die Prüfkörper sowie die konventionell hergestellte Kontrollgruppe wurden nach Herstellerangaben gesintert und poliert. Es wurde die Dichte, Schrumpfung sowie die biaxiale Biegefestigkeit  $\sigma_f$  gemäß DIN EN ISO 6872 bestimmt.

Zur Prüfung der Normalverteilung der Daten wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test herangezogen. Abhängig von der Verteilung kamen parametrische und nichtparametrische Testverfahren mit paarweisen Vergleichen zur Anwendung, um Gruppenunterschiede zu analysieren. Das Signifikanzniveau wurde auf  $p < 0,05$  festgelegt.

**Ergebnisse.** Die höchste Biegefestigkeit  $\sigma_f$   $325 \pm 62$  MPa wurde bei Prüfkörpern erreicht, die mit 3 mm-Mahlkugeln hergestellt wurden und 3 Stunden gemahlen wurde. Die höchsten Dichtewerte wurden ebenfalls mit einer Mahldauer von 3 h unter der Verwendung von 5 mm Mahlkugeln erzielt. Es wurde beobachtet, dass Prüfkörper, die einer Kalzinierung bei 900 °C unterzogen wurden, im Vergleich zu bei 1150 °C behandelten Gruppen höhere Biegefestigkeitswerte erreichten. Die

geringste Schrumpfung wurde bei Prüfkörpern beobachtet, die mit einer Mahldauer von 15 Minuten und unter Verwendung von 10 mm Mahlkugeln hergestellt wurden.

**Schlussfolgerung.** Mit dem recycelten Zirkonoxid wurde eine biaxiale Biegefestigkeit von  $\sigma_f 325 \pm 62$  MPa erreicht, was deutlich unter den Festigkeitswerten der konventionell hergestellten Kontrollgruppe liegt. Die Ergebnisse zeigen, dass das Recycling von Zirkonoxid möglich ist, wobei zukünftige Untersuchungen auf eine weitere Steigerung der mechanischen Eigenschaften abzielen sollten.

### **P03**

#### **Einfluss verschiedener Strahlwinkel beim Korundstrahlen auf Oberflächenenergie, Rauheit und Biegefestigkeit einer Feldspatkeramik**

**Lankes V.<sup>1</sup>, Coldea A.<sup>1</sup>, Meinen J.<sup>1</sup>, Stawarczyk B.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, LMU München, Werkstoffkunde, München, Deutschland**

Fragestellung: Ziel dieser Studie ist es, den Einfluss unterschiedlicher Strahlwinkel beim Korundstrahlen auf die Oberflächenenergie (SFE), die Oberflächenrauheit (Ra) und die biaxiale Biegefestigkeit (FS) einer Feldspatkeramik zu untersuchen und mit einer Flusssäureätzung zu vergleichen.

Methoden: Aus CAD/CAM-Blöcken (VITABLOCS Mark II) wurden 70 Feldspatkeramikprüfkörper geschnitten, planparallel geschliffen und poliert. Die Prüfkörper wurden in 7 Gruppen (n=10) eingeteilt: Korundstrahlen mit 50  $\mu\text{m}$  Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,05 MPa, 10 s, Abstand 10 mm) bei 20°, 45°, 70° und 90° mit einer konventionellen Düse sowie bei 45° und 90° mit einer experimentellen Düse (konischer Endabschnitt). Die Kontrollgruppe wurde 60 s mit 9% Flusssäure geätzt. SFE wurde mittels Kontaktwinkelmessungen (Wasser/Diodmethan) bestimmt; Ra wurde mit einem Kontaktprofilometer gemessen (6 Messstrecken je Prüfkörper). Anschließend wurde die FS in einem biaxialen 3-Kugel-Versuchsaufbau bis zur Fraktur geprüft. Die Auswertung erfolgte mittels einfaktorieller ANOVA (Scheffé-Post-hoc;  $\alpha=0,05$ ) sowie t-Test für die Düsenvergleiche.

Ergebnisse: Strahlwinkel und Düsentyp beeinflussten SFE und Ra signifikant. Der Winkel 20° zeigte die niedrigsten Werte für SFE ( $38,3 \pm 11,3$  mJ/m<sup>2</sup>) und Ra ( $0,514 \pm 0,033$   $\mu\text{m}$ ). Für die Biegefestigkeit ergaben sich zwischen den gestrahlten Gruppen und der Flusssäureätzung keine signifikanten Unterschiede; die Variation des Strahlwinkels kompromittierte die FS unter den gewählten Bedingungen nicht.

Schlussfolgerungen: Korundstrahlen mit Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> über klinisch realistische Winkel verändert die Oberflächeneigenschaften der Feldspatkeramik, ohne die biaxiale Biegefestigkeit zu reduzieren. Korundstrahlen könnte eine flusssäurefreie Oberflächenkonditionierung vor adhäsiver Befestigung unterstützen; mögliche Effekte bei höheren Drücken sind weiter zu untersuchen.

## **P04**

### **Befestigung von Silikatkeramiken: Einfluss des Befestigungskomposits, der Farbe und des Polymerisationsmodus auf die Biegefestigkeit**

**Esmail I.<sup>1</sup>, Rohr N.<sup>2</sup>, Meinen J.<sup>1</sup>, Stawarczyk B.<sup>2,1</sup>**

**<sup>1</sup> Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, LMU München, München, Deutschland;**

**<sup>2</sup> Universitäres Zentrum für Zahnmedizin UZB, Biomaterials and Technology, Basel, Schweiz**

Fragestellung: Die adhäsive Befestigung von Restaurationen ist ein großer Teil des zahnmedizinischen Alltags. Bei keramischen transluzenteren Materialien spielt zusätzlich die Farbe des Befestigungskomposits, vor allem im ästhetischen Bereich, eine bedeutende Rolle. Das Ziel dieser Studie war es, die Biegefestigkeit von zwei auto- und dualgehärteten Befestigungskompositen in jeweils drei Farben vor und nach der künstlichen Alterung zu testen.

Methoden: Es wurden standardisierte Prüfkörper (n=360) aus den Befestigungsmaterialien RelyX Universal (RUV) [Solventum, Delaware, USA] und Panavia V5 (PV5) [Kuraray Noritake Dental Inc., Tokyo, Japan] hergestellt. Untersucht wurden von RUV die Farben TR, A1, WO und von PV5 Clear, A2, Opaque nach Autopolymerisation und Dualhärtung. Die Biegefestigkeit wurde initial (24 h Wasserlagerung bei 37°C) und nach thermischer Alterung (TC, 10.000 Zyklen, 5°C/55°C, je 30 s) durchgeführt. Die Daten wurden auf Normalverteilung geprüft und mittels 4-way ANOVA mit partiellem Eta-Quadrat, Weibull- und Bruchbildanalyse ( $p < 0.05$ , SPSS V30).

Ergebnisse: In der globalen Analyse zeigte das Befestigungsmaterial den größten Einfluss auf die Biegefestigkeit ( $\eta p^2 = 0.396$ ,  $p < 0.001$ ) mit insgesamt höheren Werten für PV5 (100 - 131 MPa) als RUV (71 - 112 MPa). Höhere Biegefestigkeiten ( $\eta p^2 = 0.052$ ,  $p < 0.001$ ) wurden gemessen nach Dualhärtung (81 – 130 MPa) im Vergleich zur Autopolymerisation (71 – 131 MPa). Die Farbe des Befestigungskomposits zeigte den geringsten Effekt auf die Biegefestigkeit ( $\eta p^2 = 0.025$ ,  $p = 0.014$ ). Die Alterung führte zu einer signifikanten Reduktion der Biegefestigkeiten ( $\eta p^2 = 0.219$ ,  $p < 0.001$ ; initial: 96 – 131 MPa, TC: 71 – 123 MPa). Der Weibullmodul für PV5 lag bei 4,73 – 11,34 und für RUV bei 6,29 - 15,65. Zwischen den Bruchbildern gab es keine Unterschiede zwischen dem Material, der Farbe und dem Polymerisationsmodus.

Schlussfolgerungen: Bei Silikatkeramiken mit geringeren Festigkeiten ist für die klinische Anwendung aufgrund der Biegefestigkeit und somit der Stabilisierung der Gesamtrestauration das Befestigungskomposit Panavia V5 dualgehärtet dem RelyX Universalkomposit vorzuziehen.

## **P05**

### **Einfluss mechanischer und chemischer Oberflächenvorbehandlungen auf die Verbundfestigkeit von Lithiumdisilikat-Keramik nach künstlicher Alterung**

**Doerr S.<sup>1</sup>, Stawarczyk B.<sup>1,2</sup>, Elsayed A.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Zahnärztliche Werkstoffkunde, München, Deutschland; <sup>2</sup> Universitäres Zentrum für Zahnmedizin UZB, Biomaterials and Technology, Basel, Schweiz**

Zielsetzung:

Ziel dieser In-vitro-Studie war es, den Einfluss unterschiedlicher mechanischer und chemischer Oberflächenvorbehandlungen, sowie verschiedener Universaladhäsivsysteme und Befestigungskomposite auf die Verbundfestigkeit zu Lithiumdisilikat-Keramik zu untersuchen. Dabei sollte bewertet werden, inwieweit alternative Konditionierungsmethoden zur Flusssäureätzung eine vergleichbare oder verbesserte Haftung ermöglichen.

Methoden:

Die Lithiumdisilikat Prüfkörper wurden standardisiert hergestellt, eingebettet und poliert (N=621). Die Oberflächenvorbehandlung erfolgte entweder durch 9 %ige Flusssäureätzung (Vorbehandlung 1) oder durch Korundstrahlen mit 25 µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Vorbehandlung 2). Zusätzlich wurde ein selbstätzender Einkomponenten-Keramikprimer untersucht. Die Untersuchung beinhaltet insgesamt sieben verschiedene Adhäsivsysteme und sechs verschiedene Befestigungskomposite, welche zu insgesamt 9 Gruppen führten:

1 = PANA VIA SA Cement Universal

2 = RelyX Universal Resin Cement (Experimentelle bzw. Off-Label- Anwendung, nicht gemäß Gebrauchsanweisung vorgesehen)

3 = BeautiLink SA and BeautiBond Xtreme

4 = All-Bond Universal and Duo-Link Universal

5 = CLEARFIL Universal Bond Quick and PANA VIA SA Cement Universal

6 = Scotchbond Universal Plus and RelyX Universal Resin Cement

7 = CLEARFIL Ceramic Primer Plus and PANA VIA V5 (control group)

8 = Monobond Plus and Variolink® Esthetic DC (control group)

9 = Monobond Etch & Prime and Variolink® Esthetic DC

Die Prüfkörper wurden dann entweder 24 h in Wasser gelagert oder einer künstlichen Alterung mittels 20.000 Thermozyklen (5–55 °C) unterzogen. Die Bestimmung der Verbundfestigkeit erfolgte mit einer Universalprüfmaschine im Zugversuch. Die statistische Auswertung umfasste deskriptive Statistik, Prüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorow-Smirnow, sowie One-Way-ANOVA und t-Tests.

Ergebnisse:

Die unterschiedlichen Vorbehandlungen zeigen einen Einfluss auf die Verbundfestigkeit. Es zeigte sich eine Abnahme der Verbundfestigkeit nach Flusssäureätzung im Vergleich zwischen dem initialen Abzugversuch nach 24 h und nach 20.000 Thermozyklen.

Die thermische Alterung reduzierte die Zugfestigkeit signifikant um durchschnittlich 52% bei Vorbehandlung 1 (Gruppe 1, 2 (Experimentelle bzw. Off-Label-Anwendung, nicht gemäß Gebrauchsanweisung vorgesehen), 3, 4, 5, 8  $p < 0.001$ , Cohen's  $d = 0.92 - 3.16$ ) und führte bei Vorbehandlung 2 zum kompletten Versagen aller Gruppen (0 MPa). Gruppe 8 mit Vorbehandlung 1 zeigt die höchste initiale Verbundfestigkeit ( $37.81 \pm 5.99$  MPa) und höchste Alterungsbeständigkeit, während die Gruppen 2 (Experimentelle bzw. Off-Label-Anwendung, nicht gemäß Gebrauchsanweisung vorgesehen) und 5 die schwächste Performance aufwiesen (0.00-12.68 MPa).

Schlussfolgerung:

Die Studie belegt eindeutig, dass sowohl die Materialauswahl als auch das Vorbehandlungsprotokoll kritische Faktoren für die mechanische Langzeitstabilität darstellen. Während Gruppe 8 mit Vorbehandlung 1 für alterungsexponierte Anwendungen zu präferieren ist, sollte Vorbehandlung 2 aufgrund des konsistenten, vollständigen Versagens nach Alterung mit 20.000 Thermozyklen als kontraindiziert für die Anwendung mit Lithiumdisilikat-Keramik betrachtet werden.

## **P06**

### **Klinische Kurzeitevaluation eines 3D-druckbaren Materials in der Schienentherapie**

**Retzlaff M.<sup>1</sup>, Schierz O.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Rostock, Prothetik und Werkstoffkunde, Rostock, Deutschland**

**Fragestellung:** Die Digitalisierung der Zahntechnik führt zunehmend zur virtuellen Konstruktion von Okklusionsschienen, die bisher meistens subtraktiv hergestellt werden. Insbesondere 3D-druckbare Kunststoffe stellen hierbei eine potenziell effizientere Herstellungsalternative zu den subtraktiv gefertigten Schienen dar. Ziel der vorliegenden Studie ist es, bei erwachsenen Patient:innen in zahnärztlichen Ausbildungskursen 3D-gedruckte Okklusionsschienen anzufertigen und deren klinische Bewährung nach vierwöchiger Tragezeit zu evaluieren. Erfasst wurden subjektive Parameter (Geschmacksempfinden, Speichelfluss, Atemprobleme) sowie objektive klinische Komplikationen (Frakturen/Infrakturen).

**Methoden:** Im Rahmen der klinischen Behandlungskurse fertigen Studierende regelmäßig Okklusionsschienen für ihre Patient:innen an, welche für die Untersuchung rekrutiert wurden. Die Abformungen wurden intraoral mit Zentrikregistrat digital vorgenommen (Primescan, DentsplySirona), virtuell konstruiert (Exocad, AmannGirrbach) und mit dem Schienenmaterial "V-Print splint 2.0" (VOCO GmbH, Cuxhaven, Deutschland) nach Herstellerangaben im zahntechnischen Labor

hergestellt und prozessiert. Spätestens eine Woche nach Eingliederung erfolgt eine erste Nachkontrolle, eine weitere nach insgesamt vier Wochen. Bei der zweiten Nachkontrolle füllten die Patient:innen einen Fragebogen zu subjektiven Parametern aus, und die Schienen wurden systematisch auf Schäden überprüft und dokumentiert. Die beteiligten Zahntechniker dokumentieren ihre Erfahrungen im Umgang mit dem verwendeten Schienenmaterial.

**Ergebnisse:** Die Teilnehmer:innen der Studie waren zu 75% weiblich und überwiegend zwischen 20 und 25 Jahren alt. Die Hälfte der Teilnehmer:innen hatte zuvor noch nie eine Schiene getragen. 75% der Teilnehmer:innen trugen die Schiene an mindestens vier Tagen pro Woche. Eine geringere Tragehäufigkeit war mit subjektiv berichteter schlechter Passung, beispielsweise in Form eines Spannungsgefühls, assoziiert. Der Großteil der angefertigten Schienen wies nach vierwöchiger Tragedauer keine klinisch relevanten Gebrauchsspuren auf.

**Schlussfolgerungen:** Das verwendete Schienenmaterial zeigte nach 4-wöchiger Tragezeit zu großen Teilen eine gute Therapieadhärenz und keine relevanten klinischen Komplikationen. Es ist ein Zusammenhang zwischen schlechter subjektiver Passung der Schiene mit der Tragefrequenz festzustellen.

## **P07**

### **3D-Druck von Polymeren: Einfluss der Belichtungsdauer und -intensität im Rahmen der Nachpolymerisation auf oberflächliche sowie tiefere Materialschichten**

**Schwendner S. M. J.<sup>1</sup>, Kreitmair U.<sup>2</sup>, Reymus M.<sup>3</sup>, Edelhoff D.<sup>1</sup>, Stawarczyk B.<sup>1,4</sup>**  
**<sup>1</sup> LMU, Zahnärztliche Prothetik, München, Deutschland; <sup>2</sup> NK Optik, Baierbrunn, Deutschland; <sup>3</sup> LMU, Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und digitale Zahnmedizin, München, Deutschland; <sup>4</sup> Universitäres Zentrum für Zahnmedizin UZB, Biomaterials and Technology, Basel, Schweiz**

Fragestellung:

Die Nachbelichtung im Anschluss an die VAT-Polymerisation ist ein zentraler Bestandteil der Nachbearbeitung und entscheidend für Materialeigenschaften, Biokompatibilität und Farbstabilität der gedruckten Objekte. Ziel dieser Studie ist es, den Einfluss verschiedener Nachbelichtungsprotokolle in unterschiedlichen Materialtiefen zu analysieren, die sich in Belichtungs dosis, -dauer und -intensität unterscheiden.

Methoden:

Es wurden insgesamt 192 rechteckige Prüfkörper in zwei verschiedenen Höhen (2mm/ 4mm) aus zwei verschiedenen Harzen (VarseoSmile TriniQ, BEGO Medical, Bremen, Germany (n=92); Crowntec, Saremco Dental, Rebstein, Switzerland (n=92)) mithilfe eines DLP-Druckers (Asiga Max UV; Asiga Europe, Erfurt, Germany) hergestellt und entsprechend der Herstellerangaben gereinigt. Die Belichtung

erfolgte in einer extra angefertigten Metallform durch ein stroboskopisches Blitzlichtgerät (NK Optik, Baierbrunn, Germany).

Vor und nach der Belichtung wurde eine Farbmessung mit dem Spectrophometer CM-26dG (Konica Minolta, Tokyo, Japan) durchgeführt um den Farbunterschied  $\Delta E_{00}$  zu berechnen. Folgende Belichtungsprotokolle wurden getestet, wobei PP1 und PP3, sowie PP2 und PP4 die gleiche gesamte Belichtungs-dosis vorweisen.

PP1: 1 Kondensator, 2000 Blitze, 18,2 mW, 200s; PP2: 2 Kondensatoren, 2000 Blitze, 27,9 mW, 200s; PP3: 2 Kondensatoren, 1300 Blitze, 27,9 mW, 130s; PP4: 1 Kondensator, 3050 Blitze, 18,2 mW, 305s.

Im Anschluss wurden die Umsetzungsrate mithilfe eines Raman-Mikroskops (in Via Qontor; Renishaw, Pliezhausen, Germany) auf der belichteten Oberfläche (0mm) sowie in der Tiefe (2mm/ 4mm) gemessen. Nach 24h wurden die Prüfkörper einer Härtemessung (ZHU 0,2; ZwickRoell, Ulm, Germany) unterzogen welche ebenfalls bei 0mm, 2mm und 4mm erfolgte. Diese Messungen wurden nach einem Thermolastwechsel (10.000 Zyklen, 5°C/55°C; Thermocycler THE-1100; SD Mechatronik, Feldkirchen-Westerham, Germany) erneut geprüft. Es wurde die Normalverteilung geprüft, Werte wurden parametrisch ausgewertet ( $p < 0,05$ ; SPSS V29).

Ergebnisse:

Die geringste Farbveränderung  $\Delta E_{00}$  zeigt sich bei beiden Materialien bei einer Belichtung mit PP2 (hohe Intensität moderate Bestrahlungsdauer). Die höchste Farbveränderung  $\Delta E_{00}$  ist Materialabhängig und für Varseo Smile bei PP1 und für Crowntec bei PP3 festzustellen. Die Umsetzungsrate ist bei den verschiedenen Nachbelichtungsprotokollen auf der Oberfläche am höchsten und sinkt mit zunehmender Tiefe. Die höchste Umsetzungsrate erzielt bei beiden Materialien in allen Tiefen PP2 (hohe Intensität moderate Belichtungsdauer). Die geringste Umsetzungsrate unterscheidet sich je nach Material und Tiefe. Bei der Martenshärte zeigen sich ähnliche Ergebnisse, auch hier ist HM an der Oberfläche (0mm) am höchsten und sinkt mit zunehmender Tiefe (2mm/4mm). Die höchsten Werte werden mit PP2 erzielt, die geringsten Werte mit PP1. Nach dem Thermolastwechsel bleibt PP2 das Nachbelichtungsprotokoll mit den höchsten Umsetzungs-raten und der höchsten HM in 4mm Tiefe. Auf der Oberfläche und in 2mm Tiefe zeigt PP3 höhere Werte.

Schlussfolgerungen:

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das Nachbelichtungsprotokoll PP2 mit einer hohen Intensität und einer moderaten Belichtungszeit die höchsten Werte bei Farbstabilität, Umsetzungsrate und Martenshärte erzielt.

Korrespondenzadresse: Zahnärztliche Prothetik der LMU München, Ludwig-Maximilians-Universität München, Stefanie Maria Julia Schwendner, Goethestrasse 70, 80336 München

**P08**

**Einfluss dynamischer Belichtungsprofile und der Prozesstemperatur auf mechanische Eigenschaften und Abzugskräfte von LCD-3D-gedruckten Grünlingen**

**Lenzen G.<sup>1</sup>, Reymus M.<sup>2</sup>, Baumert U.<sup>3</sup>, Stawarczyk B.<sup>1,4</sup>**

**<sup>1</sup> LMU München Klinikum, Zahnärztliche Prothetik, München, Deutschland; <sup>2</sup>**

**LMU München Klinikum, Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und digitale Zahnmedizin, München, Deutschland; <sup>3</sup> LMU München Klinikum,**

**Poliklinik für Kieferorthopädie, München, Deutschland; <sup>4</sup> Universitäres Zentrum für Zahnmedizin UZB, Biomaterials and Technology, Basel, Schweiz**

**Fragestellung:** Die vorliegende Studie untersucht, ob die zeitliche Veränderung der Belichtungsintensität sowie die Prozesstemperatur während des LCD-basierten Photopolymerisationsdrucks einen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften und die Abzugskräfte (Separation Forces, SF) von gedruckten Grünlingen haben, wenn die applizierte Gesamtenergie konstant gehalten wird.

**Methoden:** Mit einem modifizierten LCD-3D-Drucker wurden Zugprüfkörper (N = 175) aus einem dentalen Modellharz bei 22 °C und 40 °C hergestellt. Die Belichtung erfolgte bei 405 nm mit konstanter, linear ansteigender oder linear abfallender Intensität. Elastizitätsmodul (EM), Bruchenergie (FE) und SF wurden an nicht nachgehärteten Grünlingen bestimmt. Die Frakturoberflächen wurden makro- und mikroskopisch analysiert. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Kolmogorov-Smirnov-Test, ANOVA mit Scheffé-Post-hoc-Test sowie t-Test ( $\alpha = 0,05$ ).

**Ergebnisse:** Bei 22 °C zeigten Proben mit ansteigendem Intensitätsprofil einen signifikant geringeren EM und eine höhere Streuung im Vergleich zu konstanten und abfallenden Profilen ( $p < 0,05$ ). Die höchste FE wurde bei konstanter Intensität gemessen. Bei 40 °C erhöhten sich die EM-Werte insgesamt, während Unterschiede zwischen den Intensitätsprofilen weitgehend nivelliert wurden. Die SF zeigten eine deutliche Abhängigkeit vom Intensitätsprofil: Abfallende Intensität führte bei beiden Temperaturen zu signifikant niedrigeren SF (22 °C:  $7,8 \pm 0,4$  N; 40 °C:  $5,7 \pm 0,2$  N) im Vergleich zu konstanten und ansteigenden Profilen ( $p < 0,001$ ). Unterschiede in der Frakturmorphologie wurden nicht beobachtet.

**Schlussfolgerung:** Die dynamischen Belichtungsprofile beeinflussen die mechanischen Eigenschaften von Grünlingen nur geringfügig, führen jedoch insbesondere bei abfallender Intensität zu einer signifikanten Reduktion der Abzugskräfte. Dies weist auf einen relevanten Einfluss der zeitlichen Belichtungsverteilung auf das Grenzflächenverhalten während des Druckprozesses hin.

**P09**

## **In-vitro Untersuchung zur Farbstabilität von gedruckten Materialien für definitiven Zahnersatz**

**Lankenau M.<sup>1</sup>, Willmen T.<sup>1</sup>, Stiesch M.<sup>1</sup>, Pott P. C.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Biomedizinische Werkstoffkunde, Hannover, Deutschland**

### **Ziel**

Additive Fertigungsverfahren sind mittlerweile fester Bestandteil vieler zahnärztlicher Praxen und Dentallabore. 3D-Druckverfahren sind beispielsweise für Aufbissbehelfe und Modelle fest etabliert. Der Einsatz zahnfarbener, keramikgefüllter Kunstharze im 3D-Druck für definitive, festsitzende Versorgungen ist hingegen weniger weit verbreitet. Materialien für definitiven Zahnersatz müssen nicht nur hohen mechanischen Anforderungen genügen, sondern auch ästhetische Kriterien erfüllen. Die Datenlage zur Farbstabilität von zahnfarbenen, keramikgefüllten Kunstharzen für den 3D-Druck ist jedoch begrenzt. Ziel dieser In-vitro Studie war es daher, die Farbstabilität von *Permanent Crown Resin*(PCR) (Formlabs GmbH, Berlin, Deutschland) gegenüber Verfärbungen durch verschiedene Medien (Kaffee, Cola, Rotwein) im zeitlichen Verlauf zu untersuchen.

### **Material/Methode**

Es wurden 30 Probekörper mit einer Schichtstärke von 1,0 mm hergestellt und in einer Poliermaschine einseitig mit einer Körnung von 45 µm plangeschliffen. Bei der Hälfte der Probekörper erfolgte eine Versiegelung ( $\nu$ ) der Oberfläche mit *easy glaze* (VOCO GmbH, Cuxhaven, Deutschland) nach Herstellerangaben, die übrigen Probekörper dienten als Kontrollgruppen ( $\kappa$ ). Die versiegelten und unversiegelten Probekörper wurden in jeweils 3 Gruppen nach den eingesetzten färbenden Medien Kaffee (K), Cola (C) und Rotwein (R) unterteilt. Die Probekörper wurden über einen Untersuchungszeitraum von vier Wochen jeweils zur Hälfte der Höhe der Probekörper einem der färbenden Medien unter konstanter Lagerung ohne Lichteinfluss ausgesetzt. Auf jeder Probe wurden vier Messpunkte definiert, von denen zwei Messpunkte im angefärbten Bereich lagen und zwei Messpunkte als Kontrolle dem Färbemedium nicht ausgesetzt waren (Abb. 1). Die Datenerhebung erfolgte mit einem Spektralphotometer (Easyshade, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Deutschland). In der ersten Woche erfolgten die Messungen im Abstand von 24 Stunden, anschließend nach 14, 21 und 28 Tagen. Die Messungen wurden entsprechend dem LAB-System dokumentiert und die Farbabweichungen ( $\Delta E$ ) von Kontroll- und Messpunkt wurden berechnet. Die statistische Auswertung erfolgte mittels ANOVA und anschließendem Tukey-Test (Signifikanzniveau  $p = 0,05$ ).

### **Ergebnisse**

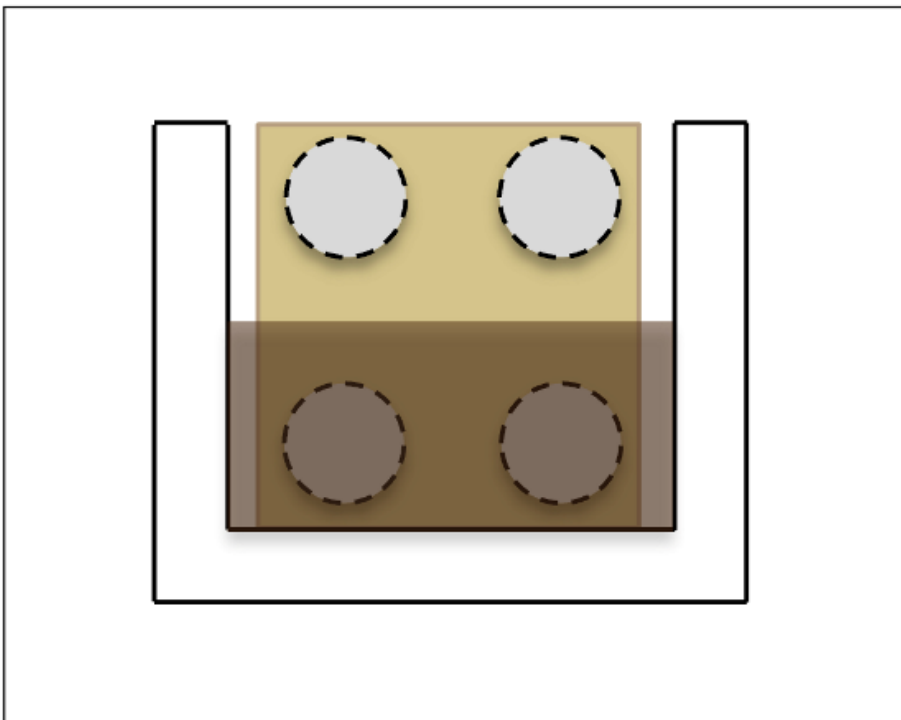
Die Normalverteilung der Messergebnisse sowie die Homogenität der Varianzen wurden bestätigt. In allen Versuchsgruppen zeigte sich über den Beobachtungszeitraum eine zunehmende Farbabweichung ( $\Delta E$ ). Der Anstieg der  $\Delta E$ -Werte war bei den Färbemedien Kaffee und Rotwein signifikant, insbesondere zu

Beginn der Messreihen (Abb.2). Dieser Anstieg verringerte sich im weiteren Verlauf zwischen den einzelnen Messzeitpunkten. Zum Abschluss des Untersuchungszeitraums wurden folgende  $\Delta E$ -Werte ermittelt:  $K_K: 23,18 \pm 1,05$ ;  $C_K: 2,63 \pm 0,61$ ;  $R_K: 19,00 \pm 2,10$ ;  $K_V: 18,44 \pm 1,18$ ;  $C_V: 0,93 \pm 0,37$ ;  $R_V: 23,42 \pm 1,34$ . Lediglich in der Gruppe  $C_V$  konnte über den gesamten Beobachtungszeitraum keine signifikante Farbänderung beobachtet werden ( $p \geq 0,05$ ), bei allen anderen Gruppen trat eine signifikante Farbänderung über den Beobachtungszeitraum auf ( $p \leq 0,005$ ). Die Versiegelung reduzierte bei den Färbemedien Kaffee und Cola die Farbabweichung jeweils signifikant ( $p \leq 0,005$ ).

### Schlussfolgerung

Das in dieser Studie untersuchte Material zeigte sich gegenüber färbenden Medien anfällig für Farbveränderungen. Klinisch relevante Farbveränderungen traten bereits in den ersten Tagen der Datenerhebung auf. Im späteren Verlauf waren Veränderungen klinisch nicht mehr relevant, da die Farbveränderungen zum Teil bereits in der ersten Woche ein klinisch akzeptables Maß überschritten haben. Die untersuchte Oberflächenversiegelung konnte die Farbstabilität verbessern und ist deshalb bei definitiven, additiv gefertigten Versorgung mit ästhetischem Anspruch sinnvoll. Limitierend muss berücksichtigt werden, dass regelmäßige Reinigung in dieser Studie noch nicht einbezogen wurde.

### Abb. 1



**Abb.1: Probehalterung mit Probekörper in Färbemedium**

Abb. 2

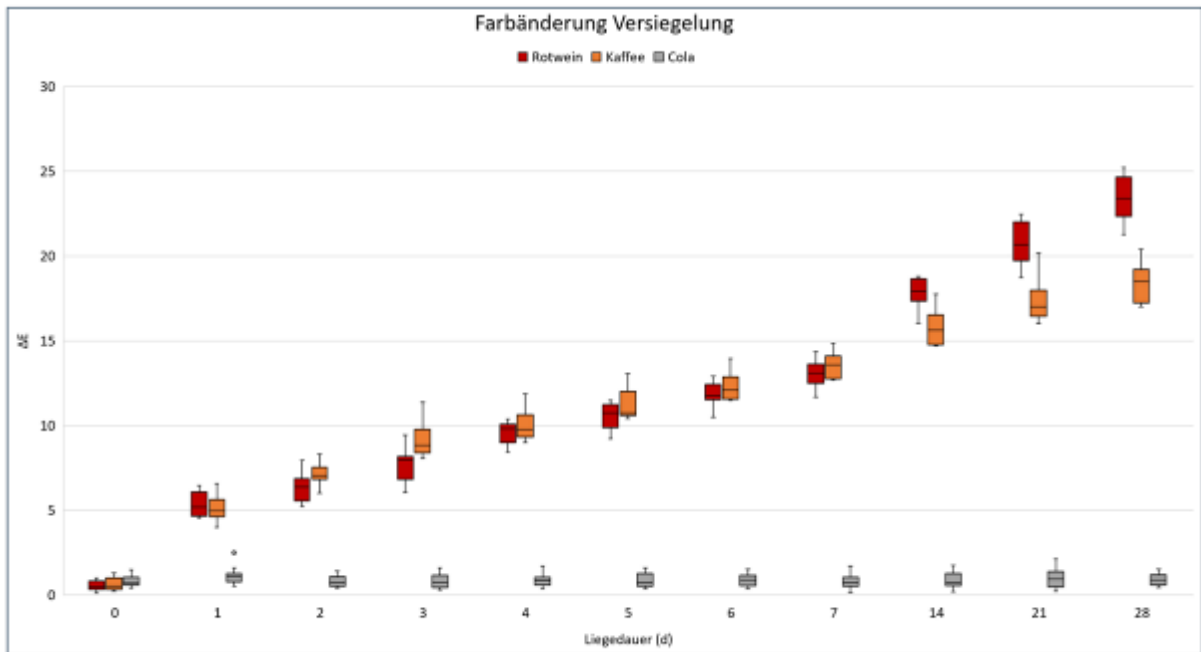


Abb.2: Farbänderung  $K_w$ ,  $C_w$ ,  $R_w$

## P10

### **Einfluss der Farbe des Zahnstumpfes auf das Farbergebnis einer Lithiumdisilikat-Krone bei verschiedenen Zementfarben**

**Wentaschek S.<sup>1</sup>, Grander L.<sup>1</sup>, Sagheb K.<sup>1</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Prothetik und Werkstoffkunde, Mainz, Deutschland**

**Fragestellung:** Bei der Versorgung mit einer Vollkeramikkrone nehmen neben der Keramikfarbe verschiedene weitere Faktoren wie die Transparenz und Transluzenz des Kronenmaterials, die Farbe des Zahnstumpfes und des Befestigungsmaterials und weitere Faktoren Einfluss auf das Farbergebnis, wobei sich die Faktoren auch gegenseitig beeinflussen können. Farbunterschiede werden in der Regel mit dem  $\Delta E$ -Wert angegeben, wobei häufig ein  $\Delta E = 1$  als Wahrnehmungsgrenze akzeptiert wird, während  $\Delta E > 3,7$  als Grenze für den maximal akzeptablen Farbunterschied gilt. Ziel dieser Untersuchung war es, den Farbunterschied, der durch die Farbe des Zahnstumpfes bei der Versorgung mit einer niedrigtransluzenten monolithischen Lithiumdisilikatkrone entsteht, bei verschiedenen Zementfarben zu ermitteln.

