

Aus dem
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Westdeutsche Kieferklinik
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Direktor: Univ.-Prof. Dr. U. Stüttgen

Die Wirkung verschiedener Prophylaxeinstrumente auf die Oberfläche von galvanokeramischen Kronen

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der
Zahnmedizin
Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf

vorgelegt von

Falk Franke

2004

Als Inauguraldissertation gedruckt
mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

gez.: Univ.-Prof. Dr. med. Wolfgang Raab
Dekan
Referent: Univ.-Prof. Dr. Stüttgen
Koreferent: Univ.-Prof. Herforth

INHALT

1. EINLEITUNG	1
1.1. Allgemeine Einleitung	1
1.2. Spezielle Einleitung	2
1.2.1. Galvanoforming	2
1.2.2.. Zur Notwendigkeit der professionellen Reinigung galvanokeramischer Kronen	4
1.2.3. Prophylaxemethoden	6
1.2.4. Spezielle Problemstellung dieser Arbeit	7
2. MATERIAL UND METHODE	8
2.1. Kronenherstellung	8
2.2. Vorversuche	9
2.3. REM-Messung	11
2.4. Hauptversuche	12
2.4.1. Anwendung der Reinigungsinstrumente	12
2.4.2. Bearbeitungsdauer	14
2.4.3. Durchführung der Untersuchung	14
2.4.4. Statistische Methodik	15
3. ERGEBNISSE	17
3.1. Klinische Ergebnisse	17
3.2. REM-Ergebnisse	18
3.2.1. 30 Sekunden Bearbeitung bzw. 30 vertikale und 30 horizontale Bewegungen	18
3.2.2. 4,5 Minuten Bearbeitung bzw. 128 vertikale und 128 horizontale Bewegungen	22

3.3. Ergebnisse der statistischen Analyse	26
3.3.1. Rohdaten	26
3.3.2. Ergebnisse	27
3.3.2.1. <i>Übereinstimmung der Bewerter</i>	27
3.3.2.2. <i>Ergebnisse je Behandlung und Zeit</i>	28
3.3.2.3. <i>Prüfung der Signifikanz von Unterschieden (nach Instrument und Bearbeitungsdauer)</i>	31
3.3.2.4. <i>Generelle Unterschiedsprüfung von Instrumenten</i>	35
4. DISKUSSION	37
5. ZUSAMMENFASSUNG	42
6. HERSTELLERVERZEICHNIS	43
7. LITERATURVERZEICHNIS	44
8. DANKSAGUNG	50

1. EINLEITUNG

1.1. Allgemeine Einleitung

Die nahezu unüberschaubare Vielfalt von Legierungen auf dem heutigen Dentalmarkt verunsichert Zahnärzte und Patienten gleichermaßen, denn es ist bekannt, dass Unverträglichkeiten auf bestimmte Legierungsbestandteile zu Krankheiten in der Mundhöhle oder des ganzen Organismus führen können [2, 64, 65].

Es wird diskutiert, ob eine eventuell chronische Belastung des Organismus mit einer toxisch wirkenden Substanz zur Schädigung und damit verbundenen Verminderung der Lebensqualität führt [42].

Diesen Erkrankungen liegt häufig ein korrosives Geschehen am metallischen Zahnersatz zugrunde, bei dem Legierungsbestandteile als Ionen in Lösung gehen und zu lokalen physiologischen oder aber auch pathologischen Reaktionen im Zahnfleischsulcus führen können [23, 35, 39, 67].

Dieser korrosive Angriff findet dabei immer lokal und ohne die Wirkung eines galvanischen Partners statt, so dass auch von Lochfraß oder Spaltkorrosion die Rede ist und nicht, wie oft fälschlicherweise beschrieben, von einem galvanischen Element [66, 68, 70, 71].

Ein anderer Aspekt in der Zahnmedizin ist der zunehmende Ästhetiktrend. Wichtiger denn je ist es für die Patienten – sowohl für ihre berufliche Laufbahn als auch im privaten Bereich – makellose Zähne zeigen zu können. Schauspieler, Models und andere Prominente bestimmen auch hier das Schönheitsideal der Gesellschaft.

Schlussfolgerung dessen wäre, ausschließlich vollkeramische Kronen- und Brückenprothetik einzugliedern, was sich aus funktionellen Gründen aber meist verbietet.

Im Bestreben, biologische und ästhetische Anforderungen zu vereinen und eine hohe Funktionalität zu garantieren, hat sich das Galvanoforming als Herstellungsverfahren für dentale Restaurationen etabliert [9, 10, 27, 30, 51, 52, 53, 54, 57, 69].

Biokompatibilität wird garantiert durch die Verwendung nur eines Metalls, das sich außerdem durch einen hohen Reinheitsgrad auszeichnet.

Die hohe Ästhetik ist u.a. dadurch bedingt, dass durch den warmen Goldton der Gerüste und der dicken Keramiksicht eine besonders natürliche Farbgebung möglich ist [10, 30].

In verschiedenen Studien wurde die besondere Langlebigkeit galvanokeramischer Kronen bei richtiger Indikationsstellung und entsprechender Präparation beschrieben [8, 11, 12, 16, 25, 29, 53].