**Methoden:** Bei 25 CAD/CAM-gefertigten Lithiumdisilikat-Kronen (IPS e.max CAD, A2 LT, Ivoclar Vivadent AG) (Materialstärke: 1,5 mm) wurden jeweils mit Try-In Pasten in 5 verschiedenen Farben (light+, light, neutral, warm, warm+; Variolink Esthetic, Ivoclar Vivadent AG), auf je sechs verschiedenfarbigen Oberkiefer-Frontzahnstümpfen (1M1 Referenzfarbe, 1M2, 2M2, 3M2, 4M2, 5M2) mit einem Spektralfotometer (VITA Easyshade Advance 4.0, VITA Zahnfabrik) jeweils dreimal die  $L^*a^*b^*$ -Farbkoordinaten bestimmt. Für alle Zementfarben wurde der jeweilige Farbabstand  $\Delta E$  zur Referenzstumpffarbe 1M1 ermittelt und mittels einfaktorieller Varianzanalyse mit Bonferroni Post-hoc-Test verglichen ( $p = 0,05$ ).

**Ergebnisse:** Die mittleren Farbunterschiede, die durch die verschiedenen Stumpffarben entstanden, betragen bei neutraler Try-In Paste  $\Delta E$  0,90 ( $\Delta 1M2$ ) bis 4,13 ( $\Delta 5M2$ ). Bei der Try-In Paste light veränderte sich  $\Delta E$  durch die Stumpffarbe von 0,88 ( $\Delta 1M2$ ) bis 3,97 ( $\Delta 5M2$ ) und bei light+ von 0,73 ( $\Delta 1M2$ ) bis 2,72 ( $\Delta 5M2$ ). Bei warm lag  $\Delta E$  zwischen 0,81 ( $\Delta 1M2$ ) und 3,54 ( $\Delta 5M2$ ) und bei warm+ zwischen 0,65 ( $\Delta 1M2$ ) und 2,52 ( $\Delta 5M2$ ).  $\Delta 2M2$  war bei allen Zementfarben  $> 1$  (1,04 warm+ - 1,14 light). Bei allen Try-In Pastenfarben hatte die Stumpffarbe einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,001$ ). Im direkten Vergleich der Farbdifferenzen untereinander unterschied sich  $\Delta 5M2$  bei allen Zementfarben von allen weiteren Farbdifferenzen ( $p < 0,001$ ).  $\Delta 4M2$  unterschied sich bei allen Zementfarben von  $\Delta 2M2$  ( $p < 0,03$ ) und  $\Delta 1M2$  ( $p < 0,001$ ) und  $\Delta 3M2$  unterschied sich bei den Zementfarben light+ und warm+ von den Farbdifferenzen zu den Stümpfen der Farbe  $\Delta 1M2$ .

**Schlussfolgerungen:** Bei der Versorgung mit einer niedrigtransparenten Lithiumdisilikatkrone in der Materialstärke 1,5 mm führt bereits ein Zahnstumpf der Farbe 2M2 im Vergleich zu einem Stumpf der Farbe 1M1 unabhängig der Zementfarbe zu einem für die meisten Menschen erkennbaren Farbunterschied. Ein dunkler Stumpf (5M2) führt auch unter der Verwendung der opaken Zementfarben

light+ und warm+ zu einer klinisch deutlich erkennbaren und relevanten Farbveränderung. Bei den Zementfarben neutral, light und warm ist der von der Stumpffarbe 5M2 verursachte Farbunterschied nahe an oder über der Akzeptanzgrenze der meisten Menschen.

## **P11**

### **Laser-assistierte Ablösung zahnfarbener Restaurationen auf Implantatabutments**

**Müller F.<sup>1</sup>, Liebermann A.<sup>1</sup>, Faber F. J.<sup>1</sup>, Sroka R.<sup>2</sup>, Huber H.<sup>3</sup>, Rink-Notzon S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Uniklinik Köln, Zahnärztliche Prothetik, Köln, Deutschland; <sup>2</sup> Universität, Laser-Forschungslabor, München, Deutschland; <sup>3</sup> Fachhochschule, Laserzentrum, München, Deutschland**

**Fragestellung:** Ziel dieser Studie war es den Einfluss verschiedener Laserparameter (Pulsdauer, Energie pro Puls) und Restaurationsschichtstärken auf den lasergestützten Debondingprozess unter Einsatz eines Erbium YAG-Dentallasers zu untersuchen. Hierzu wurde die zeitliche Dauer des Debondingprozesses gemessen, sowie die post Ablationsphänomene auf das Kronen und Abutmentmaterial nach dem Debonding untersucht.

**Methode:** Es wurden jeweils 30 Prüfkörper (Ø14mm, h: 3mm) aus NEM (Sintron) mit dem Glasionomierzement FujiCEM Evolve und dem Befestigungskomposit G-CEM ONE mit je 3x10 Prüfkörper (Ø14mm, h: 1/2/3mm) aus Zirkonoxid (Ceramill Zolid) und Lithiumdisilikat (GC Initial LiSi Block) verklebt. Es ergaben sich 36 Materialkombinationen mit je 10 Prüfkörpern. Nach einer Alterung von 24h im Wasserbad bei 37°C wurde der Debondingprozess mit einem Er:YAG-Laser durchgeführt. Es wurde Laserlicht eines Er:YAG-Laser (LightWalker, Fotona) mit unterschiedlichen Pulsdauern (VLP 1000µs, SP 300µs, SSP 50µs) auf die hergestellten Prüfkörper appliziert. Die Bestrahlung mit dem Laser erfolgte ohne Wasserkühlung mit einer Energie von 250mJ/Puls bei einer Pulsfrequenz von 10 Hz. Die Dauer bis zum Trennen der Plättchen (tDB) wurde gemessen. Anschließend wurden die Prüfkörperoberflächen mikroskopisch auf Veränderungen untersucht.

**Ergebnisse:** Die Schichtstärke der Prüfkörper hat, unabhängig der Pulsdauer, einen Einfluss auf den Debondingprozess, wobei zwischen den Befestigungsmaterialien unterschieden werden muss. Während sich die Kombination aus NEM (Sintron) und Zirkonoxid (Ceramill Zolid) verklebt mit FujiCEM Evolve bei allen Versuchen voneinander lösten, blieb ein Debonding der gleichen Materialkombination verklebt mit G-CEM ONE bei einer Abutmentschichtstärke von 3mm nach 240s komplett aus. Die Prüfkörper mit einer Schichtstärke von 1mm lösten sich bei einer Pulsbreite von 300µs nach im Mittel tDB=45,9s und bei 2mm nach tDB=62,4s. Hier wurde bei einem Großteil der Prüfkörper zusätzlich ein Trennimpuls gegeben. Bei einer Pulsbreite von 50µs kam es bei beiden Abutmentmaterialien bei einer Befestigung mit G-CEM ONE teilweise zu Beschädigungen oder teils zur kompletten Zerstörung der Prüfkörper während des Debondingprozesses.

**Schlussfolgerung:** Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass eine weitgehend zerstörungsfreie Dezentrierung implantatgetragener Restaurationen mithilfe des eingesetzten Er:YAG-Lasers möglich ist. Schäden am verwendeten Restaurationsmaterial, die in Einzelfällen bis zur vollständigen Zerstörung der Prüfkörper reichten, traten insbesondere bei geringerer Materialstärke sowie bei kurzer Pulsdauer vermehrt auf. Eine Limitation ergab sich in Abhängigkeit von den verwendeten Befestigungsmaterialien insofern, dass die Komposite unter der Bestrahlung erst nach längerer Zeit plastifizierten und der Zeitpunkt der Ablösung nicht immer ohne zusätzlichen Trennpuls möglich waren.

## **P12**

### **Einfluss additiver und subtraktiver CAD/CAM-Herstellungsverfahren auf Verschleißverhalten und Oberflächenstabilität von Okklusionsschienenmaterialien – eine In-vitro-Studie**

**Rink-Notzon S.<sup>1</sup>, Willenbacher J.<sup>1</sup>, Goob J.<sup>2</sup>, Liebermann A.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Uniklinik Köln, Zahnärztliche Prothetik, Köln, Deutschland; <sup>2</sup> Universität München, Zahnärztliche Prothetik, München, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Okklusionsschienen stellen eine etablierte Therapieoption bei funktionellen Störungen wie Bruxismus dar. Durch den zunehmenden Einsatz digitaler CAD/CAM-Verfahren gewinnen sowohl subtraktive als auch additive Herstellungsverfahren an Bedeutung.

Ziel dieser Untersuchung war es, mittels eines Versuchsaufbaus, der sowohl Alterungssimulation als auch Kausimulation umfasst, zwei zentrale Fragestellungen zu beantworten: Zum einen soll geprüft werden, ob additiv gefertigte Schienenmaterialien in ihren mechanischen Eigenschaften gleichwertig zu gefrästen Schienenmaterialien sind. Zum anderen soll untersucht werden, inwieweit unterschiedliche dynamische und chemische Belastungen die Ermüdungsfestigkeit der verschiedenen Schienenmaterialien beeinflussen.

#### **Material und Methoden**

Hierzu wurden ein subtraktiv gefertigtes PMMA-Material (THERMEO® | MSI) sowie drei additiv gefertigte Kunststoffe (printodont® GR-22 flex, printodont® GR-10 guide | MSI, printodont® GR-19.1 OA | MSI) vergleichend analysiert.

Nach standardisierter Probenherstellung wurden praxisnahe Alterungssimulationen durchgeführt, die mechanische Reinigung, chemische Exposition und wässrige Lagerung abbildeten: Lagerung in destilliertem Wasser bzw. in Kukident-Lösung, sowie die Behandlung im Zahnputzsimulator unter Verwendung eines Zahnpasta-Slurrys bzw. eines Spülmittel-Slurrys. Etwaige Oberflächenveränderungen wurden mittels Glanzmessung quantifiziert, während abschließend die mechanische Langzeitstabilität durch eine zyklische Kausimulation bis zum Materialversagen

geprüft wurde. Die Kombination beider Prüfmethode n erlaubt e eine differenzierte Betrachtung oberflächlicher und struktureller Degradationsprozesse.

### **Ergebnisse**

Die Ergebnisse zeigten ausgeprägte materialspezifische Unterschiede sowohl hinsichtlich der mechanischen Belastbarkeit als auch der Oberflächenstabilität. Während einzelne Materialien eine hohe Ermüdungsresistenz aufwiesen, zeigten andere deutlich reduzierte Zyklenzahlen bis zum Versagen. Auch die Reaktion auf die Alterungssimulationen war materialabhängig und nicht konsistent über alle Materialien hinweg. Ein direkter Zusammenhang zwischen den gemessenen Glanzwerten und der im Anschluss geprüften mechanischen Stabilität ließ sich nicht nachweisen, was in der vorliegenden Untersuchung auf eine weitgehende Entkopplung dieser beiden Degradationsmechanismen hinweist.

### **Schlussfolgerung**

Die Alterungssimulationen beeinflussten die Materialeigenschaften in unterschiedlichem Ausmaß. Mechanische und chemische Einwirkungen konnten bei einzelnen Materialien die strukturelle Belastbarkeit reduzieren, während andere Materialien eine hohe Robustheit gegenüber den untersuchten Bedingungen zeigten. Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass die klinische Eignung von Schienenmaterialien nicht allein anhand des Herstellungsverfahrens (additiv oder subtraktiv) beurteilt werden kann, sondern vielmehr von der spezifischen Materialzusammensetzung und weiteren Faktoren abhängt.

Insgesamt liefert die Arbeit eine erste Einordnung der untersuchten Materialien und unterstreicht die Notwendigkeit einer kombinierten Bewertung von mechanischen und oberflächlichen Eigenschaften. Die Ergebnisse bieten eine fundierte Grundlage für eine differenzierte klinische Materialwahl und für weiterführende Untersuchungen zur Langzeitstabilität unter realen Nutzungsbedingungen.

### **Danksagung**

Wir danken der Firma Pro3dure für die Bereitstellung der Materialien.

### **P13**

#### **Mikroplastikexposition durch das Tragen von Schienen: Eine Pilotstudie**

**Pielcke M.<sup>1</sup>, Meißner H.<sup>1</sup>, Böning K. W.<sup>1</sup>, Rädcl M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> TU Dresden, Medizinische Fakultät, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Dresden, Deutschland**

Die Auswirkungen von Mikro- und Nanoplastikpartikeln auf den menschlichen Organismus sowie deren ubiquitäres Vorkommen in der Umwelt und in Lebensmitteln werfen zunehmend Fragen hinsichtlich potenzieller gesundheitlicher Risiken auf. Bis zu einem Drittel der erwachsenen Bevölkerung westlicher Länder leidet unter Bruxismus. Zur Therapie werden häufig kunststoffbasierte Aufbisschienen eingesetzt. Bisläng galt die Ansicht, dass die Abnutzung dieser

Kunststoffschienen bei pathologischer Funktion der Abnutzung von Zahnschubstanz und Restaurationen vorzuziehen sei. Aufgrund der hohen mechanischen Belastungen während parafunktioneller Aktivitäten unterliegen diese Schienen einem erheblichen Verschleiß. Allerdings besteht die Vermutung, dass dabei auch ein erheblicher Anteil potenziell gefährlicher Mikro- und Nanoplastikpartikel in den menschlichen Organismus gelangt. Ziel dieser Studie war es, die Entstehung von Mikro- und Nanoplastikpartikeln infolge des Gebrauchs von Aufbisssschienen bei Bruxismus unter Laborbedingungen zu untersuchen, diese qualitativ und quantitativ zu beschreiben, um eine fundierte Einordnung der damit verbundenen potenziellen gesundheitlichen Folgen zu ermöglichen. Der Verschleiß der Schienen wurde durch simulierte Kauvorgänge in einem Kausimulator (SD Mechatronik, Feldkirchen-Westerham, Deutschland) herbeigeführt. Hierfür wurden Kieferteilmodelle verwendet, welche die Zähne 14 bis 17 und 44 bis 47 beinhalteten. Das Oberkiefermodell wurde aus CAD/CAM PMMA-Scheiben (Telio CAD LT, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) gefertigt, das Unterkiefermodell aus teilvorgesinterten Zirkonoxid-Rohlingen (IPS e.max ZirCAD LT, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein). Als Prüfkörper dienten gefräste Schienen aus CAD/CAM PMMA-Scheiben (ProArt CAD Splint clear, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein), welche am Oberkiefermodell befestigt wurden. Die Simulation von Belastungszyklen erfolgte mittels Zwei-Körper-Verschleiß unter isothermen Bedingungen in destilliertem Wasser. An acht Prüfplätzen wurden die Prüfkörper kontinuierlich einer definierten Anzahl an Belastungszyklen mit 9 kg Gewichtskraft, einer horizontalen Linearbewegung mit einer Amplitude von 1,5 mm, unterzogen. Das Wasser wurde extrahiert und die enthaltenen entstandenen Partikel mittels Rasterelektronenmikroskopie, Laserbeugungs-Partikelgrößenanalyse und Durchflusssytometrie analysiert. Die Versuche zeigten eine signifikante Freisetzung von Partikeln infolge des Verschleißes des Aufbisssschienenmaterials. Die Partikelgrößen verteilen sich über den Nano- und Mikrometerbereich und umfassen damit auch den potenziell gesundheitsschädlichen Bereich. Rasterelektronenmikroskopisch sind unterschiedliche Formen und Oberflächenbeschaffenheiten zu erkennen. Die vorliegende Studie zeigt erstmals, dass beim Tragen zahnmedizinischer Schienen im Rahmen der Bruxismustherapie, Mikroplastik in potenziell gesundheitsgefährdender Größe und Menge entstehen könnte. Die Quantifizierung und Charakterisierung der freigesetzten Partikel ist ein nächster Schritt, um wichtige Kenntnisse hinsichtlich der mit Mikroplastik verbundenen Gesundheitsrisiken im zahnmedizinischen Kontext zu generieren. Die Studie wurde unterstützt von der DGPro. Wir danken der Fakultät Landbau/ Umwelt/Chemie der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Dresden für ihre technische Unterstützung.

## **P14**

### **In-vitro-Verschleiß konventioneller, 3D-gedruckter und gefräster Prothesenzähne**

**Scherg A. V.<sup>1</sup>, del Hougne M.<sup>1</sup>, Rustemeyer R.<sup>1</sup>, Schmitter M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Würzburg, Zahnärztliche Prothetik, Würzburg, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Das Ziel der Untersuchung war es, den Verschleiß an konventionellen, 3D-gedruckten und gefrästen Prothesenzähnen zu vergleichen.

#### **Methoden**

Es wurden insgesamt 32 Prothesenzähne untersucht: 8 konventionelle Prothesenzähne des Zahns 36 (vita Zahnfabrik), 16 3D-gedruckte Prothesenzähne (Denture Teeth Resin & Premium Teeth HT Resin, Formlabs GmbH) sowie 8 gefräste Prothesenzähne (Abro Basic, Zirkozahn GmbH). Zu Beginn fand eine Digitalisierung der einzelnen Prothesenzähne statt (inEos X5, Dentsply Sirona). Es folgte eine lineare Belastung im Kausimulator (CS-4, SD Mechatronik GmbH) bei jeweils 1,2 Millionen Zyklen bei 1,6 Hz mit einer starren 6 mm Metallkugel unter 5 kg Belastung. Anschließend wurden die belasteten Zähne erneut digitalisiert. Die Verschleißanalyse beruhte auf der Berechnung der Volumendifferenz (VL) und des tiefsten Abrasionspunktes (dL) mittels der Software Autodesk Meshmixer, GOM Inspect und Autodesk Fusion. Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS. Zunächst wurden deskriptive Statistiken berechnet und die Daten auf Normalverteilung geprüft. Anschließend wurde der Kruskal-Wallis-Test angewendet und bei signifikanten intergruppalen Unterschieden erfolgte eine Post-hoc-Analyse mittels Dunn-Test unter Anwendung der Bonferroni-Korrektur.

#### **Ergebnisse**

Die 3D-gedruckten Prothesenzähne aus Premium Teeth HT Resin wiesen den geringsten Verschleiß (VL = 0,38mm<sup>3</sup>; dL = 0,29mm) auf, die gefrästen Prothesenzähnen (VL = 0,79mm<sup>3</sup>; dL = 0,54mm) hingegen den höchsten. Dieser Unterschied war mit  $p=0,031$  signifikant. Der Verschleiß der konventionellen Prothesenzähne (VL = 0,40mm<sup>3</sup>; dL = 0,36mm) und der 3D-gedruckten Prothesenzähne aus Denture Teeth Resin (VL = 0,61mm<sup>3</sup>; dL = 0,43mm) lag dazwischen.

#### **Schlussfolgerung**

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass additiv gefertigte Prothesenzähne hinsichtlich ihres Abrasionsverhaltens eine vielversprechende Alternative zu konventionellen oder gefrästen Prothesenzähnen darstellen können. Zur Beurteilung der klinischen Relevanz und der Langzeitstabilität sind jedoch weiterführende Untersuchungen unter klinischen Bedingungen erforderlich.

**P15**

## **Influence of Post-Processing Protocols on the Surface Properties of 3D-Printed Materials for Permanent Crowns**

**Singer L.<sup>1</sup>, Tharwat M.<sup>1</sup>, Fouda A.<sup>1</sup>, Bourauel C.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Bonn, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferorthopädie, Oralmedizinische Technologie, Bonn, Deutschland**

**Question** Additive manufacturing is increasingly used for the fabrication of permanent crowns; however, post-processing protocols remain insufficiently standardised. Alcohol-based solvents such as isopropyl alcohol currently represent the clinical standard for cleaning 3D-printed restorations. In response to concerns regarding solvent volatility and environmental impact, alternative non-alcohol-based, bio-derived cleaning systems, including citrus-based solutions, have been proposed. As post-processing directly influences polymer cross-linking, surface integrity, and long-term material stability, inadequate cleaning protocols may compromise the mechanical performance and colour stability of definitive restorations. While citrus-based solvents are known in other dental and technical applications, evidence regarding their suitability for post-processing 3D-printed permanent crown materials remains scarce. The aim of this study was therefore to evaluate the effect of different washing solutions, post-curing durations, and repeated washing cycles on the mechanical, surface, and optical properties of 3D-printed permanent crowns.

**Methods** Four commercially available 3D-printed crown resins were fabricated using a validated DLP printing system according to manufacturers' specifications. After printing and support removal, specimens were subjected to different post-processing protocols varying in washing solution (isopropyl alcohol, ethanol, tripropylene glycol monomethyl ether, and Bio-Bas), post-curing time, and washing frequency (2 different cycles). Flexural strength was determined by a three-point bending test according to ISO 4049. Surface roughness was evaluated using non-contact optical profilometry, and Vickers microhardness was measured under standardised loading conditions. Colour stability was assessed after artificial ageing in a standardised coffee solution using the CIEDE2000 formula. Data were analysed using three-way ANOVA with post-hoc testing ( $\alpha = 0.05$ ) to identify main and interaction effects.

**Results** Post-processing parameters significantly influenced mechanical and surface-related outcomes ( $p < 0.05$ ). Flexural strength values were within the clinically relevant range, with extended post-curing resulting in higher mean values (approximately 120–130 MPa) compared to shorter curing times. Repeated washing cycles were associated with a reduction in flexural strength and hardness. The type of washing solution significantly affected mechanical performance and surface characteristics ( $p < 0.05$ ). Alcohol-based solvents and tripropylene glycol monomethyl ether generally produced smoother surfaces and higher strength values, whereas the citrus-based Bio-Bas solution showed comparatively increased roughness. Colour stability was significantly influenced by post-curing duration ( $p < 0.05$ ). Specimens subjected to extended curing demonstrated  $\Delta E_{00}$  values around or below 2.0 after ageing, while shorter curing times resulted in increased

discolouration. Interaction effects between solvent type and curing time were observed.

**Conclusions** Post-processing protocols significantly affect the mechanical performance, surface integrity, and optical stability of 3D-printed permanent crown materials. Extended post-curing combined with appropriate solvent selection improves material properties, whereas repeated washing cycles and citrus-based cleaning solutions such as Bio-Bas may negatively influence certain parameters. The findings highlight the importance of standardised, evidence-based post-processing strategies to ensure predictable long-term clinical performance of digitally fabricated restorations.

## **P16**

### **In-vitro-Lagerung von Zahnschmelz: Einfluss des Lagermediums auf biomechanische Eigenschaften**

**von Stein-Lausnitz M.<sup>1</sup>, Görke O.<sup>2</sup>, Arooj A.<sup>2</sup>, Beuer F.<sup>1</sup>, Schmidt F.<sup>1</sup>, Babadjanov F.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Charité Universitätsmedizin Berlin, Abteilung für zahnärztliche Prothetik, Alterszahnmedizin und Funktionslehre, Berlin, Deutschland; <sup>2</sup> Technische Universität Berlin, Institut für Werkstoffwissenschaften und –technologien, Berlin, Deutschland**

#### **Hintergrund:**

Zahnschmelz ist das härteste Gewebe im menschlichen Körper. Obwohl es eine Reihe von Studien gibt, die sich mit dem biomechanischen Verhalten von Zahnschmelz befassen, wurde bisher nicht untersucht, wie die Härte durch verschiedene Medien beeinflusst wird, in denen Zähne nach der Extraktion gelagert werden.

Ziel dieser Studie ist es, die Veränderungen der Mikrohärtigkeit von Rinderzahnschmelz im Verlauf der Lagerungszeit in Abhängigkeit des Lagermediums zu untersuchen.

#### **Methode:**

Proben aus bovinen Incisivi wurden präpariert. Diese wurden 12 Tage in den Medien Wasser, Luft sowie künstlichem Speichel gelagert. Initial erfolgte eine Mikrohärtigkeit-Testung unter Anwendung einer Standard-Indentationsmethode bei 3 N nach Präparation der Proben (T0) Es erfolgte anschließend die weitere Mikrohärtigkeit-Testung an zwei nachfolgenden Zeitpunkten an Tag 7 und 12 (T1, T2).

#### **Ergebnisse:**

Es wurden Unterschiede in der Mikrohärtigkeit zwischen den verschiedenen Lagerungsmedien sowie zwischen den beiden Zeitpunkten beobachtet. Dies legt die Annahme nahe, dass sowohl das Lagerungsmedium als auch die Dauer der Exposition einen Einfluss auf die Mikrohärtigkeit haben. Künstlicher Speichel und Wasser zeigten im Vergleich zu Luft eine Tendenz zur besseren Erhaltung der Mikrohärtigkeit

des Zahnschmelzes, was auf eine schützende oder stabilisierende Wirkung hindeutet.

### **Schlussfolgerung:**

Diese Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung der Lagerungsbedingungen von extrahierten Zähnen für in In-vitro-Studien. Weitergehend ist zu untersuchen, welchen Einfluss die Lagerung von Zahnschmelz auf weitere biomechanische Eigenschaften hat. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes soll dies weitergehend untersucht werden.

## **P17**

### **Genauigkeit von digitalen 3D-Modellen nach direkten Intraoralscans zahnloser Kiefer im Vergleich zu konventionellen Modellen**

**Jozi K.<sup>1</sup>, Petsa K.<sup>1</sup>, Eisenburger M.<sup>1</sup>, Stiesch M.<sup>1</sup>, Pott P. C.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Biomedizinische Werkstoffkunde, Hannover, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Die intraorale Abformung zahnloser Kiefer oder Kieferabschnitte stellt in der digitalen Zahnmedizin nach wie vor eine große Herausforderung dar. Die Datenlage zum Vergleich der Genauigkeit direkter Intraoralscans zu konventionellen Abformmethoden ist noch sehr übersichtlich. Ziel dieser Studie war es, die Unterschiede zwischen diesen beiden Ansätzen hinsichtlich der dreidimensionalen Genauigkeit zu analysieren.

#### **Methoden**

Bei 40 Studienteilnehmerinnen und -teilnehmern wurde jeweils ein Intraoralscan des Oberkiefers (OK) und des Unterkiefers (UK) durchgeführt. Zusätzlich wurden konventionelle Situationsabformungen für die Herstellung von Gipsmodellen genommen. Die Gipsmodelle wurden anschließend digitalisiert. Die Intraoralscans und die Scans der Gipsmodelle erfolgten mit dem Primescan AC-System (Dentsply Sirona, Bensheim, Deutschland). Die Daten wurden als hochauflösende STL-Dateien exportiert und mit der Software Oracheck 5 (Dentsply Sirona, Bensheim, Deutschland) zur Identifikation von Abweichungen überlagert. Für die Datenauswertung wurde je Kieferhälfte zunächst zwischen anterioren (A) und posterioren (P) Bereichen unterschieden, die entlang der Mitte des Alveolarkamms in bukkale (B) und orale (O) Areale unterteilt wurden. Zur weiteren Differenzierung wurde anschließend der Frontzahn- (FZ), Prämolaren (PM-) und Molarenbereich (M) näher betrachtet. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels ANOVA und Post-Hoc Tukey Tests. Das Signifikanzniveau wurde dabei auf  $p=0,05$  festgelegt.

#### **Ergebnisse**

Die in dieser Studie festgestellten Abweichungen lagen zwischen  $0,13 \pm 0,08$  mm (OK-P) im Minimum und  $0,26 \pm 0,13$  mm (UK-P) im Maximum. Ein Vergleich der

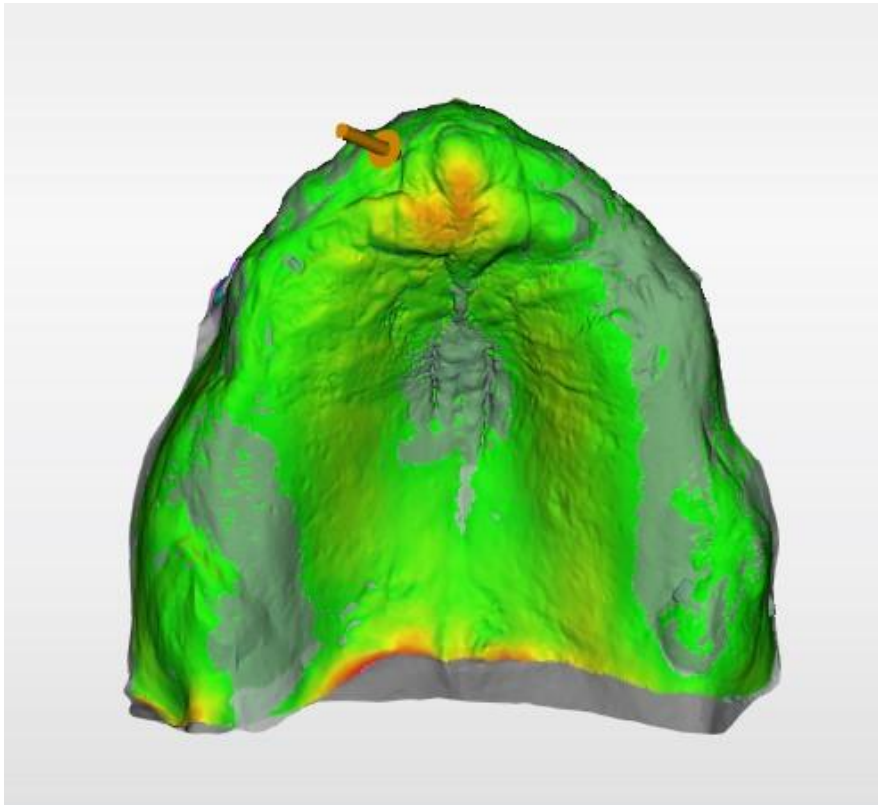
einzelnen Bereiche zeigte, dass die Gruppe OK-P ( $0,13 \pm 0,08$  mm) signifikant geringere Abweichungen zwischen dem direkten IOS und dem digitalisierten Modell aufwies als die Gruppen OK-A ( $0,20 \pm 0,10$  mm), UK-A ( $0,23 \pm 0,14$  mm) und UK-P ( $0,26 \pm 0,13$  mm) ( $p < 0,001$ ). Der Vergleich zwischen den oralen und bukkalen Scanlokalisationen in den jeweiligen Kieferabschnitten hatte keinen signifikanten Einfluss. Bei genauerer Betrachtung der Frontzahn- (FZ), Prämolaren- (PM) und Molarenbereich (M) hat sich gezeigt, dass die Abweichungen im Oberkiefer im Frontzahnggebiet (FZ-OK-B:  $0,21 \pm 0,11$  mm; FZ-UK-B:  $0,24 \pm 0,16$  mm) am größten gewesen sind und nach posterior abnahmen, wobei im Prämolarenbereich die geringsten Werte gemessen wurden (PM-OK-B,  $0,12 \pm 0,05$  mm, PM-OK-O:  $0,09 \pm 0,05$  mm; M-OK-B:  $0,17 \pm 0,09$  mm, M-OK-O:  $0,15 \pm 0,09$  mm) Im Unterkiefer traten die größten Abweichungen im Molarenbereich (M-UK-B:  $0,28 \pm 0,11$  mm, M-UK-O:  $0,30 \pm 0,16$  mm) auf, gefolgt vom Frontzahnbereich (FZ-UK-B:  $0,24 \pm 0,16$  mm, FZ-UK-O:  $0,21 \pm 0,11$  mm), während wie im Oberkiefer im Bereich der Prämolaren (PM-UK-B:  $0,22 \pm 0,10$  mm, PM-UK-O:  $0,22 \pm 0,13$  mm) die geringsten Abweichungen festgestellt wurden.

### **Schlussfolgerung**

Intraoralscans sind für die Digitalisierung zahnloser Kiefer geeignet und zeigen im Vergleich zu digitalisierten Gipsmodellen eine ausreichende dreidimensionale Genauigkeit. Direkte IOS bieten damit Vorteile gegenüber konventionellen Abformungen bei dickem und beweglichem Weichgewebe, da das Gewebe nicht komprimiert oder verdrängt wird. Dies kann zum Beispiel bei Schlotterkämmen anterior im Oberkiefer, und oder nach bindegewebig ausgeheilten Extraktionsalveolen vor abgeschlossenem Bone-Remodeling sein. Bei dünnem und stabil abgestütztem Weichgewebe, zum Beispiel zentral auf dem Processus alveolaris oder am Palatum, sind die Genauigkeiten von IOS und konventionellen Abformungen vergleichbar gut. Die Darstellung beweglicher Schleimhaut im Bereich der Umschlagfalten ist mit direkten Intraoralscans weiterhin nicht möglich.

Abb. 1 - Volumenabweichungsanalyse im Oberkiefer

**Abb. 1**



**P18**

## **Immunhistochemische Untersuchungen von Knochenersatzmaterialien und deren präprothetischen Einsatzgebiete**

**Lorenz A.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Leipzig AöR, Prothetik und Werkstoffkunde, Leipzig, Deutschland**

Fragestellung: Die Verwendung von Knochenersatzmaterialien als präprothetische Maßnahme ist in der Zahnmedizin mittlerweile klinisch bewährt. Bei den Heilungsprozessen von Knochenersatzmaterialien sind Osteogenese und Angiogenese eng miteinander verbunden. Die Kenntnis der biologischen Prozesse während der Angiogenese ist wichtig für die Prognose von Augmentationsverfahren und die Beurteilung von Misserfolgen. Mit dieser Untersuchung soll die Frage geklärt werden, ob die verschiedenen Knochenersatzmaterialien hinsichtlich der Neovaskularisation unterschiedlich reagieren.

Material und Methode: In einer immunhistologischen Untersuchung wurden insgesamt 60 Biopsien hinsichtlich des Auftretens und der Verteilung von Blut- und Lymphgefäßen während der Heilung von unterschiedlichen Knochenersatzmaterialien analysiert. In einer ersten Operation wurde das Knochenersatzmaterial, das entweder allogenen, xenogenen, phykogenen oder alloplastischen Ursprungs war, eingesetzt. Nach einer Heilungsphase von drei bis

sechs Monaten wurden die Biopsien in einem zweiten Eingriff vor der Implantatinsertion entnommen. Zum Nachweis von Blutgefäßen wurden die Marker vWF, CD31 und CD34 immunhistochemisch auf ausgewählten Schnitten nachgewiesen. Zusätzlich wurde eine immunhistochemische Detektion von Lymphgefäßen unter Verwendung eines Antikörpers gegen Podoplanin durchgeführt. Nach qualitativer Bewertung der Proben, insbesondere im Hinblick auf laufende Osteogeneseprozesse, wurden die immunhistochemischen Befunde quantitativ analysiert und anschließend statistisch ausgewertet. Für jede Knochenersatzmaterialgruppe wurde das Verhalten der Blutgefäße in der Peripherie der augmentierten Bereiche und im Falle von granulären Knochenersatzresten peri- und intragranulär analysiert.

Ergebnisse: Alle Proben zeigten eine semiquantitativ mäßige bis starke Vaskularisierung in der Peripherie. Es wurde festgestellt, dass mit zunehmender peripherer Vaskularisierung die peri- und intragranuläre Vaskularisierung zunahm. Darüber hinaus zeigte sich, dass die periphere Vaskularisierung umso größer war, je weiter die Osteogenese fortgeschritten war. Die histologischen und immunhistochemischen Untersuchungen der untersuchten Knochenersatzmaterialien ergaben insgesamt keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen analysierten Materialien. Zum ersten Mal konnten Lymphgefäße während der Einheilung von Knochenersatzmaterialien nachgewiesen werden.

Schlussfolgerungen: Alle untersuchten Materialien zeigten ein ähnliches Verhalten hinsichtlich der Neovaskularisation.

## **P19**

### **Haftkraft der Verklebung von Titanklebebasen mit zwei unterschiedlichen Keramiken bei Hybrid-Abutmentkronen in Abhängigkeit vom Rauwert der Titanfläche: Eine in vitro Studie**

**Fritzen I.<sup>1</sup>, Kraus A.<sup>1</sup>, Sagheb K.<sup>1</sup>, Grander L.<sup>1</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>, Wentaschek S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Prothetik und Werkstoffkunde, Mainz, Deutschland**

**Ziel:** Bei CAD/CAM gefertigten Hybrid-Implantatkronen werden üblicherweise konfektionierte Titanklebebasen mit gefrästen Keramikkronen verklebt und für einen möglichst langfristig stabilen Verbund die Oberfläche zuvor konditioniert. Keramiken mit signifikantem Glasanteil werden durch Flusssäureätzung mikromechanisch aufgeraut, bei Zirkonoxidkeramiken erfolgt eine Korundstrahlung, wobei eine fehlerhafte Anwendung hier zu Mikrorissen führen kann. Titanbasen werden ebenfalls durch das Abstrahlen mit Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mechanisch angeraut, wobei das Risiko einer Materialschädigung im Vergleich geringer ist. Möglicherweise kann die Gesamtabzugskraft erhöht werden, wenn Titan mit einem anderen Druck oder Korngröße abgestrahlt wird. Bei der Bestimmung der Oberflächenrauigkeit können die Rauheitskennwerte Ra (arithmetischer Mittenrauwert), Rq (quadratischer Mittenrauwert) und Rz (gemittelte Rautiefe) angegeben werden.

Das Ziel war zu ermitteln, ob bei Vorbehandlung der Titanklebebasen mit unterschiedlicher Korngröße und Strahldruck, die Abzugskraft mit den Rauwerten der Titanklebeflächen korreliert.

**Material/Methode:** 30 Zirkonoxid- (inCoris ZI, Sirona) und 30 Hybridkeramik-Kronen (Vita Enamic) wurden in je zwei Gruppen (N = 15) eingeteilt und mit 60 Titanklebebasen verklebt. Die Kroneninnenflächen der Zirkondioxidkronen wurden vor der Verklebung (Panavia V5, Kuraray) mit Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (50µm; 1,0bar; Abstand 10mm) gestrahlt. Die Innenflächen der Hybridkeramikronen wurden vor der Verklebung (VITA Adiva IA-CEM) mit 5%iger Flusssäure geätzt und in beiden Gruppen die systemkonformen Primer aufgetragen. In der Zirkonoxid-Gruppe Z1 und der Hybridkeramik-Gruppe H1 wurden die Titanklebebasen mit einem Strahldruck von 1,0 bar und einer Korngröße von 50 µm und in den Gruppen Z2 und H2 mit einem Strahldruck von 2,0 bar und einer Korngröße von 250 µm abgestrahlt (Abstand je 10 mm). Anschließend wurden Rauheitskennwerte Ra, Rq, Rz (Perthometer PRK, Mahr) bestimmt. Für jedes Abutment wurden drei Einzelmessungen auf einer Messstrecke von jeweils 1 mm durchgeführt und separat der Mittelwert gebildet. Nach Thermozyklisierung (5000 Zyklen bei 5°/55°) wurden Abzugsversuche (Zwick Z005) durchgeführt. Zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Rauheitskennwerten und Abzugswert wurde ein Streudiagramm mit linearer Regressionslinie erstellt und eine Spearman-Rangkorrelation berechnet. Der Gruppenvergleich wurde mittels t-Test durchgeführt.

**Ergebnisse:** Die mit 250 µm und 2 bar gestrahlten Titanbasen (N = 30) zeigten höhere (p < 0,001) Rauheitskennwerte Ra = 3,38 (2,79 – 4,17; ± 0,36), Rq = 4,37 (3,54 – 5,37; ± 0,45), Rz = 24,14 (22,23 – 29,31; ± 1,65) als die mit 50 µm und 1,0 bar gestrahlten Titanbasen Ra = 2,33 (1,94 – 2,75; ± 0,21), Rq = 2,99 (2,48 – 3,50; ± 0,28), Rz = 17,06 (14,08 – 21,18; ± 1,88). Die Gruppe H1 erreichte Abzugswerte von 663,53 N (553,0 – 778,0; ± 67,77) und Gruppe H2 von 744,40 N (641,0 – 850,0; ± 64,31) (p= 0,0023). Die Gruppe Z1 erreichte Abzugswerte von 1084,67 N (950,0 – 1220,0; ± 78,57) und Gruppe Z2 von 1297,67 N (1099,0 – 1452,0; ± 97,98) (p < 0,001). Die Korrelation der Rauheitskennwerte zur Abzugskraft zeigt jeweils einen signifikanten, aber nur schwachen bis moderaten positiven Zusammenhang zwischen der Abzugskraft und Ra (rs = 0,330, p = 0,010), Rq (rs = 0,336, p = 0,009) und Rz (rs = 0,319, p = 0,013).

**Schlussfolgerung:** Im Gruppenvergleich wurde durch eine Erhöhung des Strahldrucks und der Korngröße der Titanbasen höhere Rauheitskennwerte und höhere Abzugskräfte bei Zirkonoxid- und Hybridkeramik-Abutmentkronen erzielt. Alle drei üblichen Rauheitskennwerte zeigten jedoch nur eine schwache Korrelation. Dies deutet darauf hin, dass entweder weitere Variablen Einfluss genommen haben oder die Oberflächenrauheit nur in einem bestimmten Abschnitt der unterschiedlichen Werte einen Einfluss genommen hat. Weitere Untersuchungen müssen klären, in welchem Maß andere Parameter einen Einfluss auf die Abzugskräfte haben.

## P20

### Therapie der zahnlosen Kiefer mittels CAD/CAM gefertigtem Steg und Deckprothese: 3 Jahres Ergebnisse einer klinischen prospektiven Studie

Pantke C. F.<sup>1</sup>, Jacobi N.<sup>1</sup>, Mirzakhania C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UKE Hamburg Eppendorf, Zahnärztliche Prothetik, Hamburg, Deutschland

**Ziel:** Untersuchung der klinischen Bewährung von CAD/CAM-gefertigten Stegen und Deckprothesen auf vier Implantaten im zahnlosen Ober- und Unterkiefer.

**Material und Methoden:** In dieser prospektiven, multizentrischen Studie wurden vier konische Implantate (NobelReplace CC, Nobel Biocare AB, Gothenburg, Sweden) in den zahnlosen Ober- oder Unterkiefer inseriert und die Patienten mit einem CAD/CAM gefertigten Steg und Deckprothese versorgt. Die primäre Zielsetzung bestand in der Bewertung und dem Vergleich der Veränderungen des marginalen Knochenniveaus der Implantate im Oberkiefer gegenüber dem Unterkiefer. Zu den sekundären Studienzielen gehörten das Überleben der Implantate und steggetragenen Deckprothesen, deren technischer Erfolg sowie die Weichgewebeparameter Blutung auf Sondierung, Breite der keratinisierten Gingiva, Gingivaindex nach Loe and Silness (1) und Plaque Index nach Mombelli, Van Oosten (2) . Weitere sekundäre Studienziele waren die Patientenzufriedenheit und mundgesundheitsbezogene Lebensqualität und die Zufriedenheit der behandelnden Zahnärzte.

**Ergebnisse:** Insgesamt erhielten 76 Patienten (46,1 % weiblich) im Alter von  $58,4 \pm 7,8$  Jahren 304 Implantate. Im Oberkiefer wurden 40, im Unterkiefer 36 Deckprothesen angefertigt. Der durchschnittliche marginale Knochenverlust zwischen dem Zeitpunkt der Implantatinsertion und der 3-Jahres-Nachsorgeuntersuchung betrug  $-1,4 \pm 1,5$ mm. Der durchschnittliche marginale Knochenverlust lag im Oberkiefer bei  $-1,5 \pm 1,5$ mm, im Unterkiefer bei  $-1,2 \pm 1,6$ mm und unterschied sich nicht signifikant. Die Implantatüberlebensrate betrug 99,3%, wobei innerhalb der drei Jahre zwei Implantate im Oberkiefer verloren gingen, was einer Überlebensrate von 98,7% im Oberkiefer und 100% im Unterkiefer entspricht. Nach 3 Jahren waren 100% der Prothesen in situ. Während der Dauer der Studie traten bei 31 Patienten biologische Komplikationen auf. Es traten Gingivahyperplasien, Mukositis, Ulcera und weitere Weichgewebekomplikationen wie Stomatitis oder Erytheme der Schleimhaut auf. Eine Periimplantitis wurde bei 4 Patienten an 9 Implantaten diagnostiziert. Bei 31 Patienten traten 35 technische Komplikationen auf. Davon wurden 15 im Ober- und 20 im Unterkiefer festgestellt. Hierzu zählten der Verlust oder Verringerung der Retentionskraft der Attachments (n=19), Fraktur des Attachments/ der Matrize (n=13), Lockerung (n=11) oder Verlust des Attachments (n=2). Eine Schraubenlockerung trat in 3 Fällen und ein Bruch der Schraube einmal auf. Im gesamten Studienzeitraum mussten in 31 Fällen die Matrizen ausgetauscht werden. Die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität verbesserte sich im Beobachtungszeitraum signifikant. Die Auswertung der Zufriedenheit mit der Funktion und Ästhetik der Prothesen wurde bei 54 Patienten erfasst. In der Oberkiefergruppe kam es zu einer leichten Verbesserung, im

Unterkiefer zu einem leichten Rückgang der Gesamtpunktzahl bei der dreijährigen Nachuntersuchung. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Beginn und Ende der Studie gezeigt werden. 64,5 % der im Oberkiefer behandelten Patienten und 69,9 % der im Unterkiefer versorgten Patienten hätten sich erneut für dieselbe prothetische Therapie entschieden. Der Mittelwert für die Zufriedenheit der Behandler mit der Funktion und Ästhetik zeigte einen statistisch nicht signifikanten Anstieg für beide Kiefer. **Fazit:** Der CAD/CAM-gefertigte Steg und die Deckprothese auf vier Implantaten stellt eine zuverlässige Behandlungsoption für Patienten mit zahnlosem Ober- sowie Unterkiefer dar. Trotz technischer Besonderheiten mit entsprechendem Nachsorgeaufwand, konnte die beschriebene Therapie zu einer signifikanten Verbesserung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität und Zufriedenheit der Patienten führen. Die Veränderung des marginalen Knochenniveaus innerhalb des Untersuchungszeitraumes von 3 Jahren unterschied sich im Vergleich von Ober- zu Unterkiefer nicht signifikant.

1. Loe H, Silness J. Periodontal disease in pregnancy I. Prevalence and severity. *Acta odontologica scandinavica*. 1963;21(6):533-51.
2. Mombelli A, Van Oosten M, Schürch Jr E, Lang N. The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral microbiology and immunology*. 1987;2(4):145-51.

**Abb. 1**



Abb. 2



**P21**

## **Zusammenhang von Vorspannung und Gewindereibung in einer verschraubten Implantat-Abutment-Verbindung: Eine in-vitro Untersuchung**

**Beger B.<sup>1</sup>, Grander L.<sup>1</sup>, Sagheb K.<sup>1</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>, Wentaschek S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Prothetik und Werkstoffkunde, Mainz, Deutschland**

### **Fragestellung:**

Die Dehnung der Schraube, die beim Anziehen entsteht, wird als Vorspannung bezeichnet und beeinflusst die Stabilität des Implantat-Abutment-Komplexes. Die erzielte Vorspannung wird hauptsächlich durch die drei Faktoren Anziehdrehmoment, Reibung am Schraubenkopf und Reibung im Gewinde beeinflusst. Hierbei geht man davon aus, dass sich die erzielte Vorspannung proportional zum Anziehdrehmoment verhält, dass aber etwa 90 % des Anziehdrehmomentes zur Überwindung der Reibung verwendet werden. Diese teilt sich auf in etwa 50 % Kopfreibung und 40 % Reibung im Gewinde. Der Einfluss der Reibung ist also überproportional groß und hängt maßgeblich vom Material der verschraubten Komponenten ab. Ziel der Untersuchung war es, den Zusammenhang zwischen der Höhe der Gewindereibung und der Höhe der hierbei erzielten Vorspannung in zwei unterschiedlichen Implantat-Abutment-Verbindungen zu untersuchen.

### **Methoden:**

20 Implantat-Abutment-Komplexe (Titanimplantat, Titanabutment, Titanschraube) wurden in zwei Gruppen zu je 10 Implantaten (Gruppe 1: blueSKY Implantat, bredent medical, bredent GmbH & Co.KG, Deutschland; Gruppe 2: NobelReplace, Nobel Biocare Deutschland GmbH®) eingeteilt. In einer entsprechenden Apparatur zur Messung der Vorspannung und einem der Gewindereibung proportionalen Wert, wurden die Komplexe mit dem vom Hersteller empfohlenen Anziehdrehmoment von 25 Ncm angezogen. Die zur Überwindung der Gewindereibung nötige Kraft wurde zum Drehmoment umgerechnet. Die Auswertung der gemessenen Werte erfolgte mittels SPSS. Zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Gewindereibung und der erzielten Vorspannung wurde ein Streudiagramm mit linearer Regressionslinie erstellt und eine Spearman-Rangkorrelation berechnet. Der Gruppenvergleich erfolgte mittels t-Test.

### **Ergebnisse:**

Der Anteil des Anziehdrehmoments, der zur Überwindung der Gewindereibung in Gruppe 1 benötigt wurde, betrug 15,40 Ncm (13,49 – 16,87;  $\pm$  0,91) und es wurden hierbei im Mittel 206,72 N (1086,78 – 217,63;  $\pm$  11,06) Vorspannung bei 25 Ncm Anziehdrehmoment erreicht. In Gruppe 2 betrug der Anteil des Anziehdrehmomentes zur Überwindung der Gewindereibung 9,20 Ncm (7,19 - 10,50;  $\pm$  1,06) des Anziehdrehmomentes von 25 Ncm und es wurde hierbei eine Vorspannung von 331,51 N (294,37 – 363,89;  $\pm$  27,33) erreicht. Der Spearman Korrelationskoeffizient zwischen dem Anteil der Gewindereibung und der Vorspannung betrug  $r_s = 0,743$  (p

< 0,001). Der Anteil der Gewindereibung und die Vorspannung unterschied sich zwischen den beiden Gruppen ( $p < 0,001$ ).

### **Schlussfolgerungen:**

Zwischen dem Anteil des Anziehdrehmomentes, der zur Überwindung der Gewindereibung benötigt wird und der bei dem entsprechenden Anziehdrehmoment erreichten Vorspannung besteht eine starke, signifikante, negative Korrelation, wobei bei einer höheren Gewindereibung eine niedrigere Vorspannung bei gleichem Anziehdrehmoment erreicht wurde. Neben der Gewindereibung beeinflusst aber auch die Kopfreibung die bei dem entsprechenden Anziehdrehmoment erreichte Vorspannung. Die Ergebnisse dieser Untersuchung deuten darauf hin, dass eine Reduktion der Gewindereibung durch Gleitmittel oder Beschichtungen die Vorspannung, ohne Erhöhung des Drehmomentes, erhöhen können, oder dass durch Verunreinigungen im Gewinde die Vorspannung trotz ausreichendem Drehmoment niedriger ausfallen kann.

Angaben zum Interessenkonflikt: Es besteht kein Interessenskonflikt.

## **P22**

### **Einfluss des wiederholten Nachziehens einer Abutmentschraube auf die Vorspannung einer Implantat-Abutment-Verbindung: Eine In-vitro Untersuchung**

**Grander L.<sup>1</sup>, Sagheb K.<sup>1</sup>, Weibrich M.<sup>1</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>, Wentaschek S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Prothetik und Werkstoffkunde, Mainz, Deutschland**

#### **Fragestellung:**

Die Stabilität eines Implantat-Abutment-Komplexes hängt zu einem großen Teil von der Höhe der Vorspannung der Schraube ab, die Implantat und Abutment miteinander verbindet. Schraubenlockerungen resultieren aus einem Verlust der Vorspannung, der auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden kann. Ein Faktor ist dabei das Setzen der Verbindung, nachdem die Komponenten miteinander verklemt und dabei komprimiert wurden. Das Ausmaß dieses Effekts wird unter anderem von der Rückstellfähigkeit und der Rauigkeit der Komponenten beeinflusst. Daher werden in einigen Studien Anziehstrategien empfohlen, die mit einem wiederholten Nachziehen der Abutmentschraube einhergehen. Ziel der Untersuchung war es, den Einfluss des wiederholten Nachziehens einer Abutmentschraube auf die Höhe der Vorspannung in einem Implantatsystem zu untersuchen.

#### **Methoden:**

In einer Messapparatur wurden 14 Implantat-Abutment-Komplexe (NobelReplace, Nobel Biocare Deutschland GmbH®), bestehend aus Titanimplantaten, Titanabutments und Titanschrauben, untersucht. Jede Schraube wurde zum Start

des Versuchs mit dem vom Hersteller empfohlenen Anziehdrehmoment von 25 Ncm angezogen und die entsprechende Vorspannung fortlaufend aufgezeichnet. Alle 10 Minuten wurde die Schraube erneut mit 25 Ncm angezogen. Dieser Vorgang wurde sechsmal wiederholt, was eine Aufzeichnungsdauer von 60 Minuten ergab. Aus der Aufzeichnung wurden 12 Messzeitpunkte bestimmt, die jeweils die Vorspannung direkt nach dem Anziehen ("Anzug 1-6") und nach 10 Minuten Wartezeit ("Ruhe 1-6") wiedergeben. Die Auswertung erfolgte mittels SPSS. Die paarweisen Vergleiche der 12 Messzeitpunkte erfolgte mittels einfaktorieller ANOVA.

### **Ergebnisse:**

Bei Anzug 1 ergab sich im Mittel eine Vorspannung von 333,40 N (Min.: 294,37; Max.: 363,89; SD.:23,00). Die Vorspannung stieg bis Anzug 6 auf 345,09 N (Min.: 307,22; Max.: 379,11; SD.: 21,18), wobei sich erst ab Anzug 6 ein signifikanter Unterschied zum ersten zeigte ( $p=0,01$ ). Zum Zeitpunkt Ruhe 1 betrug die mittlere Vorspannung 326,97 N (Min.: 289,57; Max.:350,97; SD.: 21,13). 10 Minuten nach Anzug 6 betrug die Vorspannung 342,27 N (Min.: 302,62; Max.: 372,31; SD.: 22,03). Eine signifikante Veränderung ( $p=0,008$ ) der Ruhewerte zu Ruhe 1 bestand erst 10 Minuten nach dem vierten Anzug, mit 339,03 N (Min.: 301,81; Max.: 365,96; SD.: 21,25), wobei danach keine signifikante Veränderung bei den folgenden Ruhewerten entstand ( $p=1,000$ ). Nach den Messzeitpunkten Anzug 1-4 waren die Vorspannwerte zu den Zeitpunkten Ruhe 1-4 (jeweils nach 10 min. Wartezeit) signifikant niedriger (Anzug 1 vs. Ruhe 1:  $p<0,001$ ; Anzug 2 vs. Ruhe 2:  $p=0,003$ ; Anzug 3 vs. Ruhe 3:  $p=0,034$ ; Anzug 4 vs. Ruhe 4:  $p=0,015$ ). Zwischen Anzug 5 und 6 und den dazugehörigen Vorspannwerten nach 10 Minuten Wartezeit bestanden keine signifikanten Unterschiede mehr (Anzug 5 vs. Ruhe 5:  $p=0,078$ ; Anzug 6 vs. Ruhe 6:  $p=1,000$ ).

### **Schlussfolgerungen:**

Schon 10 Minuten nach dem Anziehen einer Implantat-Abutmentschraube sinkt die Vorspannung signifikant auch noch nach der vierten Anzugwiederholung. Es muss allerdings auch viermal nachgezogen und das Setzen der Verbindung abgewartet werden, um durch das Nachziehen und Warten eine signifikante Erhöhung der dann bestehenden Vorspannung zu erreichen. Darüber hinaus wurde hier durch weiteres Anziehen keine Verbesserung erzielt. Anziehstrategien mit mehrmaligem Nachziehen haben unter den vorliegenden Bedingungen erst nach vierfachem Nachziehen und Abwarten (insgesamt 40 Minuten) eine messbare Verbesserung, und dann auch nur um 3,7 % erzielt.

**P23**

## **Einfluss der Position von Zirkonoxidkeramikversorgungen auf die 5-Jahres Überlebensrate**

**Hölken F.<sup>1</sup>, Hörterer F.<sup>1</sup>, Wentaschek S.<sup>1</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Mainz, Deutschland**

**Ziel:** Zirkonoxid hat sich aufgrund der Kombination hochwertiger mechanischer Eigenschaften und Ästhetik als Werkstoff in der modernen Zahnmedizin etabliert. Die Langzeitstabilität von Zirkonoxid-Restaurationen kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden. Die intraorale Position stellt einen potentiellen Einflussfaktor dar. Ziel dieser retrospektiven Studie war es, die Überlebensraten von vollverblendeten Zirkonoxid-Restaurationen im Oberkiefer (OK) und Unterkiefer (UK) sowie im Frontzahn- (FZB) und Seitenzahnbereich (SZB) zu analysieren und den Einfluss der Position auf die Langzeitstabilität zu untersuchen.

**Material und Methoden:** In dieser retrospektiven longitudinalen Studie wurden 891 Zirkonoxid-keramikrestaurationen aus einer Praxis, mit minimaler follow-up Zeit ausgewertet, die vor dem Untersuchungszeitraum mindestens 5 Jahre eingegliedert waren und seitdem jährlich kontrolliert wurden. Die Kaplan-Meier-Methode wurde verwendet, um die Überlebensraten der Restaurationen in den verschiedenen Positionen (OK vs. UK, FZB vs. SZB) zu berechnen. Zur Überprüfung möglicher statistischer Unterschiede zwischen den Gruppen wurde der Log-Rank-Test durchgeführt. Um die Komplikationsrate zu ermitteln, wurde der exakte Test nach Fisher berechnet.

**Ergebnisse:** Es wurden 891 Zirkonoxidkeramikrestaurationen analysiert, davon waren 166 Einzelkronen auf Implantaten (18,6%), 695 auf natürlichen Zähnen (78,0%), 14 Brücken auf Implantaten (1,6%) und 16 auf natürlichen Zähnen (1,8%). 123 Versorgungen wurden im Oberkiefer-Frontzahnbereich (OK-FZ) (13,8%), 360 im Oberkiefer-Seitenzahnbereich (OK-SZ) (40,4%), 17 im Unterkiefer-Frontzahnbereich (UK-FZ) (1,9%) und 391 im Unterkiefer-Seitenzahnbereich (UK-SZ) (43,9%) eingegliedert.

Die Überlebensraten der Zirkonoxidkeramikversorgungen im OK-FZB und UK-FZB wiesen eine 5-Jahres-Überlebensrate von 96,7 % bzw. 94,1 % auf. Im Vergleich dazu zeigten die Versorgungen im OK-SZB eine etwas geringere 5-Jahres-Überlebensrate von 91,1 % und im UK-SZB 92,8%. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Positionen (p-Werte > 0,05 für alle Vergleiche). Die Komplikationsrate betrug für den OK-FZ 3,3%, für den OK-SZ 8,9%, UK-FZ 5,9% und UK-SZ 7,2%. Der Vergleich der Komplikationsraten der Gruppenkombination zwischen Kiefer- und Zahnbereich ergab keinen signifikanten Unterschied (p>0,05).

**Schlussfolgerung:** Die Position der Zirkonoxidkeramikversorgung zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Langzeitüberlebensraten und die Komplikationsrate hatte, auch wenn abnehmende Tendenzen in der Reihenfolge: OK - FZB > UK - FZB > UK - SZB > OK - SZB sichtbar sind.

Abb. 1

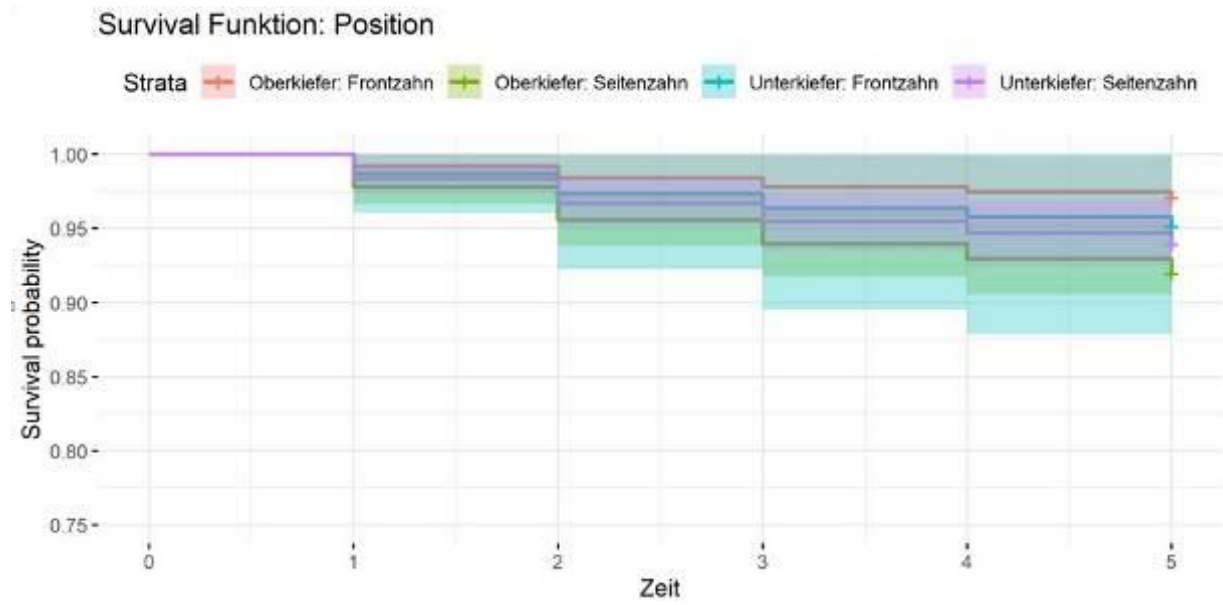
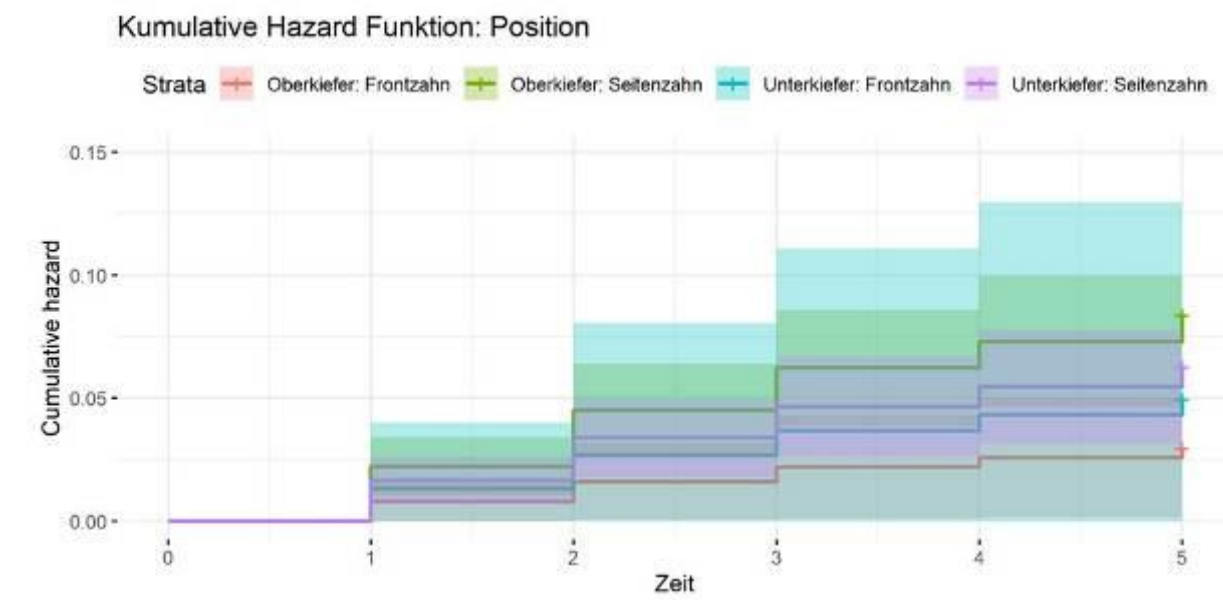


Abb. 2



## P24

### Manuelle Messtechnik zur präzisen und kostengünstigen Überprüfung von Drehmomentratschen

Hölken F.<sup>1</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Mainz, Deutschland

**Ziel:** Die ISO 6789-2 empfiehlt, Drehmomentratschen alle 5000 Zyklen oder jährlich zu überprüfen. In der klinischen Praxis wird dies jedoch selten umgesetzt. Digitale Drehmomentmesssysteme, die zur Validierung dieser genutzt werden sind teuer und erfordern ebenfalls regelmäßige Kalibrierungen. Zudem zeigen sie Messabweichungen von bis zu  $\pm 0,5$  %. Ziel dieser Studie war es, eine kostengünstige, leicht umsetzbare Methode zur Überprüfung der Genauigkeit von Drehmomentratschen vorzustellen, ohne dass diese eingeschickt werden müssen. Die Ergebnisse wurden mit einem digitalen Messgerät verglichen.

**Material und Methoden:** Anhand der folgend dargestellten Technik eines Messaufbaus mit leicht zugänglichen Materialien, wird unter Berücksichtigung des Hebelarmgesetzes überprüft, welches Drehmoment die Drehmomentratschen tatsächlich aufbringen. Zur Validierung wurden 40 mechanische Drehmomentratschen von vier verschiedenen Herstellern (Camlog, AstraTech, Straumann, NobelBiocare) ausgewählt (n=10 pro Hersteller). Alle herstellerepezifischen vorgegebenen Drehmomente (Ncm) wurden überprüft (10Ncm, 15Ncm, 20Ncm, 25Ncm, 30Ncm und 35Ncm). Die manuellen Messungen der Drehmomentratschen am Prüfstand wurden jeweils dreimal durchgeführt, zusätzlich wurden diese mit einem digitalen Drehmomentmesssystem geprüft (Mark-10, Model5i).

Zum Vergleich der beiden Techniken wurden nichtparametrische Tests (Mann-Whitney-U) verwendet. Die Effektgröße wurde mithilfe der R-Statistik berechnet. Der Kruskal-Wallis rank sum test diente zum Vergleich der unterschiedlichen Hersteller der Drehmomentratschen.

**Ergebnisse:** Es wurden 188 Drehmomentwerte gesammelt. Es gab keine Unterschiede zwischen den Messungen mit dem manuellen Prüfstand und der digitalen Messtechnik (P=0.84). Der R-Wert von 0,917 weist auf eine starke Effektgröße hin.

Die Auswertung der relativen Abweichung zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen den untersuchten Implantatsystemen ( $p < 0.001$ ). Nobel Biocare wies mit einem Median von 3,1 (Spanne: 1,1–10,7) die geringste relative Abweichung auf, gefolgt von Straumann mit einem Median von 4,9 (Spanne: 0,1–15,2). Camlog und AstraTech wiesen höhere Medianwerte von 12,6 (Spanne: 6,0–35,7) bzw. 13,6 (Spanne: 2,6–44,3) auf. Die Ergebnisse deuten auf Unterschiede in der Messgenauigkeit zwischen den Systemen hin, wobei Nobel Biocare und Straumann eine vergleichsweise geringe Streuung der Messwerte aufweisen.