Der dauerhafte Erfolg einer prothetischen Arbeit hängt jedoch wesentlich von einer langfristig entzündungsfreien Gingiva sowie einem gesunden Parodont ab [32, 41, 61, 62].

Eine wesentliche Bedeutung kommt dabei der Mundhygiene seitens des Patienten und dem regelmäßigen Recall zu. Der Zahnarzt bzw. die Dentalhygienikerin übernehmen hierbei den Part der professionellen Zahnreinigung inklusive Zahnstein- und Konkremententfernung. Ihnen stehen dafür verschiedene Reinigungsmöglichkeiten und – geräte zur Verfügung.

Inwiefern man damit jedoch Schäden an der Keramik der Galvanokrone hervorruft, ob diese eventuell so beschädigt werden kann, dass es in der Folge sogar zu Defekten in der Keramik kommt, soll Thema dieser Untersuchungen sein.

Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit ist somit, welches Reinigungsinstrument unter klinischen Gesichtspunkten die geringste Oberflächenzerstörung verursacht.

1.2. Spezielle Einleitung

1.2.1. Galvanoforming

Galvanoforming ist ein Teilgebiet der Galvanotechnik, und diese wiederum gehört in den Bereich der Elektrochemie.

Man versteht darunter die elektrolytische Abscheidung von Metallüberzügen zur galvanoplastischen Herstellung von Metallgegenständen.

Bei der Galvanoplastik werden dicke Metallschichten auf einem Werkstück abgeschieden. Die Besonderheit der Galvanoforming liegt darin, dass die galvanisierte Metallschicht vom Werkstück durch chemisches Auflösen oder durch mechanisches Trennen entfernt wird und so einen freitragenden Körper entstehen lässt [10].

Technische Grundlage des Galvanoformings wie der Galvanotechnik ist das Prinzip der Elektrolyse.

Benötigt wird dazu eine wässrige Metallsalzlösung, der sogenannte Elektrolyt, in dem die Metalle als Ionen vorliegen. In dieser Lösung befinden sich Kathode und Anode, es liegt somit Gleichstrom an. Dieser gewährleistet, dass alle Reaktionen immer in gleichbleibender Richtung ablaufen.

Am Übergang Elektrode zu Elektrolyt laufen die chemischen Vorgänge Reduktion (Elektronenaufnahme) und Oxydation (Elektronenabgabe) ab.

Das zu beschichtende Werkstück ist an den negativen Pol dieser Gleichstromquelle angeschlossen und stellt somit die Kathode dar.

Dem Elektrolyten wird kontinuierlich eine metallische Lösung zugeführt; er enthält somit das in Ionen aufgespaltene Salz des Metalls, welches auf dem Werkstück abgeschieden werden soll. Die positiv geladenen Metallionen wandern nun zur Kathode, also dem Werkstück, und lagern sich darauf ab. Somit entsteht der Metallüberzug [17].

In Abbildung 1 ist schematisch vereinfacht der Vorgang der Elektrolyse dargestellt.

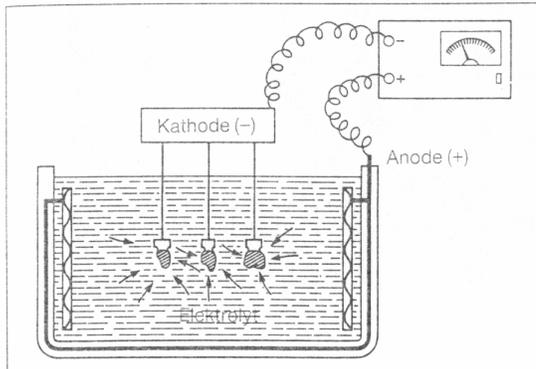


Abb. 1 : Schematische Darstellung der Elektrolyse [aus: 26]

Beim Galvanoforming speziell muss nun das elektrolytisch abgeschiedene Metall vom Werkstück, also dem Modell, abgetrennt werden. Dafür kommen sowohl lösliche als auch unlösliche Modellmaterialien zum Einsatz. Die AGC-Technik [L] benutzt lösliche Gipsduplikatstümpfe, das Helioforming [A] unlösliche Polyurethanstümpfe.

Eine Vorbehandlung der Metallmodelle verhindert, dass sich das abgeschiedene Gold mit der Oberfläche des Metallstumpfes verbindet. Nichtleitende Materialien wie Gips bzw. Kunststoff müssen dagegen erst leitend gemacht werden, damit sich im Elektrolyten Metall auf dem Modell abscheidet. Dazu wird eine feine Leitsilberschicht auf die Oberfläche der Duplikatstümpfe aufgetragen, die gleichzeitig als Stromleiter und Trennschicht fungiert [10].

Bei metallischen Schichtstärken von 0,1 bis 0,4 mm der so entstehenden Kronengerüste ist gewährleistet, dass die abgeschiedene Schicht Metall beim Trennen einen eigenen Körper darstellt und nicht in sich zusammenfällt [22] und entsprechend der verschiedenen Indikationen weiter verarbeitet werden kann. Das bei der Herstellung der Kronen verwendete Gold ist unter den Bedingungen der Mundhöhle korrosionsfrei, bildet keine Oxide bei der Verblendung und enthält weder Poren noch Lunker. Daher sind Galvanokronen als biokompatibel zu bezeichnen [50].

Das bei der Elektrolyse abgeschiedene Gold besitzt einen Feingehalt von mindestens 99,7%, üblicherweise jedoch bis 99,99%, (dieser Wert beträgt bei gegossenem Feingold ca. 97%). Seine Härte ist mit 130 HV nach dem Galvanisieren etwa viermal so groß wie die gegossenen Feingoldes, sinkt dann nach dem keramischen Brand auf ca. 30 HV ab [50].

Klinische Untersuchungen von KLETT und HORNIG [27] sowie GILDE et al. [16] ergaben eine gute Belastbarkeit von Galvanokronen. SETZ et al. bescheinigten einen Randschluss von weniger als 20µm [51].

Galvanokeramische Kronen zeigen ähnliche Defektraten wie herkömmliche metallkeramische Kronen aus gegossenen Metallgerüsten [50].

Anfangs war die Galvanotechnik wegen der feinen Metallstruktur aus Feingold in einer Dicke von 0,2mm auf Einzelkronen sowie Inlays und Onlays beschränkt.

Doch auch kleinere Brückenarbeiten mit Galvanotechnik sind akzeptabel und klinisch zu verantworten [6, 30, 69]. Es wird aber maximal die dreigliedrige Brücke empfohlen [21, 30] mit der zuvor gelöteten und eingeklebten Zwischengliederkonstruktion. Der Einsatz von kurzen einspannigen Brücken, mehrspannigen Brücken mit kurzen Spannweiten und Brücken mit zwei Brückengliedern maximal wird als erfolgreich beschrieben [10, 30].

Eine weitere umfangreiche Einsatzmöglichkeit der Galvanotechnik stellen die Teleskoparbeiten dar. Es werden sowohl Sekundär- als auch Primärteleskope erfolgreich verwendet [8,69] sowie implantatgetragener Zahnersatz hergestellt [6, 10, 69]. Die Sekundärteile überzeugen dabei durch den geringen Platzbedarf und der Passung der Sekundärkonstruktion, außerdem ist der Randschluss der Primärteleskope nahezu perfekt. Durch die galvanoforme Gerüsterstellung können der Materialverbrauch und somit die Kosten deutlich gesenkt werden [9, 57].

Die Stumpfpräparation zur Aufnahme einer Galvanokrone sollte entweder mit ausgeprägter Hohlkehle oder einer Stufenpräparation mit abgeschrägter Innenkante erfolgen [10]. Letztgenannte Präparationsform wird überwiegend bei galvanokeramischen Kronen mit freier Keramikschulter angewandt. Zur Zementierung der Kronen wird Phosphatzement mit einer Korngröße unter 25 µm empfohlen. Dabei ist darauf zu achten, dass das Kronengerüst wegen der guten Passgenauigkeit nur gründlich mit Zement ausgestrichen, aber nicht aufgefüllt wird [10].

1.2.2. Zur Notwendigkeit der professionellen Reinigung galvanokeramischer Kronen

Ein dynamisches Gleichgewicht zwischen der parodontalen Mikroflora und dem Wirtsorganismus ist die Voraussetzung für klinisch-parodontale Gesundheit, die durch nur geringfügige entzündliche Veränderungen des gingivalen Saumgewebes gekennzeichnet ist.

Mangelhafte Kontrolle der Ansammlung von Mikroorganismen durch unzureichende Plaque- oder Konkremententfernung führt durch die stark erhöhte Menge an Bakterien und durch deren erhöhte Virulenz zu einer Störung des Gleichgewichtes zwischen Wirt und Mikroflora.

Solche Verschiebungen im Gleichgewicht der Mikroflora verursachen vorübergehende Episoden mit geweblichem Abbau und führen auf lange Sicht zu einer kumulativen Schädigung des parodontalen Halteapparates [37].

Diese Erkenntnisse über die Effekte der Plaque auf das gingivale Gewebe führten zum Bestreben, mit entsprechender Oberflächenbehandlung die Akkumulation von bakterieller Plaque niedrig zu halten.

Bei prothetischen und restaurativen Maßnahmen kommt es zusätzlich zu einer Veränderung der natürlichen Topographie der Zähne, womit eine eventuelle Erschwernis der Selbstreinigung durch Zunge und Speichel verbunden sein kann [55].

Mehr als 80% aller fest eingegliederten restaurativen Arbeiten sind aus parodontologischer Sicht nicht optimal. So weisen Füllungen oft über- oder unterschüssige, Kronen dagegen abstehende Ränder durch unsachgemäße Präparation oder fehlerhafte zahntechnische Gestaltung auf [41]. Dies sind Stellen, an denen sich die Plaque schneller anheften kann als an glatte Zahnoberflächen und sich Bakterien ohne wesentliche Beeinflussung durch übliche orale Hygienemaßnahmen schneller vermehren können [62]. Da Kronenränder meist im Zahnfleischsulkus zu liegen kommen, entstehen dort häufig gingivale Entzündungen. Auch die fehlerhafte Gestaltung von Randwulst und Kontaktflächen führt zur Retention gröberer Speisereste, die wiederum die Plaqueablagerung fördern; andererseits wird häufig der Interdentalraum durch Rekonstruktionen verschlossen, die Papille verdrängt und somit die Interdentalhygiene unmöglich gemacht [44]. Unzureichende prothetische Maßnahmen greifen somit indirekt in die Ätiologie destruktiver Parodontalerkrankungen ein und sind am Ende häufig der Grund von Extraktionen [62].