**Schlussfolgerung:** Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die getesteten Implantatsysteme in ihrer Genauigkeit variieren und eine Kalibrierung notwendig ist.

Die manuelle Messtechnik erweist sich als valide, kostengünstige Alternative zur digitalen Methode, da sie vergleichbare Ergebnisse liefert, keine regelmäßige Kalibrierung erfordert und leicht zugängliche Materialien nutzt. Weitere Untersuchungen sind nötig, um die Genauigkeit der manuellen Methode im Vergleich zu digitalen Systemen zu bewerten.

## **P25**

### **Längenreduzierte Implantate als minimalinvasive Therapieoption im Seitenzahnbereich: Langzeitüberleben und Risikofaktoren**

**Horsch L.<sup>1</sup>, Richter K.<sup>1</sup>, Rammelsberg P.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Heidelberg, Zahnärztliche Prothetik, Heidelberg, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung minimalinvasiver Therapieansätze in der zahnärztlichen Prothetik rückt der klinische Einsatz längenreduzierter Implantate zunehmend in den Fokus. Aufgrund der günstigeren Belastungsverhältnisse von längeren Implantaten ergibt sich die Zielsetzung dieser Arbeit, längenreduzierte Implantate (8 mm) im Vergleich zu Implantaten mit Standardlänge hinsichtlich ihrer klinischen Langzeitprognose zu untersuchen und Risikofaktoren für Implantatverluste zu isolieren.

#### **Methoden**

In einer prospektiv dokumentierten Kohortenstudie wurden osseointegrierte Implantate analysiert, die im Seitenzahnbereich zum Ersatz von Prämolaren oder Molaren inseriert und mit Einzelkronen versorgt wurden. Die experimentelle Gruppe umfasste 162 Implantate mit einer Länge von 8 mm. Die Kontrollgruppe bestand aus 1.024 Implantaten mit einer Länge von mindestens 10 mm. Das Langzeitüberleben wurde mit Hilfe Kaplan-Meier-Kurven dargestellt und gruppenspezifische Unterschiede zunächst bivariat mit Log-Rank-Tests analysiert. Zur Identifikation von Risikofaktoren wurden Cox-Regressionsmodelle unter Berücksichtigung eines patientenspezifischen Random-Effektes angewendet.

#### **Ergebnisse**

Der mittlere Beobachtungszeitraum der Implantate betrug  $5,7 \pm 4,9$  Jahre (Maximum 20,7 Jahre). Das kumulative 5-Jahresüberleben beider Gruppen betrug 99% und lag bei kurzen Implantaten nach 10 bzw. 15 Jahren bei 92%. Bei den längeren Implantaten der Kontrollgruppe wurden nach 10 Jahren mit 98% und nach 15 Jahren mit 95% tendenziell noch günstigere Überlebensraten gefunden (Log-Rank-Test  $p = 1,91$ ). Im Unterkiefer inserierte Implantate zeigten mit  $p = 0,016$  eine signifikant bessere Prognose unabhängig von der Implantatlänge. In der multivariaten Cox-Regression stellte der Kiefer ebenfalls einen Risikofaktor für Implantatverlust dar (HR = 4,48; 95%-KI: 1,48-13,5;  $p = 0,008$ ). Weiterhin zeigte sich kein erhöhtes Verlustrisiko für Implantate der experimentellen Gruppe im Vergleich zur

Kontrollgruppe (HR = 0,297; 95%KI: 0,08-0,99; p = 0,05). Weitere Variablen, wie die Lokalisation im Prämolaren- oder Molarenbereich (HR = 1,15; 95%KI: 0,39-3,38; p = 0,81), das Patientenalter (HR = 0,99; 95%KI: 0,95-1,03; p = 0,46) und das Patientengeschlecht (HR = 1,22; 95%KI: 0,46-3,23; p = 0,46) stellten keine Risikofaktoren für Implantatverlust dar. Unter Berücksichtigung eines patientenspezifischen Random-Effektes blieben Richtung und Größe der Effekte konsistent.

### **Schlussfolgerungen**

Kurze Implantate mit 8 mm Länge können ohne negativen Effekt auf die Langzeitprognose für die Versorgung von Einzelkronen im Seitenzahnbereich empfohlen werden. Dadurch lässt sich die Invasivität der Implantation und die Größe von Defekten bei Implantatverlust reduzieren.

### **P26**

#### **Modifikation zahnmedizinischer Implantatoberflächen zur Verbesserung der Gewebeintegration und Infektionsprävention**

**Miller E.<sup>1</sup>, Boukari C.<sup>2,1</sup>, Veith M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Westfälische Hochschule, Molekulare Biologie, Recklinghausen, Deutschland; <sup>2</sup> MHH/NIFE, ZPR, Hannover, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Bei dem Einsatz von Implantaten sind infektionspräventive und integrationsfördernde Eigenschaften gleichermaßen wichtig, jedoch ist die Umsetzung von beiden zeitgleich meist nicht erreichbar. Daher entwickelte die AG Molekulare Biophysik der Westfälischen Hochschule eine Biofunktionalisierung, die beide Aspekte vereinen kann [2], [3]. Immobilisiertes biotinyliertes Fibronectin (Abb. 1) soll die Einheilung des Abutments eines Dentalimplantates in die Gingiva unterstützen.

Ziel dieser Studie war es, an weiteren geeigneten Modellorganismen zu demonstrieren, dass diese Biofunktionalisierung die bakterielle Besiedlung verhindert, insbesondere durch Hemmung der initialen unspezifischen Proteinadsorption und der damit verbundenen unerwünschten Biofilmbildung.

#### **Methoden**

Die Biofunktionalisierung folgt einem Patent der AG Molekulare Biophysik der Westfälischen Hochschule [1]. Hierbei wird ein multifunktionales, molekulares Beschichtungssystem auf Titan-Implantatoberflächen mittels *Self-Assembly-Monolayer* (SAM) Technik aufgebaut. Als Modellorganismus für die Oralflora wurden verschiedene Milchsäurebakterien genutzt, welche mithilfe des Farbstoffes DAPI fluoreszenzmarkiert worden sind, sowie Erythrozyten zum Nachweis der Hemmung unerwünschter Zell- und unspezifischer Proteinadsorption.

## Ergebnisse

Die sequentielle Assemblierung des Multilagen-Schichtsystems bis zur Streptavidin-Schicht verringert die Adhäsion auf ungefähr 63 % (Abb. 2). Die Immobilisierung des gelabelten Fibronektins auf einem Titanträger reduziert die Bakterienlast innerhalb einer Stunde weiter auf ca. 82 % (Abb. 2). Dieses Ergebnis ist ein wichtiges Indiz dafür, dass die antiadhäsiven Eigenschaften auch nach Einführung biotinylierter Biomoleküle bestehen bleiben.

Die Unterdrückung der unspezifischen Proteinadsorption konnte auch bei Erythrozyten gezeigt werden [4]. Dafür wurde Erythrozytenkonzentrat verdünnt und auf einer oxidischen sowie bis Streptavidin funktionalisierten Oberfläche einwirken gelassen. Nicht nur wurden Salzrückstände des Puffers sichtbar verringert, sondern auch die Anzahl der roten Blutzellen um ungefähr 74 % reduziert (Abb. 2, B).

## Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass die angewandte Biofunktionalisierung die bakterielle Besiedlung verhindert und zugleich die unspezifische Proteinadsorption hemmt, wodurch die Bildung unerwünschter Biofilme von Beginn an unterbunden wird. Gleichzeitig bleibt die spezifische Anbindung definierter biotinylierter Proteine – beispielsweise zur Förderung einer selektiven Zellproliferation auf medizinischen Implantatoberflächen – erhalten.

[1] "Medical Implant having biofunctionalized surface" Veith M. (main inventor); Lehnert M.; Meyer G. et al, Applicant: Westfälische Hochschule, PCT/EP/2009/007787/ WO-EP 2349359B1

[2] Ettelt V, Ekart K, Kämmerer PW, Kreikemeyer B, Epple M, Veith M. Streptavidin-coated surfaces suppress bacterial colonization by inhibiting nonspecific protein adsorption. *J Biomed Mater Res A* 2018; 106(3): 758–68 [https://doi.org/10.1002/jbm.a.36276] [PMID: 29055106]

[3] Ettelt V, Belitsky A, Lehnert M, Loidl-Stahlhofen A, Epple M, Veith M. 2018. Enhanced selective cellular proliferation by multi-biofunctionalization of medical implant surfaces with heterodimeric BMP-2/6, fibronectin, and FGF-2. *J Biomed Mater Res Part A* 2018;106A:2910–2922. [https://doi.org/10.1002/jbm.a.36480].

[4] Evelin Miller. Charakterisierung von biofunktionalisierten Implantatmodelloberflächen für die medizinische Anwendung. Bachelorarbeit Westfälische Hochschule 2023 Sep 29.

Abb. 1: Molekulares Schichtsystem mit Adhäsionsprotein. Mit Biorender erstellt.

Abb. 2: Adhäsion von Milchsäurebakterien auf Titan (Titan) und modifiziertes Titan (Streptavidin, Fibronectin). Für die Bildgebung wurden die Bakterien mit DAPI gefärbt. Adhäsion von Erythrozyten an einer unbeschichteten Implantatmodelloberfläche (A) und einer beschichteten Implantatmodelloberfläche (B).

Abb. 1

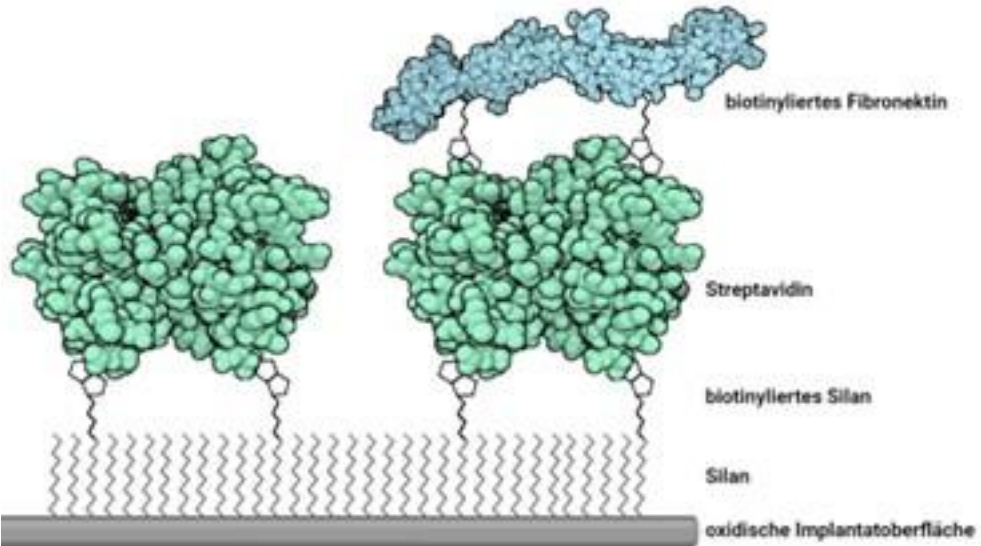
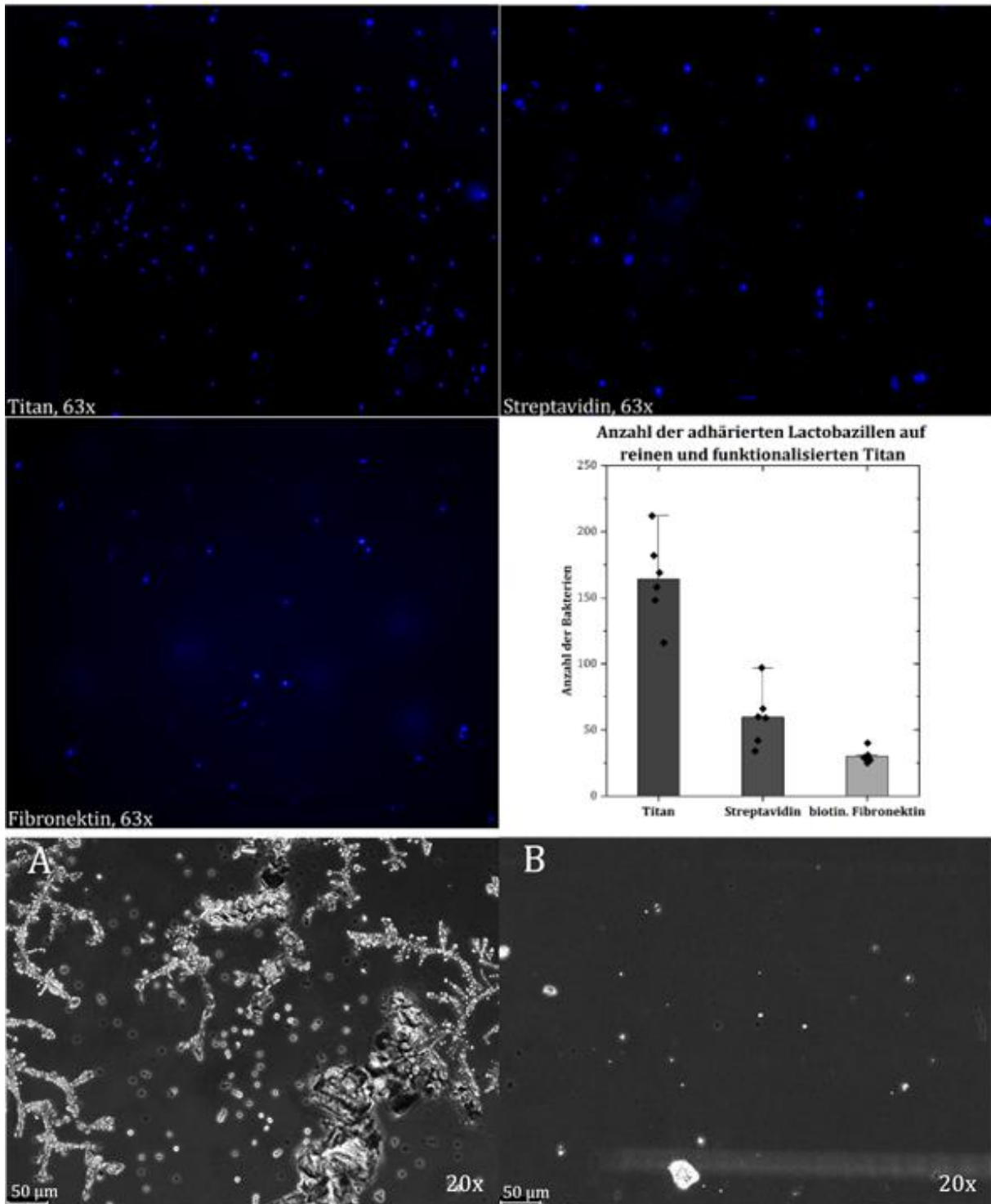


Abb. 2



**P27**

## **Einfluss der Kaminhöhe einer Klebebasis auf die Haftkraft von Zirkoniumdioxid-Hybrid-Kronen**

**Sagheb K.<sup>1</sup>, Popescu B.<sup>1</sup>, Wentaschek S.<sup>1</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Prothetik, Mainz, Deutschland**

Fragestellung:

Bei Hybrid-Abutment-Kronen stellt das Versagen der adhäsiven Verklebung zwischen Titanbasis und keramischer Krone eine der häufigsten technischen Komplikationen dar. Um diese Komplikation zu vermeiden und den adhäsiven Verbund über die gesamte Nutzungsdauer der Implantatversorgung stabil zu halten, müssen hierfür verschiedene Einflussfaktoren berücksichtigt werden. Neben der Auswahl des Verbundsystems und der Vorbehandlungsmethode der Titan- und Keramik-Oberflächen ist auch die zur Verfügung stehende Klebefläche ein wichtiger Faktor für die Stabilität der Verklebung. Die verfügbare Klebefläche hängt unter anderem von der Kaminhöhe des Abutments ab. Zu klären ist, inwieweit sich die Kaminhöhe bei sonst identischer Abutment-Geometrie auf die Haftkraft zwischen Titanabutment und Keramikkrone auswirkt.

Methoden:

Zwei Abutment-Gruppen mit jeweils unterschiedlicher Kaminhöhe aber ansonsten identischer Geometrie wurden untersucht (Gruppe A: Esthetic CAD/CAM 5mm Kaminhöhe, Bego Implant Systems GmbH & Co. KG; Gruppe B: Esthetic CAD/CAM 8mm Kaminhöhe, Bego Implant Systems GmbH & Co. KG). Jeweils ein Abutment aus Gruppe A (5 mm Kaminhöhe) und aus Gruppe B (8 mm Kaminhöhe) wurde mit einem Intraoral-Scanner (Primescan, Dentsply Sirona Deutschland GmbH) gescannt und die Daten im STL-Format exportiert. Mit Hilfe einer 3D-Grafiksoftware (Blender, Blender Foundation) wurden die STL-Daten ausgewertet und die Größe der Klebeflächen bestimmt. In jeder Gruppe wurden jeweils 40 Abutments mit 40 Zirkoniumdioxidkronen (VITA YZ ST Multicolor, VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co) nach entsprechender Vorbehandlung verklebt (Panavia V5, Kuraray Europe GmbH). Nach Thermozyklierung (5000 Zyklen, 5°/55°C) wurden Abzugsversuche (Zwick Z 005, ZwickRoell GmbH) durchgeführt. Die statistische Auswertung erfolgte durch einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA).

Ergebnisse:

Die Auswertung der STL-Daten ergab eine Abutment-Klebefläche von 46 mm<sup>2</sup> für Gruppe A (5 mm Kaminhöhe) und 63 mm<sup>2</sup> für Gruppe B (8 mm Kaminhöhe). Der Mittelwert für die Abzugskraft betrug für Gruppe A 728 N (min. 573, max. 880, SD 77) und für Gruppe B 903 N (min. 639, max. 1129, SD 116). Das Verhältnis zwischen mittlerer Abzugskraft und Klebefläche betrug für Gruppe A 15,83 N/mm<sup>2</sup> und für Gruppe B 14,33 N/mm<sup>2</sup>. Die statistische Auswertung mittels ANOVA zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen Gruppe A und B ( $p < 0,001$ ) für die mittleren Abzugskräfte.

Schlussfolgerungen:

Die Kaminhöhe stellt für die untersuchten Abutments einen signifikanten Faktor für die erzielte Haftkraft dar. Mit Zunahme der Kaminhöhe und Klebefläche erhöht sich auch die Abzugskraft. Das Verhältnis mittlere Abzugskraft zu Klebefläche ist für die beiden Gruppen im Vergleich nicht identisch. Die Klebefläche des höheren Abutments war 37 % größer, während die Abzugskraft nur um 24 % gestiegen ist. Dies tritt bei Abzugsversuchen häufig auf und wird durch eine ungleiche Spannungsverteilung und dadurch, dass die Bruchinitiierung im Randbereich beginnt und so die zusätzliche Fläche weniger effektiv zur Haltekraft beiträgt, erklärt. Im vorliegenden Beispiel hat nur 65 % der zusätzlichen Fläche effektiv zur Abzugskraft beigetragen. Wie sich andere Abutment-Geometrien auf die Haftkraft auswirken, kann in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

## **P28**

### **Einfluss der Oberflächenaktivierung durch Atmosphärendruckplasma auf die Haftkräfte von fünf unterschiedlichen Verbundsystemen**

**Sagheb K.<sup>1</sup>, Siemiatkowski D.<sup>1</sup>, Wentaschek S.<sup>1</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Prothetik, Mainz, Deutschland**

Fragestellung:

Bei der Verklebung von Hybrid-Abutment-Kronen wird ein stabiler adhäsiver Verbund zwischen den Oberflächen der Titan-Klebebasis und der monolithischen Zirkoniumdioxidkrone angestrebt. Der adhäsive Verbund stellt gleichzeitig eine mögliche Schwachstelle der Suprakonstruktion dar. Daher soll durch Auswahl geeigneter Vorbehandlungsmethoden an den Oberflächen eine möglichst optimale Verbindung erzielt werden. Kaltaktives Atmosphärendruckplasma (KAP) ist eine Methode zur Oberflächenvorbehandlung, mit der eine bessere Benetzbarkeit und so gegebenenfalls eine höhere Haftkraft zwischen Titan und Zirkoniumdioxid erzielt werden soll. Hierdurch konnte jedoch in vorausgehenden Studien mit Verbundsystemen, die MDP und Photoinitiatoren (PI) enthielten, die Haftkraft nicht erhöht werden. Ungeklärt ist, wie sich die Interaktion zwischen KAP und Verbundsystemen, die MDP und/oder PI enthalten, auf die Haftkraft auswirken kann.

Methoden:

Insgesamt 100 Titanklebebasen (Ti-Base NB RS 4.3 L, Dentsply Sirona GmbH) und 100 Zirkoniumdioxidkronen (inCoris ZI meso L F2, inLab CAD SW 19, Cerec Primemill; Dentsply Sirona – Sinterofen Programat S1, Ivoclar Vivadent AG) wurden in zehn Versuchsgruppen (n=10) unterteilt. Je zwei Gruppen wurden mit dem gleichen Verbundsystem verklebt, jeweils eine Gruppe mit und eine Gruppe ohne Plasmavorbehandlung beider Fügeflächen. Die Plasmavorbehandlung wurde mit dem Plasma-Handgerät piezobrush PZ2 (relyon Plasma GmbH) durchgeführt. Insgesamt wurden fünf Verbundsysteme getestet: Panavia V5 (Kuraray Europe GmbH, MDP- und PI-haltig, Gruppen A ohne KAP und Gruppe AP mit KAP-

Vorbehandlung), Multilink (Ivoclar Vivadent AG, MDP-haltig, Gruppen B und BP), Bifix HA (VOCO GmbH, C und CP), RelyX Ultimate (3M Deutschland GmbH, MDP- und PI-haltig, D und DP) und Bifix QM (VOCO GmbH, PI-haltig, E und EP). Nach 5000 Zyklen Thermozyklierung bei 5°/55°C wurden Abzugsversuche (Zwick 1425, ZwickRoell GmbH) durchgeführt. Die Gruppen wurden mittels Games-Howell-Post-hoc-Analyse verglichen. Die paarweise Interaktion zwischen den drei Faktoren KAP, 10-MDP-Gehalt und PI-Gehalt wurde mittels zweifaktorieller Varianzanalyse (ANOVA) untersucht.

#### Ergebnisse:

Gruppe A (MDP und PI) (1070 N, SD 86) erzielte signifikant höhere Werte als Gruppe AP (MDP, PI und Plasma) (843 N, SD 62) ( $p < 0,001$ ).

Die Unterschiede zwischen den Gruppen B (MDP) (1045 N, SD 157) und BP (MDP und Plasma) (1148 N, SD 82) ( $p = 0,709$ ), zwischen C (kein MDP/PI) (640 N, SD 114) und CP (Plasma) (749 N, SD 53) ( $p = 0,248$ ), zwischen D (MDP und PI) (974 N, SD 220) und DP (MDP, PI und Plasma) (833 N, SD 111) ( $p = 0,719$ ) und zwischen E (PI) (489 N, SD 92) und EP (PI und Plasma) (580 N, SD 62) ( $p = 0,287$ ) waren nicht signifikant.

Für die Interaktion zwischen jeweils zwei Faktoren zeigte sich ein signifikanter Effekt zwischen KAP und MDP ( $p = 0,004$ ) und zwischen KAP und PI ( $p = 0,002$ ). Zwischen MDP und PI lag kein signifikanter Effekt vor ( $p = 0,887$ ).

#### Schlussfolgerungen:

Der Einsatz von KAP zeigte bei den fünf untersuchten Verbundsystemen keine signifikante Verbesserung der Haftkraft. Bei einem Verbundsystem hingegen führte KAP zu einer signifikanten Abnahme der Haftkraft. Zusammenfassend kann die Anwendung von KAP bei den hier untersuchten Verbundsystemen nicht empfohlen werden. Die Ergebnisse deuten nicht darauf hin, dass bei den MDP- und PI-haltigen Verbundsystemen die Unterschiede in der Haftkraft durch eine Interaktion zwischen KAP und diesen Komponenten zustande kommen. Weitere Untersuchungen zu unterschiedlichen Plasmaprotokollen oder einflussnehmenden Faktoren müssen durchgeführt werden, um die heterogenen Ergebnisse zu erklären.

**P29**

## **New Implant Design with External Conical Connection: Evaluation of Sealing Ability**

**Fouda A.<sup>1</sup>, Keilig L.<sup>1</sup>, Bourauel C.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Bonn, Oralmedizinische Technologie, Bonn, Deutschland**

### **Introduction**

Dental implants are the preferred option for replacing missing teeth, especially in the aesthetic zone. Over the past decade, advances in implant technology have expanded the range of systems available on the market. A crucial factor influencing the success of dental implants is the stability of the implant-abutment interface. An unstable connection can create micro-gaps at the interface, leading to microbial leakage and potential biological complications [1]. The stability and sealing ability depend mainly on the Implant/abutment joint design and the screw [2]. Aesthetics is also a key factor in implant success, particularly in the anterior region. Titanium abutments can impair light transmission and reduce the final restoration's aesthetic quality, and their dark colour may show through thin gingiva, especially in cases of recession. The purpose of the study is to test a new implant design with an external conical connection to abutment or abutment-free crown in terms of joint stability and sealing ability.

### **Methods**

Three groups were tested (n = 6): two with the experimental external conical connection (ECC) implant and one control group using a commercially available internal hex (IH) implant. Twelve implant prototypes (Advantixq, Germany; L=12  $\varnothing=3.1$  mm) featuring an ECC between the implant and suprastructure were used. In group 1 (EC-Ti), titanium abutments were fitted externally onto the implant and covered with a metal loading cap. In group 2, milled abutment-free zirconia crowns were designed to fit directly and screwed onto the implant. The zirconia crowns featured a rounded top to function as a crown and loading cap simultaneously. TAG Axis implants (TAG dental, United States; L=13  $\varnothing=3.3$  mm) attached to Ti abutments were used as control (IH-Ti)

The microleakage test was performed using the method proposed by Suttin Z. et al [3]. The apices of the implants were modified to accommodate a needle fitting, with a hole machined through the implant up to the screw level. A needle was inserted into the implant and secured with wax and attached from the other side to a peristaltic pump through a tube and luer-lock connection. The pump was used to introduce blue dye under 5 mbar pressure into the implant's internal surface. Then the whole setup was mounted in a hydraulic cyclic loading machine (Dyna-Mess GmbH, Germany) according to ISO 14801. Two high-resolution video cameras were positioned to monitor and record any dye leakage at the junction.

The abutments were tightened to the recommended torque and rechecked for leakage before applying any load. If no leakage was observed, the specimen

underwent cyclic loading for 100,000 cycles at 100N with the pump turned off. After completing these cycles without failure, the pump was reactivated, and the implant-suprastructure junction was visually inspected again while applying a 100N load at 2 Hz for 1000 cycles. If no leakage was observed, the load was increased by 50N, and the process was repeated until fluid leakage was detected or the specimen failed.

## **Results**

The mean failure force was 317N for EC-Ti group, 210N for EC-Zr, and 220N for IH - Ti group (control). All the specimens in EC-Ti group failed at forces varying between 300-350N before any leakage was detected. For the EC-Zr group, 2 specimens showed fracture in Zr crown at the neck at 200N force. One specimen showed bending in implant at 200N, and 2 specimens showed leakage at 150 and 200N. For the control group, 3 specimens showed fracture in screw at 250N and 3 specimens showed leakage at 200N

## **Conclusions**

The evaluated connection design demonstrated a stable, well-sealed implant–abutment interface. Abutment-free zirconia crowns can be directly screw-retained onto titanium implants with an external conical connection.

1. Meng et al., Int J Prosthodont, 2007. 20(6): p. 623-5.
2. Scherg et al., Int J Prosthodont, 2016. 29(2): p. 142-6.
3. Suttin Z et al., J. Imp Recon Dent, 2013;1:20 - 21

## **P30**

### **Prospektive klinische Pilotstudie zur implantatverankerten Deckprothese im Ober- und Unterkiefer auf jeweils zwei durchmesserreduzierten Implantaten über einen Beobachtungszeitraum von 9 Jahren**

**Salin E.<sup>1</sup>, Kern J. S.<sup>1</sup>, Elvers D.<sup>2</sup>, Hölzle F.<sup>2</sup>, Wolfart S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Zahnärztliche Prothetik und Biomaterialien, Zentrum für Implantologie, Aachen, Deutschland; <sup>2</sup>**

**Universitätsklinikum RWTH Aachen, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Aachen, Deutschland**

#### **Ziel**

Ziel dieser prospektiven klinischen Pilotstudie war die Untersuchung der Auswirkungen einer auf zwei Implantaten abgestützten Deckprothese im Ober- und Unterkiefer auf die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) sowie auf die subjektive Kaufähigkeit bei vollständig zahnlosen Patientinnen und Patienten.

#### **Material und Methoden**

Zehn vollständig zahnlose Patientinnen und Patienten (58–79 Jahre) wurden mit zwei durchmesserreduzierten (3,3 mm) Titan-Zirkonium-Implantaten (Roxolid®, Straumann, Schweiz) jeweils in der Eckzahnregion des Ober- und Unterkiefers

versorgt. Als Verankerungssysteme wurden CM LOC® und CM LOC® Flex Attachments (Cendres+Métaux, Biel, Schweiz) verwendet. Die Oberkiefer-Prothesen wurden gaumenfrei gestaltet. Im Falle eines Implantatverlustes wurde der Gaumen im Sinne einer Coverdenture geschlossen.

Die MLQ wurde mithilfe des verkürzten Oral Health Impact Profile (OHIP-G14) erfasst und die subjektive Kaufähigkeit mittels visueller Analogskala (VAS) bewertet. Die Erhebungen erfolgten vor der Eingliederung, zu Studienbeginn, nach 6, 12, 24 und 36 Monaten sowie nach 7 und 9 Jahren. Die statistische Auswertung umfasste eine deskriptive Analyse sowie den Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test.

### Ergebnisse

Über einen Beobachtungszeitraum von neun Jahren gingen insgesamt acht Implantate verloren, ausschließlich im Oberkiefer. Die Implantatverluste betrafen fünf Patientinnen und Patienten, von denen drei jeweils beide Implantate verloren. Bei zwei betroffenen Patientinnen bzw. Patienten erfolgte eine Nachimplantation auf mindestens vier Implantate im Oberkiefer. Im Unterkiefer betrug das Implantatüberleben auch nach neun Jahren 100 %.

Die MLQ verbesserte sich statistisch signifikant ( $p \leq 0,05$ ,  $n=10$ ), wobei der mittlere OHIP-Gesamtwert von 33,22 vor Baseline auf 7,6 zu Baseline und weiter auf 2,8 nach sechs Monaten sank. Im weiteren Verlauf stieg der OHIP-Gesamtwert auf 4,67 nach 36 Monaten an ( $n=9$ ). Nach 7–9 Jahren betrug der durchschnittliche OHIP-Wert 8,92 und blieb damit weiterhin signifikant niedriger als vor der Behandlung ( $p \leq 0,05$ ,  $n=6$ ).

Bereits nach sechs Monaten zeigte sich eine signifikante Verbesserung der subjektiven Kaufähigkeit für verschiedene Nahrungsmittel ( $p \leq 0,05$ ,  $n=10$ ). Diese blieb bis 36 Monate weitgehend konstant und verschlechterte sich nach 7 und 9 Jahren geringfügig für bestimmte feste Nahrungsmittel ( $n=6$ ).

### Schlussfolgerung

Die Versorgung vollständig zahnloser Patientinnen und Patienten mit herausnehmbaren, implantatgetragenen Deckprothesen auf zwei durchmesserreduzierten Implantaten führt zu nachhaltigen Verbesserungen der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität und der subjektiven Kaufunktion über einen Zeitraum von bis zu neun Jahren. Aufgrund der hohen Implantatverlustrate im Oberkiefer stellt dieses minimalinvasive Behandlungskonzept allerdings nur für den Unterkiefer eine langfristig stabile Therapieoption dar.

**P31**

## **Radiologische Differenzierung von Original- und Generika-Implantaten mittels eines Multiklassen-KI-Modells im Vergleich zu menschlicher Expertise: Eine In-vitro-Studie**

**Bremer M.<sup>1</sup>, Hoffmann N. P.<sup>1</sup>, Schmalbach B.<sup>2</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>, Blume M.<sup>3</sup>, Kianusch K.<sup>1</sup>, Hartmann A.<sup>1</sup>, Petrowski K.<sup>2</sup>, Bjelopavlovic M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Prothetik und Werkstoffkunde, Mainz, Deutschland; <sup>2</sup> Universitätsmedizin Mainz, Klinik und Poliklinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie, Mainz, Deutschland; <sup>3</sup> Universitätsmedizin Mainz, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Mainz, Deutschland**

### **Fragestellung**

Künstliche Intelligenz (KI)-basierte Ansätze zur radiologischen Erkennung verschiedener Implantathersteller wurden bereits in der Literatur beschrieben. Vergleichende Analysen, die generische Hersteller einbeziehen und die Differenzierung zwischen Original- und Replikat-Implantaten durch menschliche Experten untersuchen, liegen bislang jedoch nur für einen einzelnen Hersteller vor und zeigten vergleichsweise gute Ergebnisse für die menschliche Beurteilung (86,16 %). Bislang ist unklar, in welchem Ausmaß die Einbeziehung mehrerer Implantatsysteme und ihrer jeweiligen Generika die Genauigkeit bei der Identifikation von Original- versus Replikat-Implantaten beeinflusst.

Ziel der vorliegenden Studie war es daher zu evaluieren, ob ein programmiertes KI-System zuverlässig zwischen zwei originalen Implantatherstellern und zwei entsprechenden generischen Implantatsystemen differenzieren kann. Die diagnostische Leistung sowie die Sicherheit der Unterscheidung wurden direkt mit den Einschätzungen menschlicher Experten verglichen, um die relative Genauigkeit und Zuverlässigkeit künstlicher Intelligenz gegenüber klinischer Expertise zu bestimmen.