Entscheidend für eine optimale Biokompatibilität restaurativer Maßnahmen ist außerdem eine glatte Oberfläche. Rauigkeiten unterstützen die Plaqueretention und irritieren das angrenzende Weichgewebe. Die glatte Oberfläche glasierter Keramik minimiert dagegen die Akkumulation von Zahnbelägen und kann damit das Entstehen von gingivalen Entzündungen reduzieren [18].

SIMONIS et al. [54] fanden heraus, dass an galvanokeramischen Kronen eine deutlich niedrigere Plaqueanlagerung stattfindet als an Kronen aus anderen Materialien, der Plaqueindex sogar noch unter dem gesunder Vergleichszähne liegt.

Doch bei Galvanokronen liegen bei infragingivaler Präparation üblicherweise Keramik und Goldrand im Zahnfleischsulkus. Beide Materialien sind damit dem Wirken von Handscalern, Küretten und Ultraschallreinigern ausgesetzt. Diese Instrumente können eine Oberflächenverschlechterung des Metalls hervorrufen, welche dann wiederum die Retention von Plaque begünstigt und damit den gleichen Effekt auf das Gingivagewebe ausübt wie ein mangelhafter Randschluss.

Und auch bei größter Beachtung aller parodontologischer Anforderungen ist der Langzeiterfolg einer prothetischen Maßnahme entscheidend von der Motivation des Patienten abhängig, eine optimale Mundhygiene zu betreiben, denn eine konsequente und regelmäßige Entfernung der bakteriellen Plaque bewahrt die Gingiva vor dem Auftreten von Entzündungen und der damit verbundenen Zerstörung des gesamten Zahnhalteapparates [33].

1.2.3. Prophylaxemethoden

Die zahnärztlichen Mundhygienemaßnahmen umfassen die Entfernung von bakteriellen Schlupfwinkeln und iatrogenen marginalen Irritationen, die Beseitigung grober Okklusionsstörungen und nicht zuletzt die Entfernung von supra- und subgingivalem Zahnstein und Plaque. Letzteres gehört zu den wichtigsten parodontaltherapeutischen Maßnahmen überhaupt, allein dadurch kann ein Hauptsymptom von Gingivitis und Parodontitis - die Entzündung und Blutung des Sulkus - weitgehend reduziert werden [44].

Es stehen dem Zahnarzt zur professionellen Reinigung und Belagsentfernung verschiedene Instrumentarien und Methoden zur Verfügung: Scaling und Wurzelglättung mit Handinstrumenten, Ultraschall- und Schallreinigung, druckluftbetriebene Flüssigkeitsstrahlgeräte und die Gummikelchpolitur [58].

Zu Beginn der Behandlung wird empfohlen, die weichen Beläge mit Reinigungspaste und Bürstchen zu entfernen. Außerdem werden durch die Benutzung eines Pulverstrahlgerätes Verfärbungen an den Zähnen beseitigt. Durch beide Maßnahmen kommt die Zahnoberfläche besser zur Darstellung und vorher verfärbte Flächen müssen eventuell gar nicht mehr instrumentell behandelt werden [44].

Zur Entfernung von supra- und subgingivalem Zahnstein benutzt man die verschiedensten Scaler und Küretten. Dabei ist zu beachten, dass diese Instrumente absolut scharf sein müssen, nach einer systematischen Zahnsteinbehandlung sollen sie mit speziellen Schleifsteinchen wieder brauchbar gemacht werden [20, 44].

Die Kürettage selbst umfasst die Beseitigung sämtlicher subgingivaler Konkremente, oberflächlichen nekrotischen Zements, des in der Tasche vorhandenen Granulationsgewebes, sowie des inneren Taschenepithels. Ziel der Kürettage soll die Reduktion der Tasche unter Bildung eines neuen bindegewebigen Attachements sein [19].

Zur Zahnsteinentfernung haben sich die Ultraschallgeräte mehr und mehr durchgesetzt. Bei diesen Apparaturen werden die Instrumentenköpfe in hochfrequente Schwingungen versetzt. Im Gegensatz zu den Handinstrumenten werden die Ultraschallgeräte ohne Druck über die Zahnflächen geführt. Die Arbeit erfolgt unter ständiger Wasserberieselung, um Überhitzungen zu vermeiden. Der Vorteil dieser maschinellen Methode liegt in der zeitsparenden und ermüdungsarmen Arbeitsweise [28].

Vergleichende Untersuchungen zwischen Handinstrumenten und Ultraschallreinigern haben keine Unterschiede bezüglich der Entzündungsreduktion an der Gingiva gezeigt. Beide werden zusätzlich verwendet, um subgingivalen Zahnstein und harte Beläge von der Wurzeloberfläche zu entfernen [28, 59]. Ein Nachteil des Ultraschallgerätes allerdings ist die ungenügende Möglichkeit der Entfernung nekrotischer, weicher Gewebeschichten. Es ist daher eher ein Hilfsmittel zur Zahnsteinentfernung als zur subgingivalen Kürettage [44].

Nach jeder Zahnsteinentfernung sollte eine Politur mit Bürste oder Gumminäpfchen und Polierpaste erfolgen [20, 44].

1.2.4. Spezielle Problemstellung dieser Arbeit

In verschiedenen Arbeiten wurde der Effekt von Prophylaxeinstrumenten auf Metalle der Metallkeramikkrone [4], Porzellan [7, 31, 60], verschiedene restaurative Materialien [34] und verschiedene Implantatoberflächen [3, 14, 36, 38, 40, 56, 58] und natürliche Zähne [1, 45, 59, 63] dargestellt. Die Wirkung auf Galvanokronen und deren Goldrand wurde bisher noch nicht beschrieben.

Deshalb liegt in der vorliegenden Arbeit das Hauptaugenmerk auf der Beeinflussung der Metall- und Keramikoberflächen durch das Wirken verschiedener Reinigungsinstrumente.

2. MATERIAL UND METHODE

2.1. Kronenherstellung

Um die Versuche durchführen zu können, wurden 34 galvanisierte Goldkronen angefertigt.

Der Kronenherstellung ging die Produktion von geeigneten Stümpfen voraus.

Ein konfektionierter Prämolarenstumpf aus Aluminium diente als Basis für alle benutzten Stümpfe. Seine Präparation wies eine ausgeprägte Hohlkehle auf, um die Einwirkung der Reinigung auf den damit sichtbaren 0,2 mm breiten Goldrand und die Keramikoberfläche untersuchen zu können.

Dieser Ausgangsstumpf wurde in der CNC-Maschine EMCO-Turn 140 [B] gescannt und seine Werte digital gespeichert. Somit konnten aus Aluminiumstümpfen 34 gleiche Prämolarenstümpfe gefräst werden, deren Einheitlichkeit garantiert war.

In einem gewerblichen zahntechnischen Labor (Dentaltechnik Löring, Witten) wurde jeder Aluminiumstumpf mit AGC-Dubligum-2-Komponenten Masse [L] dupliert und aus Fujirock Superhartgips Klasse 4 [C] Gipsstümpfe hergestellt. Diese konnten nun mit AGC Leitsilberlack [L] beschichtet werden. Unterhalb des Randes des Leitsilbers nahm eine kleine Bohrung im Gipsstumpf einen dünnen vorgeschrumpften AGC Kupferstab [L] auf, der eine Verbindung zum Silberlack erhielt. So vorbereitet gelangten die Kronen ins Galvanisiergerät AGC Micro [L]. Hier erfolgte die Herstellung der Galvanokäppchen mit AGC Galvanogold [L] mit einer maximalen Schichtstärke von 0,2 Millimetern. Dieser Prozess dauerte rund sieben Stunden.

Nach dem Galvanisierungsprozess wurde der Kupferdraht entfernt, der entstandene Rohling vom Rand her eingekürzt und Gipsreste mit einem speziellen Gipsentferner [L] beseitigt. Zur Neutralisation störenden Leitsilberlacks kam 20-70 %-ige Salpetersäure [L] zum Einsatz. Für eine bessere Haftung wurden die Verblendflächen der Goldgerüste bei 2 bar sandgestrahlt.

Darauf erfolgte die Keramikbeschichtung der Kronen mit Wieland Design Keramik Imagine[®] h.e. der Farbe A3 [L]. Es sollte dabei eine vereinfachte Prämolarenkrone simuliert werden, ohne besondere Farb- oder Formgestaltung. Lediglich auf die Darstellung der vier zu bearbeitenden Flächen (zwei Approximalflächen, eine orale und vestibuläre Fläche) wurde Wert gelegt.

Die Schichtstärke der Keramik betrug 1 Millimeter, zum Kronenrand hin dünn auslaufend.

Begonnen wurde mit einem zweiminütigen Opakerbrand bei 850°C, dem sich ein zweiter bei 830°C für ebenfalls zwei Minuten anschloss. Zwei Dentinbrände bei jeweils 770°C bzw. 765°C über je eine Minute, sowie ein einminütiger Abschluss- bzw. Glanzbrand bei 745°C, allerdings ohne Glasurmasse, beendeten den Brennvorgang.

Nun konnte Phosphatzement (normalhärtend) [D] nach Herstellervorschrift angemischt werden, um die fertigen Kronen damit auf ihren jeweiligen Stumpf zu zementieren.

2.2. Vorversuche

In Vorversuchen sollten verschiedene Einzelheiten der späteren Versuchsdurchführung geklärt werden.

Eine erste Untersuchung galt der Reinigung der Krone nach der Zementierung auf den dazu gehörigen Stumpf, um eine Verschmutzung der für die Untersuchung wichtigen Bereiche der Kronen (Übergang von Goldrand zur Keramikverblendung) mit Zementrückständen zu vermeiden.