### **Methoden**

Zur Identifizierung von vier unterschiedlichen Implantattypen wurde ein zweistufiger KI-Ansatz implementiert, bestehend aus einer vorgelagerten Objektsegmentierung und einer anschließenden Klassifikation. Insgesamt wurden 1.384 standardisiert angefertigte ex-situ-Röntgenaufnahmen als Trainingsdatensatz verwendet. Zur Extraktion der Implantate kamen konturbasierte Segmentierung sowie ein vortrainiertes Mask R-CNN zum Einsatz. Die Klassifikation erfolgte mittels eines transfergelernten ResNet50-Modells, welches anhand von einem Testdatensatz validiert wurde. Zusätzlich erfolgte eine vergleichende Evaluation durch 61 zahnmedizinische Studierende und Zahnärzte, die getrennte Datensätze mit insgesamt 98 Röntgenbildern beurteilten. Dabei gaben sie die Sicherheit ihrer Entscheidung in Form einer prozentualen Selbsteinschätzung an.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 2.994 Einzelbewertungen von 61 Beurteilern analysiert. Die Genauigkeit der menschlichen Teilnehmer lag bei 86,60 % und damit signifikant unter der fehlerfreien Klassifikationsleistung der KI ( $p < 0,001$ ). Implantattyp, klinische Erfahrung und Geschlecht zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die korrekte Identifikation, während die selbsteingeschätzte diagnostische Genauigkeit ein starker Prädiktor war ( $p < 0,001$ ).

### **Schlussfolgerungen**

Die Ergebnisse zeigen, dass KI unter kontrollierten Bedingungen und Einbeziehung mehrerer Implantatsysteme eine überlegene Klassifikationsleistung gegenüber menschlichen Beurteilern bei der Unterscheidung nahezu identischer Implantate erzielen kann. Insgesamt deutet die Studie somit darauf hin, dass eine KI-gestützte Implantat-Erkennungssoftware zumindest eine vielversprechende diagnostische Unterstützung bieten kann.

### **P32**

#### **Erste Ergebnisse einer prospektiven randomisierten klinischen Studie nach 1-jährigem klinischen und röntgenologischen Follow-Up zum Vergleich des zementfreien konometrischen Acuris®-Konzepts mit der konventionellen Zementierung von Implantatkronen**

**Probst K.<sup>1</sup>, Del Hougne M.<sup>1</sup>, Runknagel H.<sup>1</sup>, Schlifter M.<sup>1</sup>, Schmitter M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Würzburg, Prothetik, Würzburg, Deutschland**

**Hintergrund:** Zur Befestigung implantatgetragener Einzelkronen stehen derzeit primär zwei etablierte Verfahren zur Verfügung: die Schraubenretention und die Zementierung. Schraubenretinierte Versorgungen können mit technischen Komplikationen wie Schraubenlockerungen oder -frakturen verbunden sein und in ästhetisch sensiblen Regionen durch den sichtbaren Schraubenkanal Einschränkungen verursachen. Bei zementierten Rekonstruktionen besteht hingegen das Risiko verbliebener subgingivaler Zementreste, die mit biologischen Komplikationen wie periimplantären Entzündungen assoziiert sein können. Trotz umfangreicher wissenschaftlicher Untersuchungen konnte bislang keine eindeutige Überlegenheit eines der beiden Konzepte gezeigt werden. Das konometrische Acuris®-System stellt eine zementfreie Alternative dar, bei der die Retention über eine friktionsbasierte Konus-in-Konus-Verbindung zwischen Abutment und einer extraoral zementierten Kappe erfolgt. Ziel dieses Systems ist es, potenzielle Nachteile konventioneller Befestigungsarten zu reduzieren.

**Zielsetzung:** Ziel der vorliegenden Studie ist der Vergleich implantatgetragener Einzelkronen, die entweder zementfrei mittels konometrischem Acuris®-Konzept oder mittels konventioneller Zementierung befestigt werden.

**Material und Methoden:** Für die Studie rekrutiert werden Patientinnen und Patienten, die eine Einzelzahnücke im Bereich der Prämolaren von Ober- oder Unterkiefer aufweisen und den Bedarf haben diese Lücke durch ein Implantat und

eine Krone zu schießen. Werden die Einschlusskriterien erfüllt (natürliche Zähne als Nachbarzähne und Antagonist, ausreichendes Knochenangebot etc.) und prinzipiell beide potentiellen Versorgungsformen akzeptiert, erfolgt die Implantation eines Astra EV®(straight)-Implantates mit Durchmesser 4,2 und Länge 9 mm. Die prothetische Versorgung beginnt nach einer geplanten geschlossenen Implantateinheilung von 6 Monaten im Ober- und 3 Monaten im Unterkiefer. Dabei erfolgt die Randomisierung in Test- (zementloses, konometrisches Acuris®-Konzept) oder Kontrollgruppe (Zementierung) mittels verschlossener Briefumschläge, die erst in der Sitzung der Implantatabformung geöffnet werden. Der Fokus bei der vergleichenden Untersuchung beider Gruppen, die direkt nach Eingliederung der Krone beginnt und im jährlichen Follow-Up bis maximal 5 Jahre nach Eingliederung dauert, liegt auf der klinischen Evaluation von periimplantärer Sondierungstiefe, Attachmentlevel, Mundhygiene (Plaque-Index nach O'Leary et al.) und Weichgewebsgesundheit (Blutung auf Sondierung nach Lang et al.). Analog erfolgt in Ergänzung ein radiologisches Follow-Up. Mittels Einzelröntgenaufnahmen erfolgt eine visuelle Verlaufskontrolle des periimplantären Knochniveaus in Relation zum oberen Implantatrand (in mm) mit Hilfe von zum Zwecke der Standardisierung des Aufnahmewinkels individualisierten und über den gesamten Beobachtungszeitraum identischen Röntgenhaltern.

**Ergebnisse:** Erste 1-Jahres-Ergebnisse bei einer Kohorte von bisher 21 Patienten, von denen 11 Untersuchte der Acuris®-Testgruppe (zementfrei) und 10 Personen der der Kontrollgruppe angehören (Zementierung) lassen klinisch (Sondierungstiefe, Attachmentlevel, Plaque, BOP) und radiologisch (visuell erkennbarer Knochenabbau am Implantat) keine eindeutigen Unterschiede beider Versorgungsformen erkennen. Bei den Indizes Sondierungstiefe, Attachmentlevel und BOP scheint die zementlose Befestigungsform jedoch tendenziell etwas besser abzuschneiden.

**Schlussfolgerung:** Die bisherigen 1-Jahres Studienergebnisse lassen noch keine abschließende Beantwortung der Frage zu, ob das konometrische, zementfreie Acuris®-Konzept die bei einer konventionellen Zementierung potenziellen Nachteile für das periimplantäre Hart- und Weichgewebe zu reduzieren vermag. Zur Klärung dieser Frage müssen sind weitere Untersuchungen mit längerem Follow-Up und einer größeren Patientenzahl angezeit.

**P33**

## **Patient:innenzentrierte Zahnmedizin: Simulation altersbedingter Einschränkungen im Gero-Parcours**

**Nitschke I.<sup>1,2</sup>, Holter M.<sup>2</sup>, Sobotta B. A. J.<sup>2</sup>, Jockusch J.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Medizinische Hochschule Brandenburg, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Seniorenzahnmedizin, Brandenburg a.d. Havel, Deutschland; <sup>2</sup> Universität Leipzig, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, Bereich Seniorenzahnmedizin, Leipzig, Deutschland**

### **Fragestellung**

Studierende der Zahnmedizin verfügen in der Regel über nur begrenzte Erfahrungen im Umgang mit älteren Menschen mit Multimorbidität sowie altersbedingten funktionellen und kognitiven Einschränkungen. Ziel dieser Arbeit war es, den "Gero-Parcours" (GP) als simulationsbasiertes Lehrinstrument zu evaluieren, das Studierenden ein erfahrungsorientiertes Verständnis von Alterungsprozessen und deren Auswirkungen vermitteln soll.

### **Methoden**

Der GP besteht aus mehreren thematischen Stationen (u. a. Hör- und Seheinschränkungen, Unterstützung bei der Mundhygiene durch Dritte, emotionale Aspekte des Alterns), die jeweils von zwei Studierenden innerhalb von 15 Minuten durchlaufen und von geschultem Fachpersonal betreut werden. Die Evaluation des GP erfolgte an der Universität Leipzig im Zeitraum von 2021 bis 2024 anhand standardisierter schriftlicher Fragebögen.

### **Ergebnisse**

Die Rückmeldungen der Studierenden zeigten, dass der GP das Verständnis für altersbedingte Einschränkungen deutlich förderte und zur Erweiterung des fachlichen Wissens beitrug. Zudem gaben viele Studierende an, bestehende Fehlvorstellungen über ältere Patient:innen abbauen zu können; vereinzelt wurden auch persönliche Sorgen im Hinblick auf das eigene Altern geäußert. Besonders praxisrelevant wurde die Station zum Transfer vom Rollstuhl auf den Behandlungsstuhl bewertet, während die Station zur klinischen Ernährung vergleichsweise geringere Relevanz erhielt.

### **Schlussfolgerungen**

Der Gero-Parcours stellt ein flexibel einsetzbares, praxisnahes Lehrformat dar, das sich an unterschiedliche Gruppengrößen, zeitliche Ressourcen und personelle Gegebenheiten anpassen lässt. Aufgrund der positiven Evaluation durch Studierende und Lehrende wird empfohlen, den GP als festen Bestandteil in das zahnmedizinische Curriculum zu integrieren, um frühzeitig Kompetenzen im Umgang mit älteren und funktionell eingeschränkten Patient:innen zu fördern.

**P34**

**Analyse des Prozessablaufs bei der Herstellung monolithischer Implantatkronen mit konfektionierter Titanbasis im Vergleich konventioneller und digitaler Abformungsmethoden**

**Al-Zuebi J.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Zahnzentrum Frankfurt, Prothetik, Frankfurt a.M., Deutschland**

**Fragestellung:**

Ziel der Arbeit war die Analyse und der Vergleich des Prozessablaufs bei der Herstellung monolithischer Implantatkronen mit konfektionierter Titanbasis unter Verwendung konventioneller und digitaler Abformungsmethoden. Untersucht wurden Genauigkeit, Effizienz, klinische Anwendbarkeit, Kostenstruktur sowie Patientenkomfort im implantatprothetischen Workflow.

**Methoden:**

Es erfolgte eine systematische Literaturrecherche in PubMed und Google Scholar unter Verwendung definierter MeSH-Begriffe und Schlüsselwortkombinationen zu digitaler und konventioneller Implantatabformung. Es wurden deutsch- und englischsprachige Studien einbezogen, die sich explizit mit intraoralen Scannern im Zusammenhang mit Implantatkronen befassen. Insgesamt wurden 26 Studien anhand vordefinierter Ein- und Ausschlusskriterien analysiert. Ergänzend wurde der klinische Ablauf beider Verfahren strukturell dargestellt und hinsichtlich Prozesskette, Materialeinsatz und Fehlerquellen verglichen.

**Ergebnisse:**

Die digitale Abformung zeigt Vorteile hinsichtlich Workflow-Optimierung, Zeitersparnis, direkter Qualitätskontrolle und Patientenkomfort. Fehlerquellen konventioneller Verfahren wie Materialverzerrungen, Kontraktionsschrumpfung oder Gipsexpansion entfallen. Ökonomische Analysen belegen eine Reduktion direkter Behandlungs- und Laborkosten im digitalen Workflow. Einschränkungen bestehen insbesondere bei Ganzkieferabformungen, zahnlosen Kiefern sowie subgingivalen Präparationsgrenzen, wo Matching Fehler auftreten können. Hinsichtlich der Genauigkeit zeigen Studien keine eindeutige Überlegenheit einer Methode.

**Schlussfolgerungen:**

Die digitale Implantatabformung stellt eine effiziente und patientenfreundliche Alternative zur konventionellen Technik dar, insbesondere bei Einzelzahn- und Quadrantenversorgungen. In komplexen implantatprothetischen Situationen behalten konventionelle Verfahren weiterhin klinische Relevanz. Eine abschließende Bewertung der Überlegenheit digitaler Verfahren erfordert weitere standardisierte In-vitro- und klinische Studien.

**P35**

## **Polypharmakotherapie älterer Patienten mit festsitzendem und abnehmbarem Zahnersatz**

**Santalucia G.<sup>1</sup>, Orujov K.<sup>1</sup>, Wagenpfeil G.<sup>2</sup>, Heckmann S.<sup>1</sup>, Grobecker-Karl T.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universität des Saarlandes, Prothetik und Werkstoffkunde, Homburg, Deutschland; <sup>2</sup> Universität des Saarlandes, Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik, Homburg, Deutschland**

### **Einleitung**

Patienten im Seniorenalter weisen gehäuft Zahnersatz auf - sei es festsitzender oder abnehmbarer. In der vorliegenden Untersuchung wurde die Hypothese geprüft, dass zwischen Patienten mit abnehmbarem und festsitzendem Zahnersatz ein Unterschied hinsichtlich der Medikation besteht.

### **Material und Methode**

In der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik nahmen von Mai 2020 bis Dezember 2021 insgesamt 103 Patienten mit Alter von über 70 Jahren an der Studie teil (Ethikantrag Kenn-Nr. 156/19). Sie wurden untersucht und die Form des Zahnersatzes d.h. festsitzend (F-ZE) oder abnehmbar (A-ZE) erfasst. Die verordnete Medikation wurde mittels Fragebogen und hausärztlicher Medikamentenliste ermittelt. Die Zuordnung in Medikamentengruppen erfolgte nach der Klassifikation der WHO. Zur statistischen Analyse dienten der Mann-Whitney-U-Test und der Chi-Quadrat-Test ( $\alpha = 0,05$ ).

### **Ergebnisse**

Die Anzahl der eingenommenen Medikamente betrug 4,8 in der F-ZE-Gruppe und 6 in der A-ZE-Gruppe ( $p = 0,318$ ).

Die Anzahl der Medikamentengruppen betrug 1,6 in der F-ZE-Gruppe und 2,0 in der Gruppe mit A-ZE ( $p = 0,053$ ).

Hinsichtlich der Einnahme von Antidiabetika war der Unterschied zwischen den beiden Gruppen mit  $p = 0,021$  signifikant: Patienten mit abnehmbarem Zahnersatz nahmen häufiger Antidiabetika ein (24,68%) als Patienten mit festsitzendem Zahnersatz (3,85 %).

### **Diskussion**

Bei älteren Patienten mit festsitzendem und abnehmbarem Zahnersatz fand sich eine beträchtliche Polypharmakotherapie, die eine spezielle Expertise der zahnärztlichen Behandlung erfordert. Der Befund einer häufigeren Diabetes-Therapie in der Gruppe der Patienten mit abnehmbaren Prothesen weist auf den Einfluss von Diabetes mellitus hin, der einen Risikofaktor für Parodontitis, Knochenabbau und vorzeitigen Zahnverlust darstellt.

## **P36**

### **Funktionsdauer von Einstückgussprothesen**

**Wald A.<sup>1</sup>, Kaschny S.<sup>1</sup>, Wöstmann B.<sup>1</sup>, Rehmann P.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Justus Liebig Universität Gießen, Zahnärztliche Prothetik, Gießen, Deutschland**

**Fragestellung:** Das Ziel der Studie war es, die Funktionsdauer von gussklammerverankerten Teilprothesen zu untersuchen.

**Methoden:** Im Rahmen der vorliegenden retrospektiven Longitudinalstudie wurden die Daten von 280 Einstückgussprothesen analysiert, die bei 204 Patientinnen und Patienten (144 männlich, 60 weiblich) eingegliedert wurden. Untersucht wurde neben der insgesamten Funktionsdauer (Zielereignis: Neuanfertigung) der Einfluss verschiedener Kofaktoren auf das Überleben: Patientenalter, Geschlecht, Kieferlokalisation, Anzahl der Pfeilerzähne, Anzahl ersetzter Zähne, Kennedy-Klasse, Gegenkieferversorgung, Teilnahme an regelmäßigen Recall-Untersuchungen. Die Auswertung der Daten erfolgte mittels Kaplan-Meier-Analyse sowie Cox-Regression.

**Ergebnisse:** Das Zielereignis "Neuanfertigung" trat insgesamt 65 mal ein, wobei die mittlere Überlebenszeit  $11,37 \pm 0,61$  Jahre betrug. Die Überlebenswahrscheinlichkeiten lagen bei 77,8 % (5 Jahre) bzw. 56,8 % (10 Jahre). Das Alter der Patientinnen und Patienten hatte einen signifikanten Einfluss auf die Funktionsdauer der Einstückgussprothesen ( $p < 0,05$ ); mit steigendem Alter sank das Verlustrisiko um 2,7 % pro Jahr. Die anderen Kofaktoren hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Funktionsdauer.

**Schlussfolgerungen:** Im Vergleich zu den therapeutischen Alternativen wie Teleskopprothese oder geschiebeverankerte Prothese, die durch die notwendigen umfangreicheren Präparationsmaßnahmen an den Pfeilerzähnen einen deutlich höheren Behandlungsaufwand für die Patienten bedeuten, ist die Funktionsdauer von Einstückgussprothesen in der vorliegenden Studie etwas unterlegen. Dennoch ist die Einstückgussprothese weiterhin als probates Therapiemittel anzusehen, da sie den Therapiealternativen in Bezug auf die Behandlungsaufwand-Funktionsdauer-Relation mindestens ebenbürtig ist.

## **P37**

### **Einstellung von Zahnmedizinstudierenden zur Behandlung Pflegebedürftiger – Ein Vergleich zwischen Interessenten und Nicht-Interessenten an einem gerontologischen Wahlfach zur aufsuchenden Betreuung**

**Pfeffer L.<sup>1</sup>, Meier Y.<sup>1</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>, Wentaschek S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin Mainz, Mainz, Deutschland**

**Fragestellung:** Im Zuge des demografischen Wandels ist eine fachgerechte Ausbildung angehender Zahnärztinnen und Zahnärzte, die den spezifischen Herausforderungen der pflegebedürftigen Patientinnen und Patienten gerecht wird, von essenzieller Bedeutung. Ein früher klinischer Kontakt während des Studiums

wird als ein Faktor betrachtet, der das subjektive Sicherheitsempfinden der Studierenden erhöhen und Berührungsängste abbauen kann, weshalb dies von der DGfZ empfohlen wird. Die vorliegende Untersuchung vergleicht die Einstellung gegenüber der Behandlung pflegebedürftiger Patienten bei Zahnmedizinierenden, die sich für ein freiwilliges Seniorenheim-Praktikum im Rahmen eines Wahlfachs im dritten Studienabschnitt angemeldet haben (Interventionsgruppe, IG) mit einer Kontrollgruppe (KG) ohne entsprechende Teilnahmeabsicht.

### **Methoden:**

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden insgesamt 51 Studierende anonym befragt, von denen 23 am freiwilligen Praktikum teilnahmen. In der Kontrollgruppe befanden sich 28 nicht teilnehmende Studierende. Zur Datenerhebung wurde ein standardisierter Fragebogen mit 11 Aussagen zur Einstellung gegenüber der Behandlung Pflegebedürftiger mit einer 5-stufigen Likert-Skala (1 bis 5) verwendet. Negativ formulierte Fragen wurden für die statistische Auswertung invertiert. Zur Charakterisierung der Stichprobe wurden zudem soziodemografische Eckdaten erhoben. Neben deskriptiven Auswertungen wurden Gruppenvergleiche mittels Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Um inhaltliche Zusammenhänge und Strukturmerkmale innerhalb des Fragenkatalogs zu identifizieren, wurden ergänzend Korrelationsanalysen durchgeführt und visualisiert.

### **Ergebnisse:**

Der durchschnittliche Gesamt-Score lag bei 37 von 55 Punkten (67 %; min. 26, max. 49), wobei kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,08$ ) zwischen IG und KG im Gesamtergebnis vorlag. Die höchste Zustimmung zeigten Aussagen zur Notwendigkeit mobiler Zahnkliniken ( $M = 4,41$ ; Min. 2 – Max. 5) sowie zur Integration der Seniorenzahnmedizin in das Studium ( $M = 4,25$ ; Min. 2 – Max. 5 bzw.  $M=4,16$ ; Min. 3 – Max. 5). Signifikante Gruppenunterschiede ( $p = 0,01$  bis  $0,001$ ) zugunsten der KG traten bei drei Aussagen auf, wovon zwei explizit das subjektive Sicherheitsempfinden thematisierten. Diese beiden Aussagen wiesen zudem die stärkste Korrelation untereinander auf ( $r_s = 0,72$ ), während die restlichen Korrelationen über eine breite Spanne ( $-0,31$  bis  $0,72$ ) variierten.

**Schlussfolgerungen:** Während die grundsätzliche Relevanz eines Praktikums zur aufsuchenden Betreuung kohortenübergreifend anerkannt wird, zeigt sich bei den Studierenden, die ein zusätzliches Praktikum wählen, eine signifikant kritischere Selbsteinschätzung ihrer klinischen Sicherheit und der bisherigen Ausbildung im Umgang mit älteren Patienten. Die hohe Korrelation der signifikant unterschiedlichen Items untereinander untermauert den inhaltlichen Zusammenhang. Die Ergebnisse könnten einerseits auf eine angemessene Selbstselektion der Studierenden hindeuten, sodass das Praktikum nach individuellem Bedarf gewählt wird. Andererseits könnten die höheren Werte der Kontrollgruppe auf eine potenzielle Unterschätzung der fachlichen Komplexität der Behandlung Pflegebedürftiger hindeuten. Dies unterstreicht die Bedeutung verpflichtender praktischer Lehrformate,

um eine realistische Einschätzung der eigenen Kompetenzen zu fördern und gezielt Barrieren in der aufsuchenden Betreuung abzubauen.

## **P38**

### **Einstellung Zahnmedizin-Studierender gegenüber älteren Menschen: Eine Befragung vor Einführung eines gerodontologischen Praktikums mit aufsuchender Betreuung**

**Meier Y.<sup>1</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>, Bell A.<sup>1</sup>, Pfeffer L.<sup>1</sup>, Wentaschek S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Uniklinik Mainz, Prothetik und Werkstoffkunde, Mainz, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Mit dem demografischen Wandel steigt die Zahl älterer und damit auch pflegebedürftiger Menschen, während gleichzeitig mehr Senior:innen eigene Zähne behalten. Die Prävalenz vollständiger Zahnlosigkeit nimmt ab, Parodontalerkrankungen treten jedoch bei Älteren und Pflegebedürftigen signifikant häufiger auf. Die orale Hygiene ist in dieser Bevölkerungsgruppe vielfach erschwert, und der Zugang zur zahnärztlichen Versorgung ist häufig bereits vor Eintritt einer Pflegebedürftigkeit unterbrochen. Durch gesetzliche Regelungen stieg die Zahl zahnärztlicher Besuche bei Pflegebedürftigen und Menschen mit Behinderungen. Bislang haben jedoch weniger als die Hälfte der Pflegeheime entsprechende Kooperationsverträge mit Zahnärzt:innen abgeschlossen.

Studien belegen, dass Angehörige der Gesundheitsberufe nicht durchgehend eine positive Haltung gegenüber älteren Patient:innen und Pflegebedürftigen haben. Ziel dieser Untersuchung war die Ermittlung der Einstellung Zahnmedizin-Studierender des dritten Studienabschnitts gegenüber älteren Menschen vor Einführung eines gerodontologischen Praktikums mit aufsuchender Betreuung.

#### **Methoden**

Im Rahmen einer anonymen Befragung wurde bei Studierenden (N = 51) des dritten Studienabschnitts, mittels des UCLA Geriatric Attitudes Scale (GAS) (14 Fragen, Likert-Skala 1-5), die Einstellung gegenüber älteren Menschen erfasst. Negativ formulierte Fragen wurden für die Auswertung invertiert. Die Ergebnisse wurden deskriptiv ausgewertet.

#### **Ergebnisse**

An der Befragung nahmen 36 Frauen und 15 Männer im mittleren Alter von 24,5 Jahren (Min. 21, Max. 32;  $\pm 2,8$ ) teil. Die Auswertung aller Studierenden ergab für den UCLA GAS einen mittleren Gesamtwert von 49,2 (Min. 35, Max. 58;  $\pm 4,8$ ) von maximal 70 Punkten (70,3 %). Der fragenbezogene Mittelwert betrug 3,52. Höhere Werte erzielten Fragen zur gesellschaftlichen Verantwortung ( $4,18 \pm 0,74$ ), zum Beitrag Älterer zur Gesellschaft ( $4,16 \pm 0,88$ ), zu der Frage ob die Behandlung chronisch Kranker sinnvoll ist ( $4,55 \pm 0,70$ ), ob Älterer einen angemessenen Beitrag an den verursachten Kosten leisten ( $4,25 \pm 0,68$ ), ob Ältere für die Gesellschaft zu

langsam sind ( $4,06 \pm 0,90$ ) und ob es interessant ist ihnen zuzuhören ( $4,47 \pm 0,57$ ). Niedrigere Werte erzielte die Frage ob lieber jüngere Patienten behandelt würden ( $2,53 \pm 1,02$ ), zur Frage ob Ältere weniger organisiert sind ( $2,27 \pm 1,06$ ), zum Dokumentationsaufwand ( $2,69 \pm 0,95$ ) und zur Empathie gegenüber den unterschiedlichen Altersgruppen ( $2,29 \pm 0,88$ ).

### **Schlussfolgerungen**

Die Studierenden zeigen eine insgesamt eher positive bis differenzierte Haltung gegenüber älteren Menschen. Innerhalb der Gruppe war die Einstellung vergleichsweise homogen. Besonders hohe Zustimmungswerte betreffen Aspekte der gesellschaftlichen Verantwortung, den Beitrag älterer Menschen zur Gesellschaft sowie die Sinnhaftigkeit der Behandlung chronisch Kranker. Auch Aussagen zum Interesse am Zuhören älterer Personen wurden überwiegend positiv bewertet.

Die niedrigeren Mittelwerte bei den Fragen zur Bevorzugung jüngerer Patient:innen, zur Organisationsfähigkeit älterer Menschen, zum wahrgenommenen Dokumentationsaufwand sowie zur Empathie gegenüber unterschiedlichen Altersgruppen deuten jedoch auch darauf hin, dass die jüngeren Studierenden Bedenken und Unsicherheiten gegenüber der Behandlung älterer Menschen haben.

Insgesamt sprechen die Resultate für eine überwiegend wertschätzende Haltung gegenüber älteren Menschen, machen jedoch auch deutlich, dass in verschiedenen Bereichen die Einstellung verbessert werden könnte.

### **P39**

#### **Von konventionell zu digital: Zahnersatzversorgung eines Semesters im Integrierten Behandlungskurs III**

**Osewold M.<sup>1</sup>, Klink A.<sup>1</sup>, Hüttig F.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Tübingen, Zahnärztliche Prothetik und Zahnärztlich Implantologische Versorgung, Tübingen, Deutschland**

#### **Fragestellung**

Nach Einführung von Intraoralscans, Extraoralscans und digitaler Funktionsanalyse im studentischen Behandlungskurs mit Schwerpunkt Prothetik (IK III), stellt sich die Frage, in welchem Umfang diese Methoden neben konventionellen Workflows für die Behandlung hinsichtlich Art des Zahnersatzes, Anzahl der versorgten Pfeiler oder Implantate genutzt wurden und welche Herausforderungen sich bei digitalen Workflows in der Lehre zeigen.

#### **Methoden**

Alle prothetisch versorgten Patientenfälle eines Semesters wurden retrospektiv hinsichtlich der Versorgungsart (Kombi-ZE, festsitzender Zahnersatz, Totalprothese), der Kieferversorgung (OK/UK), der Anzahl der Pfeilerzähne und Implantate, der verwendeten Abformmethode (konventionell oder digital) sowie möglicher

Nachabformungen und der Nutzung digitaler Systeme (Zebris, Rayface) ausgewertet und deskriptiv-statistisch analysiert. Ergänzend erfolgte eine qualitative Beurteilung auffälliger Arbeitsabläufe zur Identifikation potenzieller Problemquellen.

## **Ergebnisse**

Im IK III des WS 25/26 versorgten 23 Studierende insgesamt 49 PatientInnen in 67 Kiefern, wobei in 63% der Fälle ein einzelner Kiefer und in 37% beide Kiefer behandelt wurden. Kombinationszahnersatz war mit 57% der häufigste Versorgungstyp, gefolgt von feststehendem Zahnersatz mit 39%. Die Gesamtzahl der Pfeiler betrug 279, wobei jede/r Studierende/r durchschnittlich 12,1 Pfeiler und etwa 2 PatientInnen behandelte. Pro PatientIn wurden im Schnitt 5,7 Pfeiler versorgt (Median 5,0; Spannweite 0–28 Pfeiler). Die versorgten 14 Implantate (5% der Pfeiler) stellten 10% der Pfeiler aller feststehenden Versorgungen (9 von 92 Pfeilern) dar.

Während die konventionelle Polyether-Abformung noch das Standardverfahren blieb (59%), wurden bei 41% der PatientInnen primär intraorale Scans durchgeführt. Von diesen Scans waren 60% erfolgreich, während 40% zusätzliche konventionelle Teilabformungen erforderten – häufig bedingt durch unzureichende Darstellung subgingivaler Präparationsgrenzen. Ergänzend erfolgte bei 16% der PatientInnen eine Zebris-Gesichtsbogenregistrierung, wovon jede vierte durch eine instrumentelle Funktionsanalyse ergänzt wurde. Gesichtsscans wurden bei drei PatientInnen mittels Rayface durchgeführt.

## **Schlussfolgerungen**

Da digitale Workflows im Praxisalltag sowohl für Einzelzahnersatz als auch für komplexe feststehende und herausnehmbare prothetische Versorgungen zunehmend an Bedeutung gewinnen, ist eine frühzeitige Implementierung in die klinische Ausbildung der Studierenden erforderlich.

Die Analyse von 49 Patientenfällen zeigt, dass zwar fast jede zweite Rehabilitation mit digitalen Verfahren durchgeführt werden könnte, allerdings eine Nachbearbeitungsrate bei fast jedem zweiten Patienten besteht. Hier konnte qualitativ identifiziert werden, dass sowohl subgingivale Präparationen als auch unzureichende Scanvorbereitung (Trockenlegung, Gingivaverdrängung), sowie nicht eingehaltene Scanpfade und zu viele Bildaufnahmen Hauptfehlerquellen darstellten.

Eine achtsamere Fallselektion für digitale Abformungen ist bei vorliegendem Erfahrungs- und Kenntnisstand der Studierenden demnach erforderlich. Trotz präklinisch vermittelter digitaler Kompetenz bedarf es Sensibilisierung und Training für Sorgfalt und Präzision am Transferpunkt sämtlicher Digitalisierung. Daraus ergeben sich folgende Handlungsempfehlungen:

- Geeignete Patientenauswahl für digital hergestellten Zahnersatz
- Training standardisierter Scanprotokolle (Pfadführung, Gingivamanagement)
- Rayface-/Zebris-Indikation bei komplexen und ästhetisch anspruchsvollen Fällen
- Supervision zur Qualitätskontrolle

**P40**

## **Patientenspezifische 3D-gedruckte Trainingsmodelle: Ein Mehrwert für die prothetischen Behandlungskurse?**

**Engelskirchen F.<sup>1</sup>, Klink A.<sup>1</sup>, Hüttig F.<sup>1</sup>, Röhler-Bockstede A.<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Zahnärztliche Prothetik und Zahnärztlich Implantologische Versorgung, Tübingen, Deutschland; <sup>2</sup> Universitätsklinikum Tübingen, Abteilung Medizinische Werkstoffwissenschaften und Technologie, Tübingen, Deutschland**

### **Fragestellung:**

Um eine reale prothetische Patientenbehandlung vor der klinischen Präparation simulieren zu können, bietet sich der Einsatz von patientenindividuellen, 3D-gedruckten Trainingsmodellen an, die in den Phantomkopf montiert werden können. Der Vorteil ist die Simulation von Zahneng- und Kippständen, von individuellen intraoralen Platzangeboten sowie Zahnformanomalien, wodurch eine möglichst reale Patientensituation zur unmittelbaren Vorbereitung der klinischen Intervention geschaffen werden kann. Um diese Trainingsmodelle in den Lehrbetrieb integrieren zu können, muss ein zeitsparender und effizienter Workflow etabliert werden, sodass diese Modelle mit einem Vorlauf von maximal 10 Arbeitstagen zu Semesterbeginn bereitgestellt werden können; worauf sich die Frage anschließt, wie Studierende dieses Angebot bewerten.

### **Methoden:**

Ausgehend von Intraoralscans konnten patientenindividuelle Kiefermodelle mit austauschbaren Zähnen in gesondertem Härtegrad über eine speziell konstruierte Basisplatte in dentalen Simulationseinheiten in korrekter Kieferrelation bereitgestellt werden.

Ein Fragebogen erfasst, wie Studierende die Trainingsmodelle einschätzen. Bewertet werden das persönliche Vorbereitungsempfinden auf die Behandlung, die Realitätsnähe, die Präparierbarkeit im Vergleich zu Echtzähnen und Kunststoffzähnen sowie die Möglichkeit, präparationsbezogene Probleme zu erkennen.

### **Ergebnisse:**

In 5 Semestern wurden 151 Fragebögen von 135 Studierenden beantwortet. Die Frage nach Realitätsnähe und klinischer Relevanz ergab, dass sich 89% der Studierenden durch die patientenindividuellen Trainingsmodelle besser auf die bevorstehende Patientenbehandlung vorbereitet gefühlt haben im Vergleich zu Präparationsübungen an standardisierten Modellen. 88% der Studierenden wurden somit bereits im Vorfeld auf mögliche Schwierigkeiten (gemeinsame Einschubrichtung, schwierig zu erreichende Zahnflächen...) aufmerksam gemacht.