Dazu wurde eine frisch zementierte Krone mit einem scharfen Wasserstrahl so gereinigt, dass eine klinisch saubere Oberfläche zu erkennen war. Das bestätigten Beobachtungen mit dem Rasterelektronenmikroskop Philips SEM 515 [J] bei einer 50-fachen Vergrößerung.

Die Reinigung der Kronen nach instrumenteller Bearbeitung erfolgte in Anlehnung an ähnliche Versuchsaufbauten mit Azeton [15].

Zusätzlich zu den 32 Versuchskronen wurden noch zwei Kronen ohne Abschlussbrand (Glanzbrand ohne Glasurmasse) hergestellt. An ihnen sollte ein möglicher Unterschied zu den Versuchskronen bezüglich der Oberflächenveränderung nach Bearbeitung mit Prophylaxeinstrumenten untersucht werden. Es stellte sich heraus, dass zwar die Oberfläche der beiden Kronen ohne Glanzbrand rauer war, jedoch bei der Beschädigung der Kronenoberfläche nach der Behandlung kein Unterschied bestand; Anzahl und Art der Brände also keinen Einfluss auf das Ergebnis hatten.

Ein weiterer Punkt bei den Vorversuchen war die Frage nach der Dauer der Goldbedampfung (Besputterung) der Kronenoberfläche zur Sichtbarmachung im REM.

Dazu wurde eine Krone in 5-minütigen Intervallen bedampft und danach jeweils unter dem REM betrachtet. Bei der Verwendung des Gerätes SEM coating unit E 5100 [K] erwies sich eine Zeit von 15 Minuten als ausreichend, um auswertbare Bilder zu erhalten.

Die wichtigste Fragestellung der Vorversuche war jedoch, wie groß die sinnvollste Vergrößerung am REM sein sollte, die den Bewertern die aussagekräftigste Beurteilung ermöglichte.

Die Angaben in der Literatur reichen dabei von 20-facher [56] bis 3000-facher [38] Vergrößerung.

Im vorliegenden Versuch bot die 150-fache Vergrößerung die optimalsten Auswertungsmöglichkeiten, da die bearbeitete Fläche ein relativ großes Areal auf dem Bildschirm des REM und damit das gesamte Bild der Kontaktbögen einnahm. Höhere Auflösungen reichten nur zur Betrachtung eines Ausschnitts, was aber die Vergleichbarkeit der Flächen eingeschränkt hätte.

Bei den Vorversuchen stellte sich ebenfalls heraus, dass der Standard-Objektträgertisch des Mikroskops die aufzementierten Kronen zwar gut aufnimmt, aber dabei eine optimale Abtastung des Kronenrandes mit dem Elektronenstrahl nicht gewährleistet war. Es musste also ein Adapter hergestellt werden, der den gewünschten Einfallswinkel des Elektronenstrahls von 90° auf die bearbeitete Fläche zuließ (Abb. 2).

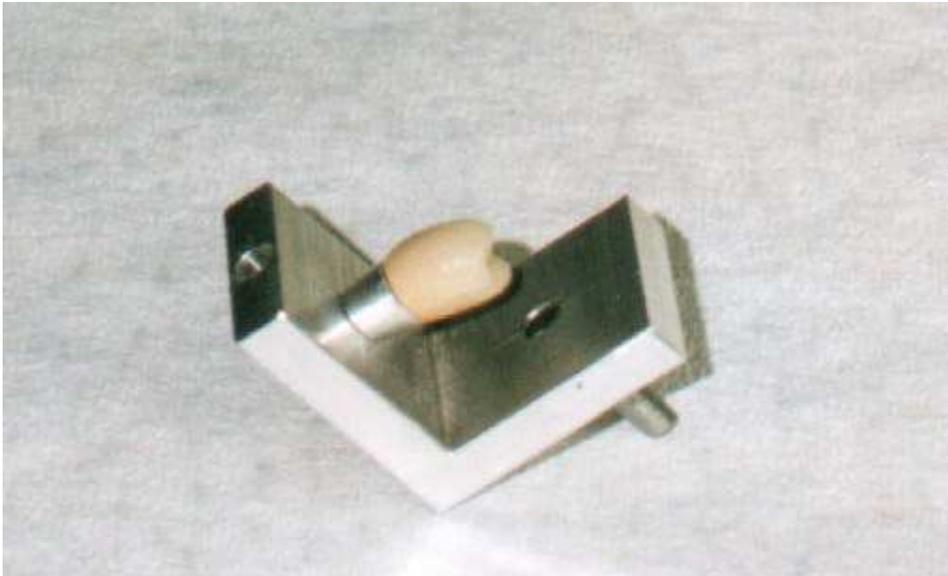


Abb. 2 : Adapter mit fixierter Krone

Der Adapter-Aluwinkel erhielt eine Aufnahmebohrung für die Krone mit Fixierungsmöglichkeit durch eine Madenschraube. Der Objektträgertisch des REM konnte bei geschlossener Messkammer von außen mittels Stellreglern verschoben oder gedreht werden. Mit der Verwendung des Adapters wurde allerdings die Beweglichkeit der Krone eingeschränkt, so dass nach jeder Messung die Kammer geöffnet und die nächste bearbeitete Fläche in den Elektronenstrahl gedreht werden musste (also viermal pro Krone). Das verlängerte zwar den Messprozess deutlich, da ständig das nötige Vakuum in der Messkammer des Mikroskops auf- bzw. abgebaut werden musste. Als Resultat dieses Mehraufwandes entstanden jedoch sehr schöne scharfe Bilder, die mit der im Mikroskop eingebauten Rollfilmkamera aufgenommen wurden.

2.3. REM-Messung

Für die Messung der Veränderungen auf der Keramikoberfläche der Kronen wurde das Rasterelektronenmikroskop Philips SEM 515 [J] benutzt (siehe Abb. 3).



Abb. 3 : Philips SEM 515

Die verwendete Beschleunigungsspannung der Elektronen betrug 25 KV. Erreicht wurde dies durch eine Spannungsdifferenz zwischen Elektronen liefernder Katode und dem Prüfkörper, der als Anode fungierte. Der entstehende Elektronenstrahl passierte mehrere magnetische Linsensysteme, bis er im rechten Winkel auf den zu beurteilenden Bereich der Krone prallte. Dort emittierte er Sekundärelektronen aus der Oberfläche des Prüfkörpers (Krone). Diese wiederum wurden im Winkel von 90° abgesaugt und trafen auf einen Szintillator. Dieser wandelte die Sekundärelektronen in Photonen um, welche nun von einem Photonen-Verstärker zu einem brauchbaren elektrischen Signal am Bildschirm verbessert wurden. Dazu parallel gibt es am SEM 515 die Möglichkeit, das am Bildschirm sichtbare Bild fotografisch festzuhalten. Hierzu kamen Rollfilme PanF 50 (50 ASA) [G] zur Anwendung.

Da die Keramikoberfläche der Kronen eine elektrisch nichtleitende Schicht darstellt, können ohne Vorbehandlung keine Sekundärelektronen herausgelöst werden und es entstünde dementsprechend kein befriedigendes Bild der Oberfläche. Hierdurch käme es vielmehr zu Abbildungsartefakten, die in Form von hellen Flecken am Bildschirm sichtbar würden [43].

Um diese Störungen auszuschließen, wurden alle Kronen mit einer dünnen, im Nanometer-Bereich liegenden Goldschicht unter Vakuum bedampft. Verwendung fand die SEM coating unit E 5100 [K].

Dabei wurde bei einem Unterdruck von 0,1 Torr (laut Anzeige am Gerät) eine Gasentladung mit 20 mA erzeugt, wobei Argon als Trägergas benutzt wurde. Zwischen einer Goldfolien-Kathode und den Kronen, die als Anode fungierten, kam es so zu einer Spannungsdifferenz. Diesen Vorgang nennt man Sputtern.

Die so beschichteten Kronen wurden in einem eigens für sie hergestellten Adapter (Abb. 2) so auf dem Mikroskoptisch fixiert, dass der Elektronenstrahl auch garantiert im rechten Winkel auf die zu beurteilende Fläche traf.

Das Mikroskop konnte daraufhin geschlossen werden, ein Vakuum wurde erzeugt und die Feinjustierung der Krone von außen vorgenommen. Das Resultat war sofort am Bildschirm sichtbar.

Auf jeder Krone befanden sich vier Messstellen: Eine unbehandelte Kontrollfläche und drei mit jeweils einem der vier verschiedenen Instrumente bearbeitete Bereiche.

Es kam darauf an, genau den Übergang vom Goldrand der Krone zur Keramik im Bild festzuhalten, um später anhand der Fotos die Auswertung von zwei voneinander unabhängigen Beobachtern vornehmen zu lassen.

Nach der Entwicklung der Rollfilme wurden Kontaktabzüge jeder Fläche mit der Größe 6x7cm hergestellt, die zur Bewertung dienen sollten.

2.4. Hauptversuche

Ziel der Untersuchung war es, die unterschiedlichen Einflüsse von vier verschiedenen Prophylaxeinstrumenten auf die Oberflächen von galvanokeramischen Kronen zu ermitteln. Dabei sollte der Hauptschwerpunkt auf den anfälligsten und am meisten beanspruchten Bereich gelegt werden, den marginalen Randbereich der Krone. Beansprucht deshalb, weil die Keramik in diesem Bereich dünn ausläuft und anfällig aus dem Grund der stärksten Plaqueakkumulation in dieser Region.

2.4.1. Anwendung der Reinigungsinstrumente

Die vier ausgewählten Instrumente, Ultraschallscaler Sonosoft-Lux [H] mit Arbeitsende 9 (Abb. 4), Pulverstrahlgerät KaVo-Prophyflex 2 [H] (Abb. 5), Gracey-Kürette 5/6 [I] (Abb. 6) und Kunststoffscaler Hawe Neos 1350 Implant [E] (Abb. 7) zählen zu den gebräuchlichsten zahnärztlichen Prophylaxeinstrumenten.



Abb. 4 : Sonosoft-Lux



Abb. 5 : KaVo-Prophyflex 2



Abb. 6 : Gracey-Kürette



Abb. 7 : Hawe-Neos Kunststoffscaler

Es sollte untersucht werden, welches der Geräte am besten für die Reinigung von Galvanokronen geeignet ist, unter Berücksichtigung der Dauer der Einwirkung auf die Oberfläche der Krone.