Als problematisch zeigte sich anfänglich die korrekte Einstellung der Kieferrelation in der dentalen Simulationseinheit. Durch Anpassungen an Basisplatte und

Verbindungselementen der beiden Kiefer zueinander, konnte die Ausrichtung optimiert werden.

### **Schlussfolgerung:**

Patientenindividuelle 3D-gedruckte Trainingsmodelle erhöhen die Behandlungskompetenz in den klinischen Behandlungskursen und stellen ein vielversprechendes Instrument zur Förderung des praxisorientierten Lernens in der gesamten zahnmedizinischen Lehre dar.

## **P41**

### **Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität bei Patienten mit Kombinationszahnersatz auf Doppelkronen in Abhängigkeit der Kauleistung**

**Klink A.<sup>1</sup>, Woitzky O.<sup>1</sup>, Hüttig F.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Tübingen, Zahnärztliche Prothetik und Zahnärztlich Implantologische Versorgung, Tübingen, Deutschland**

Fragestellung: Eine ausgewogene Ernährung und eine intakte Kaufunktion sind zentrale Voraussetzungen für ein gesundes Altern. Kombiniert festsitzend-herausnehmbarer Zahnersatz (Kombi-ZE) stellt für Lücken- und Restbezahnungen eine hochwertige Möglichkeit der Rehabilitation dar. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, den Zusammenhang zwischen Kauleistung und mundgesundheitsbezogener Lebensqualität (MLQ) in Abhängigkeit vom patientenindividuellen Versorgungsumfang und der Gegenbeziehung zu analysieren. Die Nullhypothese lautete: Es besteht kein Zusammenhang zwischen der MLQ (OHIP-G14) und der ermittelten Kauleistung.

Methoden: Im Rahmen einer multizentrischen Studie wurden 163 Patienten mit Kombi-ZE untersucht. Gruppe A umfasste Patienten mit Kombi-ZE in beiden Kiefern, Gruppe B solche mit Kombi-ZE in einem Kiefer und festsitzender oder natürlicher Beziehung im Gegenkiefer, Gruppe C Patienten mit Totalprothese im Gegenkiefer. Die Kauleistung wurde mithilfe des standardisierten Kaufunktionstests nach Slavicek mit Fruchtgummiprüben in drei Konsistenzstufen bestimmt. Zur Erfassung der MLQ kam der validierte OHIP-G14 (Oral Health Impact Profile, Kurzform mit 14 Items) zum Einsatz, der die wahrgenommene funktionelle, psychologische und soziale Beeinträchtigung durch den oralen Gesundheitszustand misst.

Ergebnisse: Der mittlere OHIP-Gesamtwert betrug 3,3 (bei einem maximal möglichen Summenwert von 56), was auf eine insgesamt sehr gute mundgesundheitsbezogene Lebensqualität hinweist. Unterschiede der MLQ zwischen den Gruppen A bis C waren nicht signifikant. Die drei auf die Kaufunktion bezogenen Einzelitems (Fragen 6, 7 und 12) ergaben einen durchschnittlichen Summenwert von 0,27 (bei maximal 12 Punkten) und verdeutlichen damit nur geringe subjektive funktionelle Einschränkungen. Trotz einer objektiv verringerten Kauleistung blieb die subjektiv bewertete Lebensqualität auf hohem Niveau erhalten.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl die Kaufunktion als auch die Art der Gegenbeziehung nur einen geringen Einfluss auf die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität bei Patienten mit Doppelkronenversorgungen haben. Dennoch berichteten einzelne Patienten über Unannehmlichkeiten oder Schmerzen beim Verzehr bestimmter Nahrungsmittel. Insgesamt wird deutlich, dass der Kombi-ZE unabhängig vom Versorgungsumfang eine rehabilitativ hochwertige und patientenakzeptierte Behandlungsoption darstellt und unterstützt damit die gestellte Nullhypothese.

Schlüsselwörter: feststehend-herausnehmbarer Zahnersatz, Doppelkronen, Kauffunktionstest, Kauleistung, mundgesundheitsbezogene Lebensqualität, MLQ

## **P42**

### **Telezahnmedizin bei Zahnmedizinstudierenden: Wissen und Akzeptanz**

**Suppes J.<sup>1</sup>, Wolfart S.<sup>1</sup>, Kern J. S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Zahnärztliche Prothetik und Biomaterialien, Zentrum für Implantologie, Aachen, Deutschland**

**Fragestellung:** Ziel der Studie war es, Kenntnisstand, Akzeptanz, wahrgenommene Vorteile und Barrieren sowie den Wunsch nach curriculärer Integration von Telezahnmedizin bei Zahnmedizinstudierenden in den klinischen Semestern zu untersuchen.

Eine vorausgehende Befragung niedergelassener Zahnärzt:innen zeigte eine geringe Nutzung telezahnmedizinischer Anwendungen (32 %) bei gleichzeitig hoher grundsätzlicher Zustimmung (71 %) zu einem Store-and-Forward-Konsilmodell (asynchrone Übermittlung klinischer Informationen und Bilddaten zur Beurteilung und Empfehlung).

Vor diesem Hintergrund wurden Zahnmedizinstudierende als zukünftige Zahnärzt:innen untersucht, da Einstellungen in der klinischen Ausbildungsphase für die spätere Implementierung digitaler Versorgungsformen als bedeutsam gelten.

Grundlage war ein standardisiertes Store-and-Forward-Modell. Es wurden drei Hypothesen geprüft: (H1) Vorwissen erhöht die Zustimmung zur curricularen Integration; (H2) Bedenken stehen mit Zweifeln an einer vollständigen Diagnostik ohne direkten Patientenkontakt in Zusammenhang; (H3) Das wahrgenommene Anwendungspotenzial unterscheidet sich zwischen Fachgebieten.

**Methoden:** Es wurde eine multizentrische Querschnittsstudie mittels papierbasierter, anonymisierter Umfrage unter Studierenden der klinischen Semester (7.–11.) an den Universitätskliniken Aachen, Bonn und Köln durchgeführt. Der standardisierte Fragebogen (14 Items) erfasste Demografie, Vorwissen, Einstellungen, wahrgenommene Vorteile und Barrieren sowie Präferenzen zur curricularen Integration.

Die Analyse erfolgte deskriptiv sowie mittels Chi-Quadrat-, McNemar- und Cochran-Tests mit Holm-Korrektur für Mehrfachvergleiche (IBM SPSS Statistics).

**Ergebnisse:** Von 305 verteilten Fragebögen wurden 289 in die Analyse einbezogen (Rücklaufquote: 97,1 %). 75,8 % der Teilnehmenden war der Begriff "Telezahnmedizin" nicht bekannt. Nach Erläuterung des standardisierten Store-and-Forward-Szenarios bewerteten 79,6 % das Modell als hilfreich für die spätere Berufsausübung. Als zentrale Vorteile wurden insbesondere der kollegiale Austausch (80,3 %) sowie eine Reduktion erforderlicher Präsenztermine (53,6 %) genannt. Bedenken bezogen sich vor allem auf diagnostische Unsicherheit (67,2 %) und Datenschutz (53,7 %). Es zeigte sich eine signifikante Assoziation zwischen bestehenden Bedenken und der Sorge vor unvollständigen Diagnosen aufgrund des fehlenden direkten Patientenkontakts ( $p = .020$ ). Ein Anwendungspotenzial wurde insbesondere in der Pharmakologie (64,9 %), bei der Behandlung von Risikopatient:innen (61,2 %) sowie in der Kinderzahnheilkunde und der Bildung gesehen. 49,6 % der Befragten befürworteten eine curriculare Integration des Themas "Telezahnmedizin". Die bloße Kenntnis des Begriffs war jedoch nicht signifikant mit der Zustimmung zur Integration assoziiert. Zudem bewerteten 75,6 % die Uniklinik RWTH Aachen als geeigneten Standort für ein regionales telezahnmedizinisches Zentrum.

**Schlussfolgerungen:** Obwohl der Begriff "Telezahnmedizin" den meisten Studierenden zunächst nicht geläufig war, zeigte sich eine hohe Akzeptanz für das vorgestellte Store-and-Forward-Modell. Entscheidend für die Zustimmung scheinen weniger begriffliche Bekanntheit als vielmehr konkrete Anwendungsszenarien, wahrgenommene diagnostische Sicherheit und strukturelle Rahmenbedingungen zu sein.

Vor dem Hintergrund der aktuellen curricularen Anforderungen erscheint eine strukturierte Verankerung telezahnmedizinischer Inhalte in der klinischen Ausbildung sinnvoll, um digitale Kompetenzen, rechtliche Sicherheit und reflektierte Handlungskompetenz im Umgang mit neuen Versorgungsformen frühzeitig zu fördern und langfristig die Implementierung in die zahnärztliche Praxis zu unterstützen.

#### **P43**

### **Etablierung eines standardisierten CAD-Prüfmodells zur Erfassung der Dimensionsstabilität dentaler Abformmassen bei verschiedenen Abformverfahren**

**Wassermann C.<sup>1</sup>, Rosenberger N.<sup>1</sup>, Schrenker J.<sup>1</sup>, Höhne C.<sup>1</sup>, Schmitter M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> ZMKG Würzburg, Zahnärztliche Prothetik, Würzburg, Deutschland**

#### **Fragestellung:**

Das Ziel der in-vitro-Studie war die Entwicklung und Bewertung eines standardisierten Prüfverfahrens zur objektiven Beurteilung der Abformgenauigkeit. In

diesem Zuge wurde eine mechanisch geführte Löffelpositionierung mit Tiefenanschlag mit klassischen Freihandabformungen bezüglich der Abformgenauigkeit verglichen. Untersucht wurden außerdem welche Effekte Abformmaterial, Löffeltyp sowie die Lokalisation am Zahnstumpf auf die Präzision der Abformung aufweisen.

### **Methoden:**

90 Doppelmischabformungen eines metallischen Referenzkiefers (SLS-Verfahren/Kobalt-Chrom) wurden angefertigt. Der Kiefer wies vier Referenzkugeln ( $\varnothing$  6 mm) und drei präparierte Stümpfe (14, 16 und 25) auf. Ein Führungssystem aus 3D-gedruckten Bauteilen zur Standardisierung des Abformvorgangs wurde angewendet. Es wurden mit drei gängigen Abformmaterialien jeweils drei Abformmodi (je  $n=10$ ) geprüft: Geführt mit konfektioniertem Metalllöffel, freihändig mit konfektioniertem Metalllöffel und freihändig mit einem individuellen, SLA-gedruckten Löffel. Nach der Modellherstellung aus Typ-IV-Gips folgte die Digitalisierung im Laborscanner. Der Referenzkiefer wurde ebenfalls gescannt. Anschließend wurden die Prüfkiefer in die Segmente 14, 16 und 25 zerlegt. Diese wurden separat gescannt. Die Auswertung der Abweichungen erfolgte einerseits über die Kugelabstände zwischen den Referenzkugeln und andererseits durch CAD-Oberflächenvergleiche der einzelnen Stumpfsegmente. Für den Oberflächenvergleich wurden die Stümpfe in einem CAD-Analyseprogramm (GOM) digital mit den Referenzstümpfen überlagert. Die Abweichungen wurden als Mittelwerte positiver und negativer Bereiche zu einem Betragswert (GMW (+/-)) zusammengeführt, um eine rechnerische Aufhebung gegensinniger Abweichungen zu vermeiden. Für die deskriptive Statistik wurden unter anderem Median und IQR erfasst. Signifikanztests mit Kolmogorov-Smirnov, Kruskal-Wallis und Mann-Whitney-U mit Bonferroni-Korrektur ( $\alpha = 0,05$ ) erfolgten.

### **Ergebnisse:**

*Am Beispiel von Impregum Penta (Solventum Germany GmbH, Kamen, Deutschland)*

In der Streckenanalyse zeigte Impregum eine Median-Gesamtstreckenabweichung von  $132,0 \mu\text{m}$  (0,09%) ( $n=30$ ). Der Vergleich "geführt vs. freihand" ergab für die Kugelabstände keinen signifikanten Unterschied. Im Oberflächenvergleich der Gesamtstümpfe ( $n=90$ ) lag der Median von GMW (+/-) bei  $10,03 \mu\text{m}$ . In der vorzeichenbehafteten Auswertung zeigte sich insgesamt eine negative Tendenz (Md.:  $-2,62 \mu\text{m}$ ), was auf eine Schrumpfungskomponente hinweist.

Der stärkste und konsistenteste Effekt zeigte sich bei der Lokalisation ( $n=180$ ): "Zervikal" war ungenauer als "koronal" (GMW (+/-):  $14,36 \pm 9,18 \mu\text{m}$  vs.  $7,47 \pm 4,45 \mu\text{m}$ ). Vorzeichenbehaftet zeigten zervikale Areale eine deutlichere Schrumpfungstendenz ( $-4,15 \pm 9,49 \mu\text{m}$ ) als koronale ( $-0,74 \pm 3,90 \mu\text{m}$ ). Die Unterschiede zwischen "zervikal" und "koronal" waren statistisch signifikant.

### **Schlussfolgerungen:**

Der Workflow erlaubt eine reproduzierbare, weniger prüferabhängige In-vitro-Bewertung der Abformgenauigkeit durch getrennte Betrachtung globaler Streckenparameter, lokaler Oberflächenparameter und der Abweichungsrichtung. Für Impregum Penta zeigte sich eine klinisch überwiegend geringe, jedoch streuungsanfällige Abweichungscharakteristik, wobei die Lokalisation der entscheidende Einflussfaktor war: Der zervikale Randbereich wies höhere Betragsabweichungen, größere Streuung und eine ausgeprägtere Schrumpfungstendenz auf und bleibt damit der kritischste Abschnitt für Prüfdesign und klinische Interpretation.

**Abb. 1**



#### **P44**

#### **Vorstellung des Kieler Lehrkonzeptes ZahnMed+**

#### **Geriatric erlebbar machen als Schnittstelle zwischen Zahn- und Humanmedizin**

**Garling A.<sup>1</sup>, Karapanos S.<sup>1</sup>, Schlenz-Helmke M. A.<sup>1</sup>, Becker M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Klinik für Zahnmedizinische Prothetik, CAU Kiel, Kiel, Deutschland**

Durch den demografischen Wandel wird die Versorgung von hochbetagten Patientinnen und Patienten mit multiplen altersbedingten Erkrankungen zunehmen, was sowohl Herausforderungen als auch Chancen für die Zahn- und Humanmedizin bietet. Der daraus resultierende Behandlungsbedarf erfordert eine enge Zusammenarbeit verschiedener Fachdisziplinen.

Das Leuchtturmprojekt ZahnMed+ "Interdisziplinäres Kieler Lehrkonzept zur Medizin des Alterns" soll Studierende der Zahn- und Humanmedizin optimal auf die spezifischen physischen und psychischen Bedürfnisse älterer Patientinnen und Patienten vorbereiten. Dabei werden bisherige theoretische Lerninhalte der curricularen Lehre des Zahn- und Humanmedizinstudiums um einen praktischen ZahnMed+ Parcours erweitert, um die Studierenden auf die komplexen

Anforderungen der Alters(zahn)medizin vorzubereiten, in dem den Studierenden Einschränkungen durch Hochaltrigkeit fühlbar und erlebbar gemacht werden.

Die Studierenden nehmen im Rahmen der Veranstaltung an einer Vorlesungsreihe teil, die ihnen grundlegende Kenntnisse der Geriatrie vermittelt. Dabei werden insbesondere Aspekte des demografischen Wandels, altersbedingte Veränderungen des Körpers sowie die Methodik des geriatrischen Assessments thematisiert. Zudem werden klinische Fallbeispiele analysiert und Elemente juristischer und administrativer Natur der Medizin des Alterns verdeutlicht. Zusätzlich zu den Vorlesungen finden pro Semester Seminare als Blockveranstaltungen statt, in denen praktische Übungen im Rahmen eines Gero-Parcours durchgeführt werden. Der praktische Unterricht findet gemeinsam mit Studierenden der Zahn- und Humanmedizin in Kleingruppen statt, damit interdisziplinäre Ansätze in der Medizin des Alterns gefördert werden.

Begleitend zum Lehrkonzept wird die geriatrische Sensibilisierung der Zahn- und Humanmedizin studierenden im Hinblick auf ihre Ausbildung im Sinne einer Prä-Post-Längsschnittsstudie erfasst, bevor und nachdem sie den Altersparcours durchlaufen. Beide Gruppen erhalten hierfür einen Fragebogen vor und nach der Durchführung des Parcours.

#### **P45**

#### **Modulare Übungsmodelle für die zahnmedizinische Lehre: Konstruktion, Herstellung und Vergleich**

**Schoch K.<sup>1</sup>, Wieke K.<sup>1</sup>, Schrenker J.<sup>1</sup>, Höhne C.<sup>1</sup>, Schmitter M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Würzburg, Zahnärztliche Prothetik, Würzburg, Deutschland**

#### **Fragestellung**

In der zahnmedizinischen Ausbildung werden realitätsnahe Übungsmodelle benötigt. Mit diesen ist es für Studierende und Fachpersonal möglich, praxisnahe Fertigkeiten zu trainieren. Kommerzielle Modelle sind etabliert, jedoch wenig anpassbar und nicht modular aufgebaut. Daher wurden drei verschiedene Modelle konstruiert und mit einem kommerziellen Modell verglichen. Hierbei wurde untersucht, wie die neuen Modelle in Bezug auf Realismus, Handhabung und didaktischen Nutzen den heutigen Anforderungen entsprechen.

#### **Methoden**

Die Modelle wurden additiv gefertigt und mit austauschbaren Komponenten ausgestattet. Die Bewertung erfolgte anhand standardisierter Fragebögen. Studierende (n=25), Fachkräfte für Zahnmedizin (n=31) und zahnärztliches Personal (n=16) bewerteten die Modelle anonym anhand visueller Analogskalen (VAS). Für die deskriptive Statistik wurden der Median (Md) und der Interquartilsabstand (IQR) berechnet. Da die Daten nicht durchgehend normalverteilt waren, wurden für den Gruppenvergleich Signifikanztests mittels Kruskal-Wallis-Test durchgeführt. Bei

Fragestellungen innerhalb derselben Gruppe kam der Wilcoxon-Signed-Rank-Test zum Einsatz. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha = 0,05$  festgelegt.

## **Ergebnisse**

Bei der Befragung zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Modellen, jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Berufsgruppen. In Bezug auf das Aussehen wurde das dritte Modell (Md 84; IQR 22) ( $p < 0,001$ ) hochsignifikant besser als das kommerzielle Modell (Md 49; IQR 34) bewertet. Das erste Modell wurde schlechter bewertet (Md 33; IQR 35) ( $p = 0,012$ ), und beim zweiten Modell (Md 49; IQR 34) ( $p = 0,11$ ) war kein Unterschied festzustellen. Bei der Bewertung der Gingiva schnitt erneut das dritte Modell am besten ab (Md 68; IQR 32) ( $p < 0,001$ ) im Vergleich zum kommerziellen Modell (Md 45; IQR 36). Das erste (Md 31; IQR 36) ( $p < 0,001$ ) und das zweite Modell (Md 29; IQR 33) ( $p < 0,001$ ) schnitten schlechter ab, und untereinander war kein signifikanter Unterschied festzustellen ( $p = 0,88$ ). Auch beim realistischen Aussehen der Zähne wurde das dritte Modell als am besten eingeschätzt (Md 74; IQR 22) ( $p < 0,001$ ) im Gegensatz zum kommerziellen Modell (Md 48; IQR 43). Das erste Modell war nicht signifikant schlechter (Md 37; IQR 29) ( $p = 0,23$ ) als das kommerzielle Modell. Beim direkten Vergleich mit einem echten Zahn änderte sich diese Einschätzung nicht. Das dritte Modell wurde am besten bewertet (Md 71; IQR 24) ( $p < 0,001$ ) im Gegensatz zum kommerziellen Modell (Md 45; IQR 55). Das erste Modell war nicht signifikant schlechter (Md 45; IQR 35) ( $p = 0,41$ ). Beim Beschleifen im Vergleich zu einem Echtzahn wurde ebenfalls das dritte Modell am besten bewertet (Md 76; IQR 19) ( $p = 0,003$ ) im Gegensatz zum kommerziellen Modell (Md 49; IQR 58). Das erste Modell war nicht signifikant schlechter (Md 49; IQR 27) ( $p = 0,84$ ). Insgesamt zeigt sich, dass das dritte Modell in allen Kategorien am besten geeignet ist. Alle Gruppen wünschten sich eine weitere Verbreitung der Modelle. Darüber hinaus betonten sie den Vorteil der Modularität und Kosteneffizienz. Studierende wünschten sich insbesondere die Integration dieser Modelle bereits in frühen Semestern.

## **Schlussfolgerung**

Durch diese Studie wurde gezeigt, dass selbst entwickelte modulare Übungsmodelle eine Alternative zu etablierten Modellen darstellen. Sie ermöglichen realistische Übungen und fördern die praktische Ausbildung. Durch die modulare Struktur können flexibel neue Lehrinhalte eingeführt werden. Besonders das dritte Modell überzeugte in allen Bereichen. Die durchgehend positive Rückmeldung verdeutlicht den bestehenden Bedarf an innovativen Lehrmodellen. Zukünftig steht die Optimierung der Materialien sowie die Integration weiterer anatomischer Details im Vordergrund. Der Einsatz solcher Modelle kann die zahnmedizinische Lehre nachhaltig verbessern.

**P46**

## **Entwicklung und Evaluation einer realistischen Zunge für Übungsmodelle**

**Höhne C.<sup>1</sup>, Schrenker J.<sup>1</sup>, Wieke K.<sup>1</sup>, Schoch K.<sup>1</sup>, Schmitter M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Würzburg, Zahnärztliche Prothetik, Würzburg, Deutschland**

### **Fragestellung**

Die praxisnahe Ausbildung wird durch die Integration realistischer anatomischer Strukturen in zahnmedizinische Übungsmodelle gefördert. Gerade die Zunge stellt bei der Behandlung im Unterkiefer für Studierende aufgrund ihrer Beweglichkeit, Haptik und der Wechselwirkung mit den Instrumenten eine Herausforderung dar. Neben der Entwicklung und Fertigung einer realistischen Zunge wurde hier ihre Akzeptanz und Funktionalität untersucht.

### **Methoden**

Das neu entwickelte Zungenmodell wurde im Rahmen einer Studie in zwei Varianten in bestehende, selbst entwickelte Modelle integriert. Diese wurden drei Gruppen vorgestellt. Teilnehmende waren Studierende der Zahnmedizin (n=25), Fachkräfte für Zahnmedizin (n=31) und zahnärztliches Personal (n=16). Mithilfe eines standardisierten Fragebogens wurden mit visuellen Analogskalen (VAS) verschiedene Aspekte der Zunge bewertet. Dies waren unter anderem das realistische Aussehen der Zunge, die Haptik bei der Berührung mit Finger und Spiegel, die Beweglichkeit und der Einfluss auf das Übungsergebnis. Je höher hierbei der Wert, desto größer war die Zustimmung zur gestellten Frage mit einem Maximum von 100. Zusätzlich wurden offene Fragen zur Verbesserung und zu Vorteilen der Zunge gestellt. Die Daten wurden anonym erhoben und deskriptiv ausgewertet. Für die deskriptive Analyse wurden der Median (Md) sowie der Interquartilsabstand (IQR) berechnet. Da die zugrunde liegenden Daten nicht durchgängig einer Normalverteilung entsprachen, kamen für die Auswertung nichtparametrische Verfahren zum Einsatz: Der Kruskal-Wallis-Test diente dem Vergleich zwischen mehreren Gruppen. Bei Fragestellungen innerhalb derselben Gruppe kam der Wilcoxon-Signed-Rank-Test zum Einsatz. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha = 0,05$  festgelegt.

### **Ergebnisse**

Für die Mehrheit aller Befragten stellte die Integration der Zunge in die Modelle eine deutliche Verbesserung der Realitätsnähe und Übungsmöglichkeit dar (Md 90; IQR 21). Insgesamt wurde die zweite Zunge deutlich besser (Md 83; IQR 20) als die erste Zunge bewertet (Md 23; IQR 27), und dies war bei allen Fragen hochsignifikant ( $p < 0,001$ ). Zwischen den einzelnen Berufsgruppen konnten keine signifikanten Unterschiede bei der Bewertung festgestellt werden. Das Aussehen der zweiten Zunge wurde mit hoher Konsistenz als sehr realistisch eingeschätzt (Md 83; IQR 19) im Vergleich zur ersten Zunge (Md 31; IQR 23). Auch bei der Berührung mit dem Spiegel (Md 82; IQR 25 vs. Md 19; IQR 30) und dem Finger (Md 80; IQR 20 vs. Md 21; IQR 25) wurde die Härte der zweiten Zunge als praxisnah bewertet. Die

Beweglichkeit der zweiten Zunge wurde als sehr gut für die Simulation klinischer Behandlungen beurteilt (Md 86; IQR 20 vs. Md 19; IQR 22). In den offenen Fragen wurden häufig die Vorteile für die Ausbildung erwähnt. Viele Teilnehmende äußerten den Wunsch nach einer generellen Einführung der Zunge in Übungsmodelle, um dadurch komplexere Behandlungsschritte realistischer üben zu können. Besonders hervorgehoben wurden die Verbesserung der räumlichen Orientierung und die Handhabung von Instrumenten. Kritisiert wurden vor allem die Materialhärte und die Beweglichkeit der ersten Zunge.

### **Schlussfolgerungen**

Diese Studie hat gezeigt, dass eine realistische Zunge einen wichtigen Beitrag zur praxisnahen Ausbildung leistet. Die positiven Bewertungen aller Gruppen zeigen den Bedarf an anatomischen Modellen. Die Integration der Zunge verbessert nicht nur das realistische Aussehen der Modelle, sondern hilft auch beim Erlernen der Handhabung von Instrumenten durch ihre natürliche Haptik. Zukünftig steht die Optimierung der Materialeigenschaften und die Standardisierung im Vordergrund, um eine Einführung in die zahnmedizinische Lehre zu ermöglichen.

### **P47**

#### **Entwicklung und Evaluation von Trainingsmodellen für die Anwendung von Retraktionsfäden**

**Wieke K.<sup>1</sup>, Schoch K.<sup>1</sup>, Schrenker J.<sup>1</sup>, Höhne C.<sup>1</sup>, Schmitter M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Würzburg, Zahnärztliche Prothetik, Würzburg, Deutschland**

#### **Fragestellung**

In der zahnärztlichen Praxis ist das Fadenlegen eine zentrale Technik zur Retraktion der Gingiva bei Präparationen und Abformungen. Allerdings fehlen bisher realitätsnahe Übungsmöglichkeiten, um diese Technik vor der ersten realen Anwendung trainieren zu können. Ziel dieser Studie war es, Trainingsmodelle zu entwickeln, mit denen das Fadenlegen realitätsnah simuliert werden kann. Darüber hinaus wurden die Modelle durch verschiedene Anwendergruppen evaluiert.

#### **Methoden**

Es wurden drei selbst hergestellte Modelle sowie ein kommerzielles Referenzmodell verglichen. Studierende der Zahnmedizin (n = 25), Fachkräfte für Zahnmedizin (n = 31) und zahnärztliches Personal (n = 16) führten das Fadenlegen an Zahn 36 auf den Modellen durch. Danach wurden die Modelle mit einem standardisierten Fragebogen bewertet. Die zentrale Frage war, wie realistisch das Gefühl beim Fadenlegen war, ergänzt durch offene Fragen zu Verbesserungen und Vorteilen der Modelle. Die Auswertung erfolgte über visuelle Analogskalen (VAS). Je höher der erreichte Wert ausfiel, desto stärker fiel auch die Zustimmung zur jeweiligen Frage aus, mit einem Maximum von 100. Die Daten wurden anonym erhoben und deskriptiv ausgewertet. Im Rahmen der deskriptiven Statistik erfolgte die Berechnung des

Medians (Md) und des Interquartilsabstands (IQR). Aufgrund fehlender Normalverteilung einzelner Variablen wurden für die statistischen Prüfungen nichtparametrische Tests eingesetzt. Der Gruppenvergleich wurde mit dem Kruskal-Wallis-Test durchgeführt. Bei Fragestellungen innerhalb derselben Gruppe kam der Wilcoxon-Signed-Rank-Test zum Einsatz. Das Signifikanzniveau betrug  $\alpha = 0,05$ .

## **Ergebnisse**

Die Auswertung der Fragebögen zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Modellen und zwischen den Gruppen. Insgesamt wurde das kommerzielle Modell für das Fadenlegen als am wenigsten realistisch eingeschätzt (Md 26; IQR 39). Die selbst hergestellten Modelle erhielten bessere Bewertungen. Der Vergleich zeigte jedoch eine ausgeprägte Heterogenität. Das zweite (Md 61; IQR 46) und das dritte Modell (Md 63; IQR 49) wurden hochsignifikant besser als das kommerzielle (Md 26; IQR 39) und das erste Modell bewertet (Md 31; IQR 48) ( $p < 0.001$ ). Zwischen dem zweiten und dem dritten Modell bestand kein signifikanter Unterschied. Beim Vergleich der Gruppen zeigte die Bewertung für das erste und das dritte Modell signifikante Unterschiede. Das zahnärztliche Personal (Md 58; IQR 40) ( $p = 0.001$ ) und die Fachkräfte für Zahnmedizin (Md 56; IQR 58) ( $p = 0.03$ ) bewerteten das erste Modell signifikant besser als die Studierenden (Md 25; IQR 28). Das dritte Modell wurde vom zahnärztlichen Personal (Md 45; IQR 45) ( $p = 0.009$ ) und den Studierenden (Md 41; IQR 43) ( $p = 0.002$ ) signifikant schlechter als von den Fachkräften für Zahnmedizin bewertet (Md 78; IQR 26). Einheitlich wurde das zweite Modell am besten bewertet und erwies sich damit als das am besten geeignete. Alle Teilnehmenden betonten, wie wichtig eine solche Übung mit einer realistischen Gingiva und der Integration anatomischer Strukturen ist. Studierende wünschten sich mehr Trainingsmöglichkeiten bereits im Studium. Fachkräfte für Zahnmedizin und ärztliches Personal sahen die Modelle als wertvolle Ergänzung für Fortbildungen an. In den offenen Fragen wurden vor allem die Materialhärte und noch realistischere Details als Verbesserungsvorschlag genannt. Das Interesse an weiteren Übungsmöglichkeiten war hoch.

## **Schlussfolgerungen**

Eine realitätsnahe Übung des Fadenlegens ist durch die neu entwickelten Trainingsmodelle möglich. Sie sind eine wertvolle Ergänzung in der zahnmedizinischen Ausbildung. Die Integration einer Gingiva mit verschiedenen Härtegraden wird als entscheidend für den Lernerfolg angesehen. In der Zukunft sollten solche Modelle in Lehre und Fortbildung eingesetzt werden, um die klinische Kompetenz zu fördern.

**P48**

**Lebensqualität und Patientenzufriedenheit mit festsitzenden Implantatversorgungen: 2- bis 25-jährige Kohortenstudie an Patienten mit parodontalen Vorerkrankungen**

**Ulmrich L. F.<sup>1</sup>, Mengel R.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Med. Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Zahnärztliche Prothetik, Marburg, Deutschland**

**Fragestellung:** Ziel der Studie war es, bei parodontal vorerkrankten Patienten mit festsitzenden implantatgetragenen Versorgungen die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) und die Patientenzufriedenheit zu erfassen sowie deren Zusammenhänge mit klinischen Parametern und periimplantärem Knochenabbau zu analysieren.

**Methoden:** In diese Kohortenstudie wurden 64 Patienten der Philipps-Universität Marburg eingeschlossen, bei denen zwischen 1990 und 2018 insgesamt 213 Implantate inseriert und mit Einzelkronen oder Brücken versorgt worden waren. Die Nachsorge erfolgte über 2 bis 25 Jahre in 3- bis 6-monatigen Intervallen; dabei wurden klinische Parameter erhoben und der periimplantäre Knochenabbau anhand standardisierter Röntgenaufnahmen longitudinal erfasst. Die MLQ wurde einmalig mittels OHIP-G14 erhoben; Behandlungserwartungen und Zufriedenheit wurden über einen strukturierten Fragebogen erfasst. Anhand des OHIP-G14-Gesamtscores erfolgte die Einteilung in zwei Gruppen: uneingeschränkte MLQ (OHIP-Score = 0; n = 32) und eingeschränkte MLQ (OHIP-Score  $\geq$  1; n = 32). Gruppenunterschiede wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test und dem exakten Fisher-Test geprüft; Zusammenhänge wurden mittels Spearman-Rangkorrelation analysiert.

**Ergebnisse:** Die MLQ entsprach den Referenzwerten einer Normstichprobe ohne herausnehmbaren Zahnersatz und übertraf diese bei einem Teil der Patienten. Die Gesamtzufriedenheit war hoch; höchste Bewertungen entfielen auf Sprechfunktion, Kaufunktion und Gesamtbehandlung, geringere Werte auf perioperative Schmerzbelastung und Reinigungsfähigkeit der Suprakonstruktion. Die OHIP-0-Gruppe wies initial geringere Sondierungstiefen auf, zeigte jedoch im Verlauf zeitweise höhere Plaque- und Gingival-Indizes. Blutung auf Sondieren und mukosale Rezessionen unterschieden sich zwischen den Gruppen langfristig nicht signifikant. Ab dem 15. Nachsorgejahr war der periimplantäre Knochenabbau in der OHIP-0-Gruppe signifikant ausgeprägter (p = 0,022 nach 15 Jahren; p = 0,012 nach 20 Jahren). Die Implantatüberlebensrate nach 20 Jahren betrug 85,7 %, ohne signifikanten Gruppenunterschied. Die Prävalenz periimplantärer Mukositis und Periimplantitis war ebenfalls nicht signifikant gruppenabhängig.

**Schlussfolgerungen:** Parodontal vorerkrankte Patienten mit festsitzenden Implantatversorgungen wiesen eine hohe Patientenzufriedenheit und eine mit der Allgemeinbevölkerung vergleichbare, teils bessere mundgesundheitsbezogene Lebensqualität auf. Implantatüberlebensrate und periimplantäre Entzündungen hatten keinen messbaren Einfluss auf Lebensqualität und Patientenzufriedenheit.

**P49**

**Fallvorstellung: Der komplexe CMD-Fall – Wege zum Erfolg**

**Bister M.<sup>1</sup>, Schmitter M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Würzburg, Zahnärztliche Prothetik, Würzburg, Deutschland**

Craniomandibuläre Dysfunktionen betreffen einen erheblichen Teil der Bevölkerung und gehen häufig mit Schmerzen im Kiefergelenk und der Kaumuskulatur einher. Bei einer 32-jährigen Patientin wurde eine umfassende Diagnostik nach dem standardisierten DC/TMD-Protokoll durchgeführt, wobei sowohl Achse I (klinische Befunderhebung) als auch Achse II (psychosoziale Faktoren) berücksichtigt wurden. Ergänzend kamen instrumentelle Verfahren wie Bruxoff-Messungen sowie eine Achsiographie zum Einsatz. Im Rahmen der Therapie zeigte sich eine signifikante Reduktion der Symptomatik sowie eine klinisch relevante funktionelle Verbesserung.

**P50**

**Digitale Quantifizierung mandibulärer Deformation bei Unterkieferbewegungen: Explorative In-vivo-Studie mittels Intraoralscans**

**Hammer A.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Masterstudiengang Universität Greifswald, Prof. Bernd Kordass, Greifswald, Deutschland**

**Hintergrund:** Der Unterkiefer verhält sich bei funktionellen Bewegungen nicht als starrer Körper. Die daraus resultierende mandibuläre Deformation (mandibular flexure) kann insbesondere die Passung großspanniger CAD/CAM-Versorgungen beeinflussen. Trotz zahlreicher Publikationen ist die Datenlage heterogen; digitale Workflows zeigen teils widersprüchliche Ergebnisse.

**Fragestellung:** Lässt sich die mandibuläre Deformation des Unterkiefers bei definierten Bewegungspositionen mithilfe digitaler Full-Arch-Intraoralscans quantitativ nachweisen und nach Zahnregion (Regio 4–7) bestimmen?

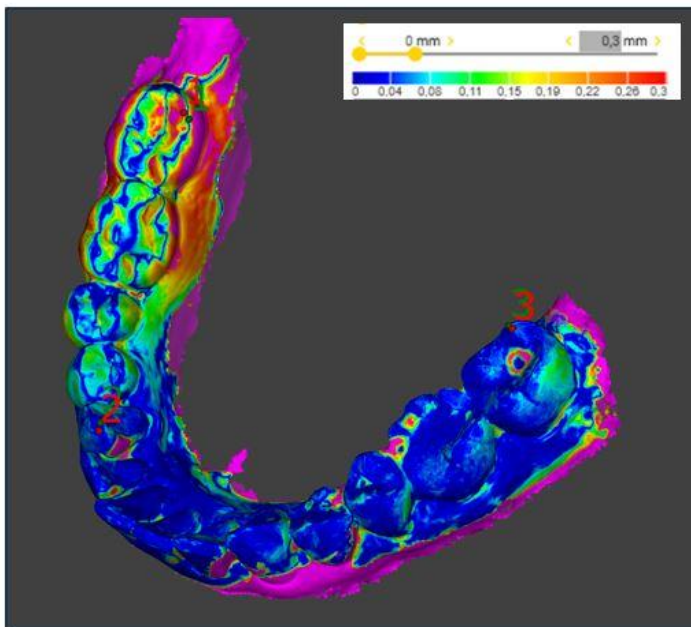
**Ziel:** Ziel dieser Arbeit war es, mandibuläre Deformation bei definierten Unterkieferbewegungen **in vivo** mithilfe eines aktuellen digitalen Scan- und Auswerteworkflows zu erfassen und nach Zahnregion zu quantifizieren.

**Material und Methoden:** In einer explorativen Untersuchung wurden bei **n = 10** Probanden je drei Full-Arch-Scans des Unterkiefers in definierten Positionen erhoben: Standardposition bei leichter Öffnung (SMO), maximale Mundöffnung (MMO) sowie maximale Protrusion mit Öffnung (MPMO). Die Datensätze wurden als STL exportiert, in CAD-Software überlagert und mittels Farbkarten zur Lokalisation auffälliger Areale beurteilt. Die quantitative Auswertung erfolgte über **bucco-linguale Querschnittmessungen** auf Zahnebene in den Regionen **4–7** (Weisheitszähne ausgeschlossen). Zusätzlich wurde die Deformationsrichtung im 3D-Raum klassifiziert.

**Ergebnisse:** In beiden Vergleichsbedingungen zeigte sich eine **zunehmende Deformation nach distal**. Für **MMO vs. SMO** lagen die Mittelwerte bei ca. **56  $\mu\text{m}$  (Regio 4)** bis **194  $\mu\text{m}$  (Regio 7)**; für **MPMO vs. SMO** bei ca. **56  $\mu\text{m}$  (Regio 4)** bis **176  $\mu\text{m}$  (Regio 7)**. Einzelne Maximalwerte erreichten **bis 500  $\mu\text{m}$** . Die Deformationsrichtung war überwiegend medial/lingual, jedoch interindividuell variabel.

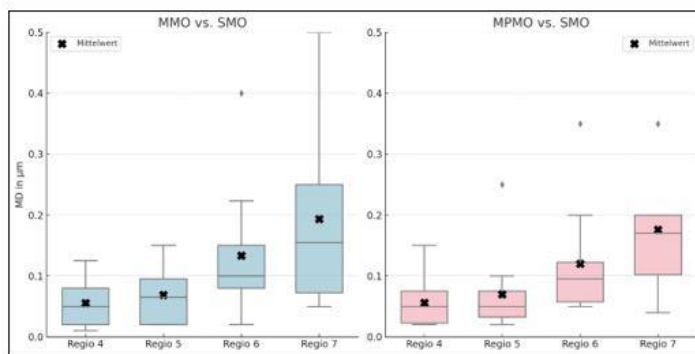
**Schlussfolgerung:** Mandibuläre Deformation ist mit einem modernen digitalen Workflow **in vivo messbar** und betrifft insbesondere den posterioren Unterkiefer. Die beobachteten Größenordnungen sind prothetisch relevant und können bei großspannigen Versorgungen klinisch relevant sein. Weitere Studien mit größerer Stichprobe, standardisierter Positionsführung und systematischem Scanner-/Software-Vergleich sind erforderlich.

**Abb. 1**



*Abbildung 1 Datenergebnis 1 Überlagerung Scan MPMO vs. SMO*

**Abb. 2**



Abbildung/ Boxplot Messergebnisse MD bei unterschiedlicher Mundöffnung in den Zahnbereichen regio 4-7

## P51

### Entwicklung und Validierung eines vollautomatischen Abgleichverfahrens palatinaler Rugae auf Basis digitaler intraoraler Scandaten für die forensische Identifikation

Bjelopavlovic M.<sup>1</sup>, Schmeisser F.<sup>2</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>, Erbe C.<sup>3</sup>, Ahmed S.<sup>2</sup>, Petrowski K.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Unimedizin Mainz, Prothetik und Werkstoffkunde, Mainz, Deutschland; <sup>2</sup> DFKI, Kaiserslautern, Deutschland; <sup>3</sup> Unimedizin Mainz, Poliklinik für Kieferorthopädie, Mainz, Deutschland; <sup>4</sup> Unimedizin Mainz, Institut für Medizinische Psychologie, Mainz, Deutschland

### Fragestellung

Die forensische Identifikation unbekannter Personen stützt sich primär auf DNA, Fingerabdrücke und den dentalen Status. In Szenarien mit stark geschädigten Überresten sind diese Marker jedoch häufig nicht oder nur eingeschränkt verfügbar. Ziel dieser Studie war es, die palatinalen Rugae als alternatives intraorales Identifikationsmerkmal zu untersuchen und ein vollautomatisches, digitales Matching-Verfahren zu entwickeln und zu validieren. Es wurde geprüft, ob ein vollständig automatisierter Abgleich eine höhere Genauigkeit und Reproduzierbarkeit erreicht als bislang eingesetzte teilautomatisierte Verfahren.

### Methoden

Bei 345 Probandinnen und Probanden im Alter von 11,2 bis 73,2 Jahren wurden intraorale Scans des harten Gaumens angefertigt. Nach standardisierter Segmentierung des Palatums und Poisson-Disk-Downsampling wurden die Datensätze als Punktwolken verarbeitet. Das entwickelte Matching-Verfahren umfasste vier Schritte: (1) Datenvorbereitung, (2) grobe Ausrichtung mittels Fast Point Feature Histograms (FPFH), (3) Feinregistrierung durch den Iterative-Closest-Point-(ICP)-Algorithmus sowie (4) distanzbasierte Ähnlichkeitsbewertung. Die Validierung erfolgte anhand eines Entwicklungsdatensatzes (224 Scans) und eines

unabhängigen Testdatensatzes (111 Scans). Zusätzlich wurde der Einfluss der Punktdichte auf Genauigkeit und Rechenaufwand untersucht.

### **Ergebnisse**

Das vollautomatische System erreichte eine Identifikationsgenauigkeit von 100 % sowohl für die korrekte Zuordnung identischer Scans als auch für die sichere Zurückweisung nicht zusammengehöriger Datensätze. Die Ergebnisse waren unabhängig von der initialen räumlichen Orientierung der Scans. Die Analyse der Punktdichte zeigte, dass bereits etwa 3000 Punkte pro Scan für eine fehlerfreie Zuordnung ausreichen, während höhere Auflösungen keinen zusätzlichen Genauigkeitsgewinn bei gleichzeitig steigendem Rechenaufwand erbrachten.

### **Schlussfolgerungen**

Die automatisierte 3D-Analyse palatinaler Rugae ermöglicht eine hochpräzise, objektive und reproduzierbare Identifikation anhand digitaler intraoraler Scans. Das Verfahren reduziert den manuellen Arbeitsaufwand erheblich und ist prinzipiell für den Einsatz in skalierbaren forensischen Workflows geeignet. Die Ergebnisse unterstreichen zugleich den Wert digitaler dentaler Datensätze, wie sie auch im Kontext moderner prothetischer und kieferorthopädischer Versorgung routinemäßig entstehen. Für eine breite forensische Anwendung sind jedoch weitere Validierungen unter realen postmortalen Bedingungen sowie mit unterschiedlichen Scannersystemen erforderlich.

## **P52**

### **Diagnostische Verwertbarkeit und Entscheidungsstabilität von OPTG, DVT und CT bei stadienbasierter Beurteilung der dritten Molaren**

**Kianusch K.<sup>1</sup>, Jelonjic S.<sup>1</sup>, Bremer M.<sup>1</sup>, Fliß B.<sup>2</sup>, Abou-Ayash S.<sup>1</sup>, Petrowski K.<sup>3</sup>, Bjelopavlovic M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsmedizin, Prothetik und Werkstoffkunde, Mainz, Deutschland; <sup>2</sup>**

**Universitätsmedizin, Institut für Rechtsmedizin, Mainz, Deutschland; <sup>3</sup>**

**Universitätsmedizin, Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie, Mainz, Deutschland**

#### **Fragestellung:**

Radiologische Bildgebung ist eine zentrale Grundlage klinischer Entscheidungsprozesse in der Zahnmedizin und Prothetik. Ziel dieser Studie war es, Orthopantomogramm (OPTG), digitale Volumentomographie (DVT) und Computertomographie (CT) hinsichtlich diagnostischer Verwertbarkeit, Reproduzierbarkeit und Präzision einer stadienbasierten Beurteilung der dritten Molaren am selben Individuum zu vergleichen und modalitätsabhängige Unterschiede systematisch zu analysieren.

## **Methoden:**

Untersucht wurden 27 Schädel mit bekanntem chronologischem Alter, für die jeweils OPTG-, DVT- und CT-Aufnahmen durchgeführt wurden. Die dritten Molaren (18, 28, 38, 48) wurden unabhängig durch mehrere Befunder anhand etablierter stadienbasierter Kriterien beurteilt. Die resultierenden Stadien wurden in altersbezogene Schätzwerte überführt und mit dem chronologischen Alter verglichen. Analysiert wurden die Übereinstimmung der Befunder sowie die Abweichung zwischen geschätztem und tatsächlichem Alter in Abhängigkeit von der Bildgebungsmodalität.

## **Ergebnisse:**

Alle 27 Individuen konnten ausgewertet werden. Die Befundbarkeit lag im OPTG bei 79,9 %, in DVT und CT jeweils bei 100 %. Die Interrater-Reliabilität war exzellent (ICC = 0,954). Die mittlere Abweichung zwischen geschätztem und chronologischem Alter betrug 1,89 Jahre (OPTG), 1,90 Jahre (DVT) und 1,87 Jahre (CT), bei einem modalitätsabhängigen Bias von +0,35 bis +0,64 Jahren. Die Bildgebungsmodalität zeigte einen signifikanten Einfluss auf die Altersschätzung (repeated-measures GLM,  $p < 0,001$ ), während Befunderexpertise und Geschlecht keinen Einfluss hatten ( $p > 0,05$ ). Die CT-basierte Altersschätzung erwies sich als stärkster Prädiktor des chronologischen Alters ( $\beta = 0,54$ ;  $p < 0,001$ ).

## **Schlussfolgerung:**

Die Ergebnisse zeigen, dass die stadienbasierte Beurteilung der dritten Molaren unabhängig von der verwendeten Bildgebungsmodalität reproduzierbar ist. Dreidimensionale Verfahren bieten jedoch Vorteile in der Darstellung und Beurteilbarkeit der relevanten Strukturen. Für die klinische Praxis unterstreicht dies den Stellenwert einer indikationsgerechten Wahl der Bildgebung, wobei das OPTG als Übersichtsverfahren und die 3D-Bildgebung bei spezifischen Fragestellungen ergänzend eingesetzt werden kann.

## **P53**

### **Rescue-Behandlung nach Avulsion eines Pfeilerzahns unter Adhäsivbrücke bei einem jugendlichen Patienten**

**Becker M.<sup>1</sup>, Straßburger M.<sup>2</sup>, Graetz C.<sup>2</sup>, Schlenz-Helmke M. A.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Zahnärztliche Prothetik, Kiel, Deutschland; <sup>2</sup> Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Kiel, Deutschland**

**Fallvorstellung:** Im März 2025 stellte sich ein 14-jähriger, allgemein gesunder Patient nach einem Sportunfall mit Frontzahntrauma notfallmäßig vor. Anamnestisch bestanden eine 2018 eingegliederte Adhäsivbrücke zum Ersatz des 2017 avulsierten Zahnes 21. Die klinische und radiologische Diagnostik ergab eine Avulsion des Zahnes 11 inklusive der befestigten Adhäsivbrücke, ohne Hinweise auf weitere

dentale oder skelettale Verletzungen. Der avulsierte Zahn 11 war unmittelbar nach dem Unfall sachgerecht in einer Zahnrettungsbox gelagert worden.

**Behandlungsverlauf:** Nach antiseptischer Erstversorgung wurde der avulsierte Zahn 11 endodontisch unter Schonung des Adhäsivflügels trepaniert, extraoral aufbereitet, gespült, und mit Calciumhydroxid medikamentös versorgt. Nach Reinigung der Alveole erfolgten die Replantation und eine exakte Reposition mithilfe der mitgeführten Aufbissschiene. Zur Stabilisierung wurde eine flexible Titan-Trauma-Schiene von Zahn 13 bis 23 adhäsiv befestigt. Die frühen Kontrollen zeigten eine komplikationslose Wundheilung bei erhaltener Sensibilität der Nachbarzähne. Vierzig Tage post trauma erfolgte die definitive Wurzelkanalbehandlung. In den weiteren Verlaufskontrollen zeigte sich Zahn 11 schmerzfrei, mit physiologischer Beweglichkeit und Parodontalspalt sowie ohne Resorptions- oder Osteolysezeichen.

**Diskussion:** Flexible Schienungen reduzieren bei avulsierten Zähnen das Risiko für eine Ankylose und Resorptionen und sind für eine Dauer von etwa zwei Wochen empfohlen. Im vorliegenden Fall wurde die Schienung aufgrund erhöhter Restbeweglichkeit und prothetischer Funktion des Zahnes auf 34 Tage verlängert. Bei abgeschlossenem Wurzelwachstum ist eine zeitnahe endodontische Therapie und Calciumhydroxid-Einlage Goldstandard. Prothetisch fehlen Studien zur Replantation von Pfeilerzähnen adhäsiver Brücken; eine nächtliche Schutzschiene erscheint sinnvoll, um eine Überlastung der Versorgung zu vermeiden.

**Schlussfolgerung:** Entscheidend sind bei avulsierten Zähnen eine zeitnahe, auf das Zahntrauma abgestimmte Rescue-Behandlung, eine suffiziente endodontische Versorgung, eine flexible Schienung sowie die Eingliederung einer nächtlichen Schutzschiene, um stabile parodontale, endodontische und funktionelle Verhältnisse ohne Resorptionszeichen zu erreichen. So ließ sich ein avulsierter Pfeilerzahn einer Adhäsivbrücke erfolgreich therapieren und erhalten.

**Danksagung:** Wir danken unserem Vorbehandler und Mentor Prof. Dr. Matthias Kern, der bei diesem Patienten die Versorgung mittels der Adhäsivbrücke zum Ersatz des Zahnes 21 vorgenommen hatte.

## **P54**

### **Zahnmedizinische Behandlung bei Essstörungen: Eine Spezialsprechstunde – Universitär und interdisziplinär**

**Ruhstorfer M.<sup>1</sup>, Vyroubalova E.<sup>2</sup>, Kramer A. N.<sup>1</sup>, Güth J. F.<sup>3</sup>, Gerhardt-Szép S.<sup>2</sup>, Brandt S.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Goethe Universität Frankfurt am Main (Zahnärztliches Universitätsinstitut, Carolinum), Zahnärztliche Prothetik, Frankfurt a.M., Deutschland; <sup>2</sup> Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Goethe Universität Frankfurt am Main (Zahnärztliches Universitätsinstitut, Carolinum), Poliklinik für Zahnerhaltung, Frankfurt a.M., Deutschland; <sup>3</sup> Universitätsklinikum in München, Zahnärztliche Prothetik, München, Deutschland**

Erkrankungen aus dem Spektrum der Essstörungen, wie Anorexia nervosa oder Bulimia nervosa, sind im Laufe der letzten Jahre deutlich in ihrer Prävalenz gestiegen und nehmen im klinischen Versorgungssetting insbesondere bei jungen Erwachsenen sichtbar zu. Neben den massiven psychosomatischen und allgemeinmedizinischen Folgen für die Betroffenen, wird durch purgatives Verhalten der Zahnapparat wiederholt intrinsischen Säureattacken ausgesetzt, wodurch erosive Zahnhartsubstanzverluste entstehen. Neben den benannten dentalen Säureschäden kann eine abgesunkene vertikale Kieferrelation die Entstehung bzw. Verstärkung von CMD-Beschwerden begünstigen. Zudem steigt das Kariesrisiko deutlich an und es können Schwellungen der Speicheldrüsen beobachtet werden. Vor dem Hintergrund dieser zahlreichen ätiologischen Zusammenhänge zwischen Essstörungen und der Zahn- und Mundgesundheit der Betroffenen, unterstreicht die S3-Leitlinie "Diagnostik und Therapie bei Essstörungen", die Indikation einer zahnärztlichen Mitbetreuung der Patientengruppe im interdisziplinären Therapieansatz. Trotz dieses theoretisch hohen Behandlungsbedarfs ist die betreffende Patientengruppe im klinischen Alltag allerdings meist unterrepräsentiert und eine Diskrepanz zwischen Behandlungsbedarf und -angebot entsteht. Die Zielsetzung der Spezialsprechstunde "Zahnmedizin bei Essstörungen" der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und der Poliklinik für Zahnerhaltung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (Carolinum) der Goethe-Universität Frankfurt am Main ist es, diesem Spannungsfeld entgegenzuwirken und ein interdisziplinäres zahnärztliches Behandlungsangebot für Patient\*innen mit Essstörungen zu bieten, welches den besonderen Bedürfnissen dieser Patientengruppe gerecht wird. Die Basis zur Etablierung eines flächendeckenden Versorgungsangebotes stellt dabei die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit niedergelassenen zahnärztlichen und psychiatrischen Kollegen, der Klinik für Psychosomatik der Unimedizin Frankfurt am Main sowie der Psychotherapeutenkammer Hessen dar. Das Behandlungskonzept der Ambulanz "Zahnmedizin bei Essstörungen" sieht eine Versorgung der Patientengruppe in zwei Stufen vor. Im Rahmen der ersten Therapiestufe stehen Diagnostik und Prophylaxe im Vordergrund. Die Behandlungsinhalte umfassen zum einen eine strukturierte Anamnese zur psychosomatischen Grunderkrankung, zur patientenspezifischen Belastung durch den vorliegenden Zahnstatus, sowie zur Ernährungs- und Säureexposition. Zum anderen erfolgt eine klinische Erosionsdokumentation mittels Erosionsindex (BEWE), Fotostatus und Intraoralscan als 3D-Baseline. Die in der Ambulanz angewandten Präventionsinhalte adressieren zum einen das "Post-Emesis"-Management, Mundhygienetraining, sowie individualisierte Schutz- und Medikamententrägerschienen zur kontrollierten Applikation von Fluoridgelen und zum Schutz bei Emesis. Ein strukturiertes Recall-Konzept ("Unterstützende Therapie bei Essstörungen", UTE) mit wiederholtem BEWE-Scoring und digitalem Scan-Vergleich ermöglicht dabei die frühe Detektion von Progression und zeitnahe Anpassung der Prävention bzw. Therapie. Die zweite Behandlungsstufe fokussiert die interventionelle Therapie und Rehabilitation und somit die Wiederherstellung von Zahnhartsubstanz, Funktion und Ästhetik durch minimalinvasive Komposit Restaurationen, Teilrestaurationen bis zur prothetischen Vollrehabilitation inkl.

Bisshebung und Funktionstherapie. Dabei erfolgen umfangreiche Rekonstruktionen bevorzugt bei stabilisiertem essstörungsspezifischem Behandlungsstatus. Die zahnärztliche Behandlung im Rahmen der Spezialsprechstunde findet dabei stets im engen Austausch und in Abstimmung mit den weiteren betreuenden medizinischen Fachbereichen statt. Im Rahmen des Kongressbeitrags soll die Spezialsprechstunde anhand eines Fallbeispiels vorgestellt werden.

## **P55**

### **Lebertransplantation und orale Gesundheit: Vorläufige Ergebnisse einer longitudinalen Studie**

**Setlaoui S.<sup>1</sup>, Astrid D.<sup>1</sup>, Wirtz T.<sup>1</sup>, Bishti S.<sup>1</sup>, Wolf M.<sup>1</sup>, Jankowski J.<sup>1</sup>, Schneider K. M.<sup>2</sup>, Wolfart S.<sup>1</sup>, Tuna T.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum RWTH Aachen, Aachen, Deutschland; <sup>2</sup>**

**Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Dresden, Deutschland**

**Fragestellung:** Lebererkrankungen stellen weltweit eine erhebliche gesundheitliche Belastung dar und werden zunehmend mit Parodontitis in Verbindung gebracht. Während Zusammenhänge zwischen Parodontalerkrankungen, Diabetes und kardiovaskulären Erkrankungen gut belegt sind, ist die Beziehung zwischen Lebererkrankungen und parodontaler Gesundheit bislang unzureichend untersucht. Diese longitudinale Studie analysiert den Einfluss einer wiederhergestellten Leberfunktion nach Transplantation auf die orale und parodontale Gesundheit von Patienten mit chronischer Lebererkrankung.

**Methoden:** Die vorläufige Auswertung umfasst 11 bereits transplantierte Patienten von insgesamt 52 eingeschlossenen Lebertransplantationskandidaten. Diese wurden zwischen 2021 und 2024 zu drei Zeitpunkten untersucht: vor Transplantation (t0) sowie 21 (t21) und 90 (t90) Tage postoperativ. Erfasst wurden demografische Daten, Mundhygieneverhalten sowie klinische Parameter: Sondierungstiefe (PPD), periodontal inflamed surface area (PISA), Bleeding on Probing (BOP), Approximal Plaque Index (API), Sulkus-Blutungs-Index (SBI), DMFT-Index. Zusätzlich wurden medizinische Laborwerte erhoben, darunter Aspartat-Aminotransferase (AST), Alanin-Aminotransferase (ALT), Gamma-Glutamyltransferase (GGT) und International Normalized Ratio (INR). Die statistische Analyse erfolgte mittels t-Tests, ANOVA und Pearson-Korrelationen ( $p < 0,05$ ).

**Ergebnisse:** Von t0 bis t90 zeigte sich eine signifikante Reduktion der parodontalen Entzündung: die mittlere PPD verringerte sich von 4,1 mm auf 2,9 mm ( $***p < 0,001$ ), der SBI von 50,36 % auf 9,36 % ( $**p < 0,01$ ), der BOP von 51,82 % auf 12 % ( $**p < 0,01$ ) und der PISA von 56,79 % auf 10,48 % ( $***p < 0,001$ ). Das Mundhygieneverhalten und der API (t0: 45.7%; t21: 33.7%; t90: 39.0%) blieben weitgehend unverändert. Parallel verbesserte sich die Leberfunktion signifikant: AST sank von 69 auf 17,78 U/L ( $***p < 0,001$ ), ALT von 59,55 auf 17,44 U/L ( $***p < 0,001$ ) und INR von 1,36 auf 1,08 ( $**p < 0,01$ ). Es zeigte sich eine moderat positive Korrelation zwischen  $\Delta$ GGT und  $\Delta$ PISA ( $r = 0,585$ ;  $p = 0,127$ ), schwächere

Zusammenhänge bestanden für  $\Delta$ AST ( $r=0,524$ ;  $p=0,228$ ) und  $\Delta$ ALT ( $r=0,404$ ;  $p=0,280$ ) mit  $\Delta$ PISA. Für  $\Delta$ SBI und  $\Delta$ BOP ergab sich keine signifikante Korrelation mit  $\Delta$ INR ( $\Delta$ SBI:  $r=-0,115$ ;  $p=0,787$ ;  $\Delta$ BOP:  $r=0,024$ ;  $p=0,956$ ).

**Schlussfolgerung:** Eine Lebertransplantation ist möglicherweise mit einer Reduktion parodontaler Entzündung assoziiert – unabhängig vom Mundhygieneverhalten. Dies unterstützt die Hypothese einer systemischen Interaktion zwischen Leberfunktion und parodontaler Gesundheit und erfordert Bestätigung in größeren longitudinalen Studien.

## P56

### **Benötigter Zeitaufwand zur Therapie eines stark zerstörten Zahnes über einen Zeitraum von 10 Jahren – Ein Prognosemodell**

**Bauder C.<sup>1</sup>, Luthardt R. G.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Ulm, Zahnärztliche Prothetik, Ulm, Deutschland**

Bei Patienten, die sich mit stark frakturierten Zähnen vorstellen, stehen Behandler und Patient häufig vor der grundlegenden Therapieentscheidung, ob der Zahn erhalten oder extrahiert und durch ein Implantat ersetzt werden soll. Diese Entscheidung umfasst neben biologischen und prothetischen Aspekten insbesondere die Beurteilung der Kosteneffektivität. Dabei spielen sowohl die direkten finanziellen Kosten als auch der zeitliche Aufwand für Patient und Praxis eine entscheidende Rolle. Neben der langfristigen Prognose ist auch die Frage relevant, welche Therapieoption über einen definierten Zeitraum die größere Effizienz (Ressourcenverbrauch, Behandlungszeit) aufweist. In der bisher veröffentlichten internationalen Literatur werden Therapieoptionen bei tiefzerstörten Einzelzähnen überwiegend anhand von Überlebensraten und finanziellen Parametern verglichen. Studien zeigen dabei für beide Versorgungsformen – den Zahnerhalt mittels Wurzelkanalbehandlung mit Stift-Stumpf-Aufbau und anschließender Überkronung sowie die Extraktion mit anschließender Einzelzahnimplantation – hohe Langzeitüberlebensraten. Der Faktor "Behandlungsdauer" wurde bislang jedoch nur unzureichend systematisch untersucht, obwohl gerade dieser Aspekt sowohl für die Patientenkomfort als auch für die gesundheitsökonomische Bewertung von Bedeutung ist.

Vor diesem Hintergrund entwickelten wir ein Prognosemodell mit dem Ziel, die Therapieoptionen hinsichtlich des kumulativen Zeitaufwandes über einen Zeitraum von zehn Jahren zu vergleichen. Grundlage bildete eine systematische Literaturrecherche in PubMed. Zur zielgerichteten Recherche formulierten wir eine PICO-Fragestellung: Sollten Patienten mit einem tiefzerstörten Einzelzahn primär mit einem Einzelzahnimplantat versorgt werden oder alternativ mittels Wurzelkanalbehandlung mit Stift-Stumpf-Aufbau und Krone, um mit möglichst hoher Wahrscheinlichkeit und möglichst geringem zeitlichen Aufwand über zehn Jahre eine stabile Versorgung zu erreichen?

Die initiale Literaturrecherche ergab 1.323 Titel. Nach Selektion anhand definierter Ein- und Ausschlusskriterien zunächst auf Titel- und anschließend auf Abstract-Ebene konnten 14 relevante Studien in die Analyse eingeschlossen werden. Hinsichtlich der direkten initialen Kosten ist die Versorgungsvariante Zahnerhalt (Wurzelkanalbehandlung, Stift-Stumpf-Aufbau, Krone) in der Regel günstiger als die Implantattherapie (inklusive prothetischer Versorgung) bei ähnlich hohen Überlebensraten. Allerdings weisen endodontisch behandelte Zähne im Langzeitverlauf häufiger biologische oder technische Komplikationen auf, die Nachbehandlungen erforderlich machen. Basierend auf den Literaturdaten sowie klinikeigenen Behandlungsdaten entwickelten wir ein Vorhersagemodell mit kumulativem Zeitaufwand in Behandlungsstunden als zentrale Kenngröße mithilfe einer Markov-Modellierung. Dieses erlaubt die Simulation verschiedener Behandlungsverläufe unter Berücksichtigung von Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen definierten Zuständen (z. B. komplikationsfreie Phase, Komplikation, Reintervention, Verlust).

Die Analyse unserer klinischen Daten zeigte, dass wurzelkanalbehandelte Zähne über einen Zeitraum von zehn Jahren im Durchschnitt eine höhere kumulative Behandlungsdauer aufweisen als implantatgetragene Versorgungen. Obwohl die Implantattherapie initial mit einer höheren finanziellen Investition verbunden ist, scheint sie im Langzeitverlauf hinsichtlich des Zeitaufwandes effizienter zu sein.

Zur abschließenden Beurteilung der effizienteren Therapieoption bei tiefzerstörten Zähnen sind jedoch prospektive Studien mit größeren Patientenkollektiven und längeren Beobachtungszeiträumen erforderlich. Unsere Pilotdaten deuten darauf hin, dass die Implantattherapie trotz höherer Anfangskosten über einen Zehnjahreszeitraum mit einer geringeren Gesamtbehandlungsdauer assoziiert sein kann und somit unter zeitökonomischen Gesichtspunkten eine attraktive Alternative darstellt.

## **P57**

### **Case Report: traumatische Bissverletzungen mit Verdacht auf Burning-Mouth-Syndrom – Ein interdisziplinärer, digitaler Behandlungsansatz im ambulanten Setting**

**Mann N. K.<sup>1</sup>, Sigler M.<sup>2</sup>, Klink A.<sup>1</sup>, Hüttig F.<sup>1</sup>, Lethaus B.<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Tübingen, Zahnärztliche Prothetik und Zahnärztlich Implantologische Versorgung, Tübingen, Deutschland; <sup>2</sup> Universitätsklinikum Tübingen, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Tübingen, Deutschland**

Patientenvorstellung: (Fragestellung)

Eine 83-jährige Patientin mit Polymedikation und Antikoagulation (Dagibatran) stellte sich initial per Überweisung in der Ambulanz der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie vor. Die Patientin berichtete von einem persistierenden Zungenbrennen sowie erosiven, teils blutenden Schleimhautbefunden intraoral. Klinisch zeigten sich traumatisch bedingte Schleimhautveränderungen im Bereich

der Wangen- und Zungenränder, vereinbar mit persistenten Bissverletzungen infolge parafunktioneller Aktivität. Akute entzündliche oder infektiöse Ursachen, sowie dentale Foki konnten zum Zeitpunkt der Erstvorstellung ausgeschlossen werden. Es wurde nocturnaler Bruxismus in Verbindung mit Wangenkauen (morsicatio buccarum) sowie – trotz der Läsionen – der Verdacht auf ein Burning-Mouth-Syndrom (BMS) diagnostiziert.

Behandlung: (Methodik)

Zur weiteren Abklärung des Verdachtes auf BMS wurde die Erstellung eines Blutbildes über den Hausarzt indiziert, um mögliche Mangelzustände (z.B. Eisen, Erythrozyten, Vitamine) zu identifizieren. Für die Funktionstherapie des nocturnalen Bruxismus und Habits erfolgte die Zuweisung an die Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik. Hier wurde nach Funktionsdiagnostischer Validierung ein Aufbissbehelf mit Wangen- und Zungenschildern im Sinne einer Positionierungsschiene via CAD/CAM-Technologie im hauseigenen Zahntechnischen Labor hergestellt. Die Konstruktion erfolgte anhand der eingescannten Gipsmodelle mittels exocad-Software. Die Herstellung erfolgte subtraktiv mittels CNC-Fräsmaschine.

Mit Eingliederung 3 Wochen nach Erstvorstellung wurden Kontrollintervalle nach 4 und 8 Wochen vereinbart. Die traumatischen Einbisse im planum buccale, sowie die erosiven Veränderungen im Bereich der Mundwinkel und den Zungenrändern waren nach 4 Wochen bereits sichtbar rückläufig. Bei der 8-Wochen-Kontrolle zeigte sich eine vollständige Remission der Befunde. Eine erneute Vorstellung der Patientin ist bei rezidivierenden Beschwerden angezeigt.

Diskussion / Schlussfolgerung

Traumatische Bissverletzungen stellen bei älteren Patienten ein relevantes Risiko bei nachlassender oraler Sensibilität in Folge von möglichen kognitiven oder neurologischen Einschränkungen dar. Die Geweberegeneration zeigt sich vermindert und eine erhöhte Blutungsneigung als Folge von Antikoagulation, was zu fulminanten klinischen Bildern führen kann. Mechanische Irritationen können durch Nocizeptorschmerz zudem ein Schleimhautbrennen begünstigen. Daher ist bei der Patientengruppe das BMS differenzialdiagnostisch zu berücksichtigen. Eine Häufung des BMS ist bei älteren, postmenopausalen Frauen (4:1 Mann) bekannt. Dabei ist das BMS eine Ausschlussdiagnose und muss im Vorhinein von lokalen (z.B. Parafunktionen), systemischen (z.B. Hypovitaminose oder Eisenmangel) oder psychogenen Ursachen abgegrenzt werden. Charakterisiert wird das BMS durch anhaltende brennende oder dysästhetische Empfindungen der Mundschleimhaut, Beeinträchtigung des Geschmackes sowie dem Empfinden einer Xerostomie (die auch objektivierbar vorliegen kann). Bei der Patientin fehlten korrelierenden Befunde für eine BMS-Diagnose. Beim primären BMS ist die Ursache neurogener Natur, während das sekundäre BMS multifaktoriell begründet ist. Unter anderem werden Mangelzustände des systemischen Vitaminhaushaltes, Medikamente, Allergien, und Anämien sowie psychosoziale Aspekte in Verbindung gebracht. Daher ist die Diagnose in der ICD-11 unter DA0F.0 mit dem Kriterium "ohne erkennbare Läsionen

und mit emotionaler Belastung oder Funktionsbeeinträchtigung" zu stellen, und besser codierbar als bisher in ICD-10 K14.6 als "Zungenschmerzen ohne sichtbare Veränderungen". Der Fall verdeutlicht die Notwendigkeit eines interdisziplinären Vorgehens für eine strukturierte diagnostische Abgrenzung zwischen mechanisch bedingten Schleimhautläsionen, parafunktionellen Ursachen, neuropathischen Schmerzsyndromen und allgemeinmedizinischen Ursachen.

## **P58**

### **Einfluss festsitzender Brückenversorgungen im Unterkieferseitenzahnbereich auf die mandibuläre Deformation**

**Berger L.<sup>1</sup>, Förtsch F.<sup>1</sup>, Skibinski K.<sup>2</sup>, Wichmann M.<sup>1</sup>, Matta R.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Erlangen, Zahnärztliche Prothetik, Erlangen, Deutschland; <sup>2</sup> Zahnkonzept Aying, Aying, Deutschland**

**Fragestellung:** Die mandibuläre Deformation bei forcierter Mundöffnung und Protrusion führt zu einer Verwindung des Unterkiefers mit transversaler Verschmälerung des Zahnbogens sowie rotationsbedingten Bewegungen der Seitenzähne. Biomechanische Komplikationen wie Dezementierungen oder Verblendabplatzungen bei Unterkieferbrücken im Seitenzahnbereich könnten auf diese Unterkieferdeformation zurückzuführen sein, da die Kippung der Seitenzähne in transversaler und sagittaler Richtung Spannungen im Zement und in der Verblendung erzeugen kann.

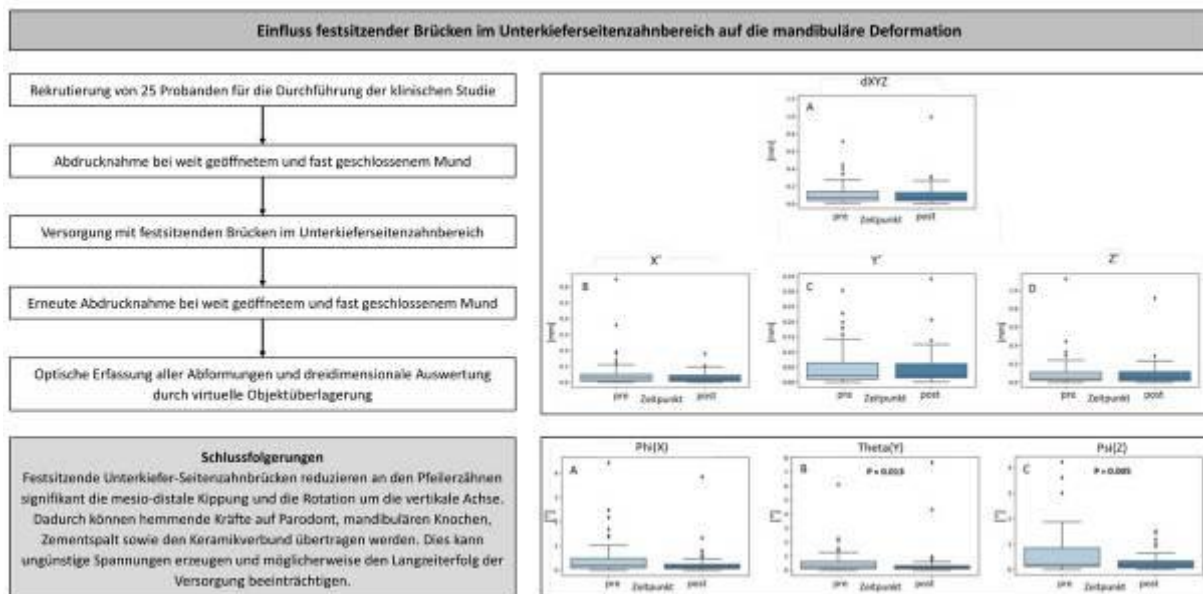
Ziel der vorliegenden In-vivo-Studie war es daher, mithilfe einer dreidimensionalen Messmethode zu untersuchen, ob eine prothetische Rehabilitation mit einer festsitzenden Brücke im Unterkieferseitenzahnbereich zu Veränderungen der Unterkieferdeformation führt und ob dabei geschlechtsspezifische Unterschiede nachweisbar sind.

**Methoden:** In die Studie wurden insgesamt 25 Probanden (12 Frauen, 13 Männer) eingeschlossen, die im Unterkieferseitenzahnbereich mit einer festsitzenden Brücke versorgt wurden. Einschlusskriterien waren eine regelrechte Mundöffnung ( $\geq 20$  mm) sowie das Fehlen parodontaler Erkrankungen und craniomandibulärer Dysfunktionen. Prä- und postprothetisch wurden jeweils zwei Abformungen bei weit geöffnetem und fast geschlossenem Mund mit einem scanbaren Abformmaterial (Identium<sup>®</sup> Scan Medium) durchgeführt. Nach Digitalisierung der Abformungen erfolgte eine dreidimensionale Analyse mittels virtueller Modellüberlagerung (ATOS II Triple Scan, Atos Professional). Für die Pfeiler- und kontralateralen Referenzzähne wurde ein lokales Koordinatensystem definiert, das Translationen in X- (mesio-distal), Y- (oro-vestibulär) und Z-Richtung (vertikal) sowie Rotationen um diese Achsen ( $\Phi(X)$  nach oro-vestibulär,  $\Theta(Y)$  nach mesio-distal und  $\Psi(Z)$  um die eigene vertikale Achse) erfasste. Die statistische Auswertung umfasste deskriptive Kennwerte sowie Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtests sowie Mann-Whitney-U-Tests ( $\alpha = 0,05$ ).

**Ergebnisse:** An den Pfeilerzähnen zeigte sich nach Brückenversorgung eine signifikante Reduktion der Rotationen um die Achsen Theta(Y) und Psi(Z) ( $p = 0,013$  bzw.  $0,005$ ). An den Referenzzähnen traten keine signifikanten Veränderungen auf. Präprothetisch bestanden keine signifikanten Geschlechtsunterschiede; postprothetisch zeigten die Pfeilerzähne weiblicher Probanden eine signifikant ausgeprägtere Rotation in mesio-distaler Richtung (Theta(Y),  $p = 0,024$ ).

**Schlussfolgerung:** Festsitzende Brücken im Unterkieferseitenzahnbereich beeinflussen lokal das biomechanische Verhalten der Pfeilerzähne und reduzieren bestimmte Rotationsbewegungen im Rahmen der mandibulären Deformation, ohne das Deformationsmuster des gesamten Unterkiefers wesentlich zu verändern. Die daraus resultierenden Kräfte könnten Spannungen im Parodont, Knochen, Zementspalt sowie im Verbund zur Verblendkeramik und somit klinische Risiken begünstigen. Die mandibuläre Deformation sollte daher bei der Planung prothetischer Versorgung im Unterkiefer berücksichtigt werden.

**Abb. 1**



**P59**

## **Finite-Elemente-Analyse einer implantatgetragenen Teleskopprothese: Ein Vergleich zwischen idealisierten und patientenspezifischen Modellen**

**Xie B.<sup>1</sup>, Keilig L.<sup>1,2</sup>, Bourauel C.<sup>1,2</sup>, Dörsam I.<sup>1,2</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Bonn, Oralmedizinische Technologie, Bonn, Deutschland; <sup>2</sup> Universitätsklinikum Bonn, Abteilung für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffwissenschaften, Bonn, Deutschland**

### **Fragestellung**

Implantatgetragene teleskopierende Prothesen erfordern eine Balance zwischen Retentionsstabilität und physiologischer Spannungsverteilung. PEKK fungiert aufgrund seines niedrigen Elastizitätsmoduls im Vergleich zu hochmoduligen Materialien wie Galvano-Gold als biomechanischer "Stoßdämpfer". Eine über 20.000 Kauzyklen stabile Retention sowie ein reduzierter Verschleiß konnten in einer experimentellen Studie nachgewiesen werden (Holtz et al., 2025). Zudem bietet das TwinFit-System klinische Flexibilität durch konische und aufliegende Aufbauten.

Ziel dieser Studie war der Vergleich der Spannungsverteilung verschiedener Aufbauten (konisch vs. aufliegend) und Sekundärkronenmaterialien (PEKK vs. Galvano-Gold) unter Verwendung eines idealisierten sowie eines patientenspezifischen, CT-basierten FE-Modells.

### **Methoden**

Zwei 3D-FE-Modelle einer implantatgetragenen (6 × TwinFit, Dentaurum) Oberkiefer-Teleskopprothese wurden erstellt: ein idealisiertes Modell (angelehnt an die vorhergehende experimentelle Studie von Holtz et al.) und eine patientenspezifische CT-Rekonstruktion inklusive Knochensegmentierung. Im klinischen Modell wurde zusätzlich oberhalb der zu belastenden Zähne ein idealisierter, würfelförmiger Körper als Speisebolus platziert (Abb. 1). Für die jeweiligen Modelle wurden zwei unterschiedliche Belastungsstrategien implementiert: Idealisiertes Modell (Abb. 1A,B): Eine vertikale Punktlast von 500 N wurde jeweils separat direkt auf die Zentren der Tertiärkronen und die Gerüstverbinder appliziert, um eine Referenzbasis für die vergleichende Materialanalyse zu etablieren.

Patientenspezifisches Modell (Abb. 1C,D): eine Kraft von 500 N wurde auf die Oberseite des simulierten Speisebolus aufgebracht. Diese Schicht fungiert als biomechanischer Puffer, der die vertikale Kraft in einen verteilten Druck umwandelt, welcher auf die Restauration übertragen wird.

Die Materialeigenschaften für die verschiedenen Modellkomponenten wurden aus der Literatur übernommen.

### **Ergebnisse**

Abb. 2 zeigt die Analyse des idealisierten Modells, dass die Belastung in der Frontzahnregion höhere Spannungen im Gerüst induzierte als die Belastung in der Molarenregion, z.B. 346 MPa für Galvano/konisch unter Belastung auf Krone 15 gegenüber 506 MPa für Galvano/konisch im Bereich 13–23.

Der Wechsel zwischen konischen und aufliegenden Aufbauten hatte bei Galvano- und PEKK-Käppchen keinen nennenswerten Einfluss auf die Spannungen im Gerüst (z.B. im Galvano-Modell 283 MPa für aufliegend gegenüber 296 MPa für konisch bei Belastung auf Krone 27).

Im Vergleich zu Galvano-Käppchen waren die Gerüstspannungen bei der Verwendung von PEKK jedoch deutlich reduziert, unabhängig davon, ob konische oder aufliegende Aufbauten verwendet wurden (z.B. 365 MPa bei den Galvano-Käppchen gegenüber 269 MPa bei den PEKK-Käppchen bei Belastung auf Krone 15 bei aufliegendem Aufbau).

### Schlussfolgerungen

Das idealisierte FE-Modell bestätigt die biomechanische Überlegenheit von PEKK als Sekundärkronenmaterial für teleskopierende Prothesen. Da der mechanische Einfluss des Aufbaus (konisch vs. aufliegend) minimal ist, kann die Wahl primär nach klinischen Kriterien erfolgen. Eine patientenspezifische FEA bleibt jedoch zur Identifizierung lokaler Risiken aufgrund der individuellen Knochenmorphologie essenziell.

### Reference

Holtz A., et al., Biomedical Engineering. 70: 115-123, 2025.

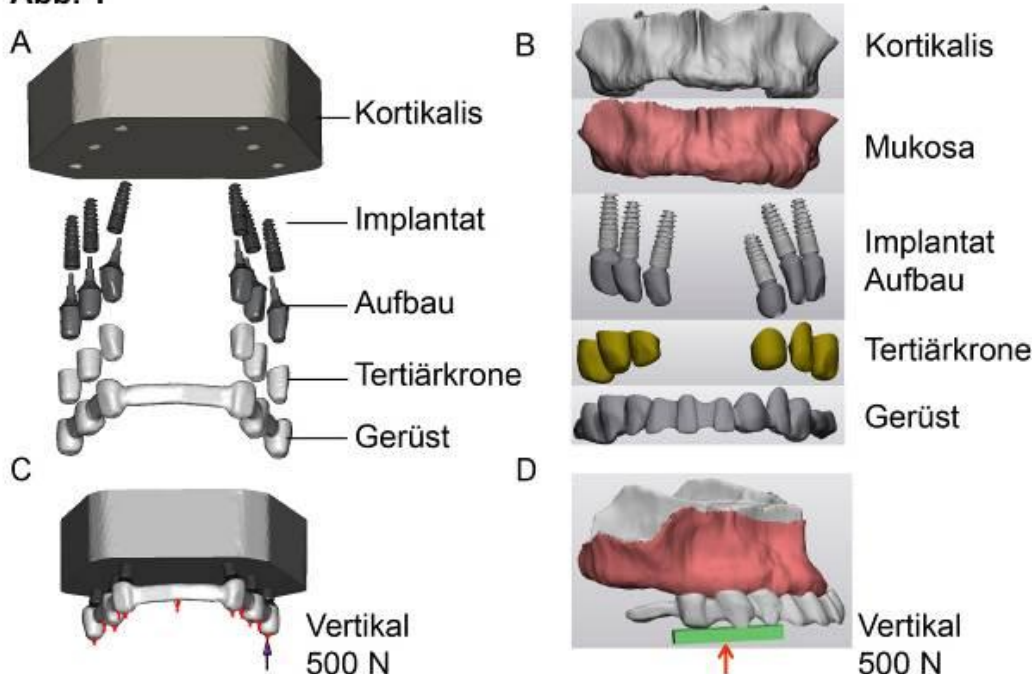
### Abbildungslegenden

Abb. 1: Idealisierte (A) und patientenspezifische (B) Finite-Elemente-Modelle.

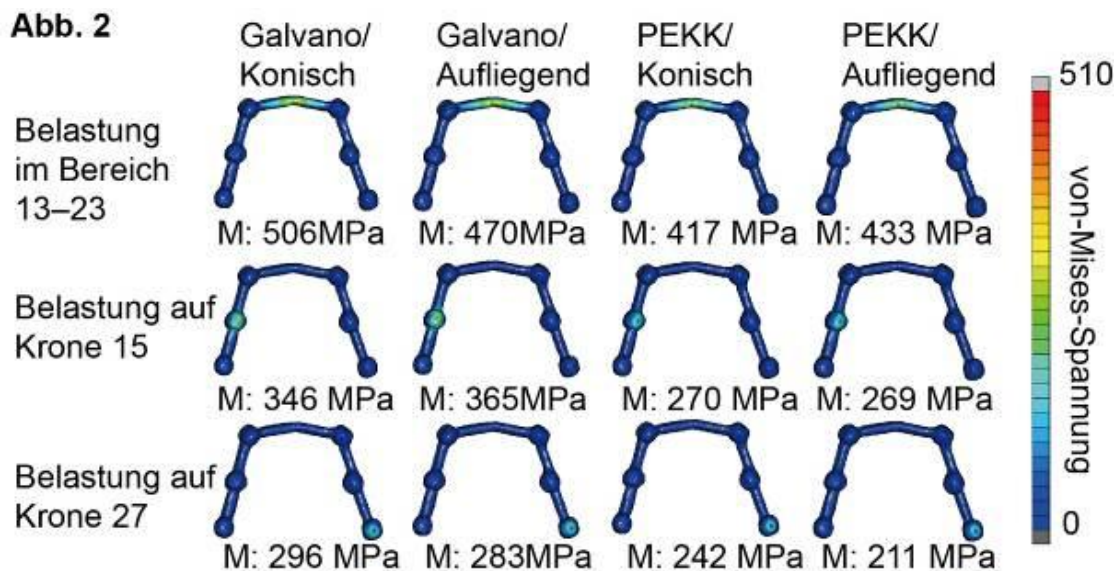
Abb. 2: Spannungsverteilung im idealisierten Gerüst. M: maximale von-Mises-Spannung

### Abb. 1

#### Abb. 1



**Abb. 2**



## P60

### Die Rolle des oralen Mikrobioms in der Assoziation zwischen Parodontalerkrankungen und Hirngesundheit – die PAROMIND-Studie

Aarabi G.<sup>1</sup>, Walther C.<sup>1</sup>, Borof K.<sup>1</sup>, Ebinghaus M.<sup>1</sup>, Thomalla G.<sup>1</sup>, Cheng B.<sup>1</sup>, Petersen M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland

**Hintergrund und Fragestellung:** Forschung der vergangenen Jahre deutet darauf hin, dass das orale Mikrobiom, insbesondere bei einer Parodontitis, einen Einfluss auf die Hirngesundheit hat. Diese Beziehung ist in der Allgemeinbevölkerung bislang jedoch unzureichend verstanden. Die PAROMIND-Studie untersucht den Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung des oralen Mikrobioms, Parodontitis und der Hirngesundheit, und widmet sich der Forschungsfrage, ob subgingivale mikrobielle Muster, die auf eine Parodontitis hindeuten, mit Hirngesundheits-bezogenen Phänotypen assoziiert sind.

**Methoden:** In der Studie wurde anhand von 16S-rRNA-sequenzierten oralen Mikrobiomdaten aus Sulkusflüssigkeit von 1.026 Teilnehmenden der populationsbasierten Hamburg City Health Study ein Mikrobiom-"Similarity"-Netzwerk erstellt. Dieses Netzwerk zeigte einen kontinuierlichen Krankheitsgradienten, der die mikrobielle Pathogenität bei Parodontitis widerspiegelt. Aufbauend auf diesem Netzwerk wurden systematisch Assoziationen zwischen parodontalen Mikrobiomprofilen und 37 Hirngesundheits-bezogenen Phänotypen untersucht, darunter kognitive Funktion, Hirnstruktur, psychische Gesundheit, Entzündungsmarker, Ernährung, vaskuläre Risikofaktoren und demografische Merkmale.

**Ergebnisse:** Die Netzwerkanalysen zeigen, dass eine höhere relative Häufigkeit von Parodontitis-assoziierten mikrobiellen Taxa, nach Adjustierung für kardiovaskuläre

Risikofaktoren und demografische Kovariablen, mit einer schlechteren kognitiven Leistungsfähigkeit, erhöhten Leukozytenzahlen und einer geringeren Einhaltung der MIND ("Mediterranean-DASH Intervention for Neurodegenerative Delay") -Diät assoziiert war. Für die übrigen Hirngesundheits-bezogenen Phänotypen wurden keine signifikanten Assoziationen festgestellt. Es wurden sowohl bereits bekannte als auch neuartige mikrobiologische Zusammenhänge mit Hirngesundheitsphänotypen identifiziert.

**Schlussfolgerungen:** Die Ergebnisse der PAROMIND-Studie deuten darauf hin, dass bestimmte orale Mikrobiomprofile und Parodontitis mit veränderter Kognition zusammenhängen. Die Ergebnisse vertiefen das Verständnis der Achse zwischen dem oralen Mikrobiom und der Hirngesundheit und verweisen auf mögliche biologische Mechanismen, die parodontale Gesundheit und Hirnfunktion verbinden. Die Studie zeigt potenzielle Implikationen für zukünftige kausale und interventionelle Untersuchungen auf.

## **P61**

### **Riesenzellarteriitis mit CMD-ähnlicher Symptomatik: Bedeutung für die zahnärztliche Praxis – Ein Fallbericht**

**Willmen T.<sup>1</sup>, Völkel L.<sup>2</sup>, Willmen L.<sup>2</sup>, Döring K.<sup>3</sup>, Stiesch M.<sup>1</sup>, Geyer S.<sup>4</sup>, Wagner A. D.<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup> Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Biomedizinische Werkstoffkunde, Hannover, Deutschland; <sup>2</sup> Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Nieren- und Hochdruckerkrankungen, Hannover, Deutschland; <sup>3</sup> Medizinische Hochschule Hannover, Institut für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Hannover, Deutschland; <sup>4</sup> Medizinische Hochschule Hannover, Forschungs- und Lehrereinheit Medizinische Soziologie, Hannover, Deutschland**

#### **Hintergrund:**

Weltweit sind rund 6000–8000 seltene Erkrankungen beschrieben, von denen sich etwa 15 % im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich manifestieren [1]. Hierzu zählt die Riesenzellarteriitis, eine seltene autoimmune Vaskulitis großer und mittelgroßer Arterien mit bevorzugtem Befall der Gefäße des Kopf- und Halsbereichs sowie der Aorta. Klinisch kann sich die Erkrankung in Form von temporalem Kopfschmerz, Claudicatio masseterica, aurikuläre Schmerzen, Visusminderung bis hin zu irreversiblen Komplikationen wie Erblindung oder zerebrovaskulären Ereignissen präsentieren [2]. Aufgrund der orofazialen Symptomatik kann die Erkrankung initial einer Craniomandibulären Dysfunktion (CMD) ähneln.

#### **Datengrundlage und Methodik:**

Es erfolgte eine retrospektive Analyse des im Folgenden beschriebenen Patientenfalls unter Berücksichtigung gesundheitsökonomischer und soziökonomischer Aspekte. Die Datenerhebung erfolgte auf Basis der Analyse von

Arztbriefen, Patientenakten, Untersuchungsergebnissen sowie Patienteninterviews, die unter Verwendung standardisierter Fragebögen durchgeführt wurden: dem SF-36 zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität sowie dem HPQ der WHO zur Erfassung von Gesundheit und Arbeitsleistung.

### **Fallbeschreibung:**

Bei der 70-jährigen Patientin bestanden seit dem Jahr 2010 progrediente, belastungsabhängige Schmerzen der rechten Kaumuskulatur, begleitet von rechtsaurikulären Schmerzen sowie Kopfschmerzen. Zudem zeigten sich systemische Symptome in Form von ungewolltem Gewichtsverlust, Leistungsminderung und einer zunehmenden Verschlechterung des Allgemeinzustands. Aufgrund der vorliegenden Beschwerden suchte sie über einen Zeitraum von zwei Monaten mehrere Zahnärzte, ihren Hausarzt, einen Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen sowie einen Hals-Nasen-Ohrenarzt auf. Es erfolgten laborchemische Untersuchungen, ein Rachenabstrich und eine Panoramaschichtaufnahme. Aufgrund des Verdachts auf das Vorliegen einer CMD wurde eine Schientherapie eingeleitet. Es trat keine klinische Besserung ein, vielmehr kam es zu einer deutlichen Progredienz der Beschwerden bis hin zur Einschränkung der Sprechfähigkeit. Nach einem Bewusstseinsverlust wurde die Patientin im August 2010 stationär aufgenommen. Die Duplexsonographie der hirnversorgenden Arterien zeigte rechts aurikulär ein typisches Halo-Zeichen. Die Biopsie der rechten A. temporalis superficialis bestätigte histopathologisch die Diagnose einer Riesenzellarteriitis. Eine im Jahr 2011 durchgeführte Magnetresonanztomographie zeigte zudem ausgeprägte Zeichen einer zerebralen Mikroangiopathie.

### **Therapie und Verlauf:**

Es erfolgte eine hochdosierte Glukokortikoidtherapie mit Cyclophosphamid-Pulsen, gefolgt von Methotrexat. Nach einem Rezidiv 2018 wurde auf Mycophenolat-Mofetil umgestellt, unter dem eine klinische Remission erreicht werden konnte. Die Analyse der direkten diagnostischen Gesundheitskosten ergab eine Gesamtbelastung von 3.744,56 Euro. Einkommensverluste bestanden aufgrund des Rentenstatus der Patientin nicht. Unter Therapie zeigte sich in der Erhebung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität mittels SF-36 im Vergleich zur Normpopulation eine überdurchschnittliche körperliche Summenskala (KSK-I: 54,47), während die psychische Summenskala unterhalb der Norm lag (PSK-I: 42,06).

### **Schlussfolgerung:**

Die Riesenzellarteriitis kann sich initial mit CMD-ähnlicher Symptomatik präsentieren. Bei therapierefraktärem Verlauf sollte eine interdisziplinäre Abklärung erfolgen. Behandelnden Zahnärzten kommt hierbei eine wichtige Rolle in der frühzeitigen Weiterleitung zu.

1. Wiemann S, Frenzel Baudisch N, Jordan RA, Kleinheinz J, Hanisch M. Oral symptoms and oral health-related quality of life in people with rare diseases in

Germany: A cross-sectional study. Int J Environ Res Public Health 2018;15:1493. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071493>.

2.Orphanet: Giant cell arteritis. Orpha.net o. J. <https://www.orpha.net/en/disease/detail/397> (zugegriffen 1. Februar 2026).

## **P62**

### **Fetale Alkoholspektrumsstörung in der Zahnärztlichen Praxis: Herausforderungen und Behandlungsansätze**

**Homberg L.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Uniklinik Köln, Köln, Deutschland**

Hintergrund:

Die Fetale Alkoholspektrumsstörung (FASD) ist eine der häufigsten, aber vollständig vermeidbaren Ursachen für Entwicklungsstörungen beim ungeborenen Kind. Neben den neurologischen und kraniofazialen Auffälligkeiten treten auch dentale Strukturveränderungen auf, die die zahnärztliche Behandlung erheblich erschweren können. Ferner spielen Verhaltensauffälligkeiten, wie Impulsivität, Hypersensibilitäten und Aufmerksamkeitsdefizitsyndrome eine wesentliche Rolle für einen Therapieerfolg.

Ziel:

Darstellung der pathophysiologischen Grundlagen und klinische Konsequenzen von FASD im zahnmedizinischen Alltag sowie Diskussion aktueller Forschungsergebnisse zu Zahnhartsubstanzveränderungen, Adhäsivtechniken und pharmakologischen Besonderheiten.

Methoden:

Selektive Literaturrecherche in PubMed und S3-Leitlinie (Zeitraum 2000-2025) zu FASD, Zahnentwicklung, Amelogenese, sowie dentalem Adhäsivverhalten. Ergänzend wurden klinische Beobachtungen aus der pädiatrischen Zahnheilkunde berücksichtigt.

Ergebnisse:

Kinder mit FASD zeigen signifikant erhöhte Schmelzdefekte (DDE, mean  $9.5 \pm 9.8$ ) und DMFT-Werte (mean  $2.8 \pm 2.4$ ) im Vergleich zur Kontrollgruppe ( $p = 0.001$ ). Ethanol, Acetaldehyd und freie Sauerstoffradikale behindern die Differenzierung von Ameloblasten und Odontoblasten. Konsekutiv führt dies zu Hypoplasien, Hypomineralisationen und erhöhtem Kariesrisiko. Diese Veränderungen beeinträchtigen den Haftverbund adhäsiver Restaurationen. Zudem werden mögliche pharmakologische Besonderheiten bei Lokalanästetika diskutiert.

Schlussfolgerung:

FASD erfordert ein modifiziertes, interdisziplinäres Behandlungskonzept in der Zahnheilkunde. Angepasste Adhäsivprotokolle, präventive Betreuung und Aufklärung

sind entscheidend für einen Behandlungserfolg. Weitere Forschung ist nötig, um Materialverhalten und Langzeitergebnisse bei FASD-Patient:innen zu evaluieren.

## **P63**

### **Digitaler Workflow zur Neueinstellung der Kieferrelation nach bignather Umstellungsosteotomie bei skelettaler Klasse III im unbezahnten Kiefer – Ein Fallbericht**

**Haas L.<sup>1</sup>, Bergler M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Universitätsklinikum Regensburg, Zahnärztliche Prothetik, Regensburg, Deutschland**

#### Hintergrund

Die Rehabilitation von Patient:innen nach bignather Umstellungsosteotomie stellt aufgrund veränderter skelettaler und okklusaler Verhältnisse eine funktionell und ästhetisch komplexe Herausforderung dar. Digitale Workflows ermöglichen hierbei eine verbesserte Präzision in der Planung und ein vorhersagbareres Ergebnis bei der Umsetzung.

#### Fallbericht

Eine Patientin stellte sich bei bestehender skelettaler Klasse III und totaler Zahnlosigkeit mit nicht haltenden, umgearbeiteten Coverdenture-Prothesen im Ober- und Unterkiefer vor. Für eine stabile prothetische Neuversorgung bei gleichzeitigem Wunsch nach Verbesserung des Gesichtsprofils entschied sich die Patientin für eine bignathe Umstellungsosteotomie. Im Anschluss erfolgte die prothetische Rehabilitation mittels digitalen Workflows unter Berücksichtigung der postoperativ eingestellten skelettalen Situation.

#### Digitaler Workflow

Nach analoger Funktionsabformung wurden die Meistermodelle digitalisiert. Mit Hilfe einer konventionellen Kieferrelationsbestimmung wurden ein 3D-Gesichtsscan durchgeführt und die digitalisierten Modelle gematcht. Die Aufstellung der Totalprothesen im Ober- und Unterkiefer erfolgte computergestützt. Die Prothesen wurden im Polyjet-Druckverfahren gefertigt und bei der Patientin eingegliedert.

#### Ergebnisse

Es konnte eine stabile, funktionell beschwerdefreie prothetische Rehabilitation der Patientin erreicht werden. Die Patientin empfindet das Resultat als ästhetisch sehr ansprechend und ist zufrieden mit der Versorgung. Der digitale Workflow ermöglichte eine präzise Übertragung der therapeutischen Zielposition in die chirurgisch neu eingestellten skelettalen und weichgewebigen Verhältnisse.

#### Schlussfolgerung

Die Implementierung von digitalen Prozessketten ermöglicht eine vorhersagbare Arbeitsweise bei der prothetischen Rehabilitation von Patient:innen. Dies ist auch bei

unbezahnten Patient:innen nach Neueinstellung der Kieferrelation mittels bignather Umstellungsosteotomie anwendbar und erlaubt eine strukturierte Umsetzung der prothetischen Planung bei häufig komplexen skelettalen Ausgangssituationen.

**P64**

### **Digitale Stiftabformung mit verschiedenen Intraoralscannern – Eine Laboruntersuchung anhand klinischer Fälle**

**Vogler S. M.<sup>1</sup>, Wöstmann B.<sup>1</sup>, Vogler J.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, Zentrum für ZMK-Heilkunde - Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Gießen, Deutschland**

**Fragestellung:** Stiftaufbauten sind eine häufige Therapieoption bei endodontisch behandelten Zähnen mit einem hohen Grad an koronaler Zerstörung. In den vergangenen Jahrzehnten wurden hierfür entweder individuell gegossene Stiftaufbauten oder konfektionierte Stifte mit einer Aufbaufüllung verwendet. Beide Varianten haben jedoch Limitationen, weshalb in der jüngeren Vergangenheit vermehrt Intraoralscanner zur Herstellung von CAD/CAM Stiftaufbauten aus modernen Werkstoffen zum Einsatz kommen. Die digitale Stiftabformung ist jedoch nicht trivial und es zeigen sich signifikante Unterschiede in der Scanbarkeit des aufbereiteten Wurzelkanals mit verschiedenen Scansystemen, da das Licht jeden Bereich des aufbereiteten Wurzelkanals erreichen muss. Das Ziel dieser Laborstudie ist es daher die Lichtintensität im apikalen Bereich der Stiftaufbereitung mit der Scanbarkeit der Präparation in Bezug zu setzen. Hierdurch soll eine Quantifizierung vorgenommen werden, inwieweit die untersuchten Intraoralscanner (Primescan, Trios 5 und Medit i700) für eine digitale Stiftabformung geeignet sind.

**Methoden:** Anhand 50 klinischer Fälle wurde jeweils ein Modell gedruckt, dessen Sockel auf den Sensor eines Luxmeters passte. Hierdurch wurde die Lichtintensität im apikalen Bereich während der digitalen Stiftabformung mit den drei unterschiedlichen Intraoralscannern gemessen. Zudem wurde die Vollständigkeit der digitalen Abformung ausgewertet und die Ergebnisse verglichen.

**Ergebnisse:** Zwischen den untersuchten Intraoralscannern bestanden signifikante Unterschiede sowohl hinsichtlich der gemessenen Lichtintensität, als auch in Bezug auf die Vollständigkeit der digitalen Stiftabformung. Primescan zeigte in dieser Untersuchung die besten Voraussetzungen für eine digitale Stiftabformung, gefolgt von Trios 5 und Medit i700.

**Schlussfolgerung:** Die hohe Lichtintensität sowie das große Sichtfenster an der Scanspitze bei Primescan scheinen einen Vorteil bei der Verwendung für digitale Stiftabformungen zu haben.