2.4.2. Bearbeitungsdauer

Eine reine zeitabhängige Bearbeitungsdauer wurde bei Ultraschallscaler und Pulverstrahlgerät festgelegt, und zwar einmal 30 Sekunden und das andere Mal 4,5 Minuten.

Die kürzere Zeit stellt die Bearbeitungsdauer der Krone pro Jahr dar, bei angenommenen Recallintervallen von 3 Monaten und einer Einwirkzeit von rund 8 Sekunden pro Behandlung.

Eine Anwendungsdauer von 4,5 Minuten ist demnach vergleichbar mit einer Bearbeitungszeit im Rahmen einer Langzeitstudie von 8 Jahren.

Die Anwendung der Gracey-Kürette und des Kunststoffscalers erfolgte für den Einjahreszeitraum ebenfalls 30 Sekunden lang, während im Langzeitversuch 128 vertikale und 128 horizontale Reinigungsbewegungen auf der Keramikoberfläche abgezählt wurden, was ebenfalls einem 8-jährigen Prophylaxezeitraum bei vier Sitzungen pro Jahr entsprach.

Umgerechnet auf 30 Sekunden Bearbeitungszeit mit Gracey-Kürette und Kunststoffscaler bedeutete das 16 vertikale und 16 horizontale Bewegungen, also bei vier Sitzungen pro Jahr jeweils vier Reinigungsbewegungen pro Achse.

Um gleichmäßige und aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, mussten die Handinstrumente regelmäßig geschärft werden. Dies erfolgte von Hand mit einem Schleifstein [F] nach jeder 100. Bewegung. Auch die Bearbeitung der Kronen mit Ultraschallscaler und Air-Flow verlief vertikal und horizontal, wobei die Richtung jeweils nach 15 Sekunden bzw. nach 2,25 Minuten gewechselt wurde.

Der mit den Handküretten auf die Kronenoberfläche ausgeübte Druck konnte als klinisch gleichmäßig (immer derselbe Behandler) bezeichnet werden.

Das Arbeitsende 9 des Ultraschallgerätes wurde mit einem Anstellwinkel von 10°- 15° verwendet.

Der Abstand der Düse des Pulverstrahlgerätes zur Kronenoberfläche betrug 5 Millimeter.

2.4.3. Durchführung der Untersuchung

Die für die Versuche verwendeten Galvanokronen wurden wie im Kapitel „Kronenherstellung“ beschrieben gefertigt. Danach erfolgte die Zementierung mit Phosphatzement [J] auf dem jeweiligen Kronenstumpf. Das war nötig, um die Kronen während der Bearbeitung fest zu stabilisieren und möglichst klinische Bedingungen zu schaffen.

Die Entfernung von Zementrückständen erfolgte mit einem scharfen Wasserstrahl der Multifunktionsspritze der Behandlungseinheit. Anschließend erfolgte eine zusätzliche Reinigung der Kronen mit Azeton.

Jede Krone war in 4 Flächen eingeteilt: die bukkale, orale, mesiale und distale Fläche. Die orale Fläche blieb jeweils unbehandelt und diente als Kontrollfläche.

Pro Instrument und Zeitintervall wurden 4 Kronen bearbeitet, also insgesamt 32 Kronen (Abb. 8).



Abb. 8 : 32 „besputterte“ Kronen und 2 Kronen ohne Goldbedampfung

Es erfolgte zuerst die klinische Beurteilung der bearbeiteten Flächen mit bloßem Auge.

Danach wurden die einzelnen Flächen der Kronen unter dem Mikroskop betrachtet, wie es in Kapitel 2.2. beschrieben wurde.

Alle vier Flächen wurden einzeln fotografiert und anhand der Fotos von zwei unabhängigen Prüfern ausgewertet.

In Anlehnung an die Versuche von Thomson-Neal et al. [58] kam dabei eine 4-fache Abstufung mit folgender Bedeutung zur Anwendung:

- A.....so glatt wie Kontrollfläche
- B.....leicht raue Oberfläche
- C.....mittelraue Oberfläche und
- D.....extrem rauer als Kontrollfläche mit Zerstörung der Oberfläche

2.4.4. Statistische Methodik

Ziel der statistischen Auswertung war die graphische Darstellung der Befunde und die Wertung der Signifikanz von Unterschieden zwischen den einzelnen Reinigungsmethoden und –instrumenten mit ihren Wirkungen auf die Oberflächen der Galvanokronen.

Dafür standen im Rahmen der Studie insgesamt n=32 Kronen zur Verfügung. Diese wurden in acht Vierergruppen eingeteilt: Jedem der vier Instrumente kamen zwei Vierergruppen für die beiden Bearbeitungszeiten zu.

Von den vier Flächen jeder Krone fungierte eine Fläche als unbearbeitete Kontrollfläche, so blieben also drei auswertbare Flächen pro Krone. Es standen somit jedem Instrument pro Bearbeitungsdauer 12 Flächen zur Verfügung.

Insgesamt ergaben sich daraus 4x2x12 auswertbare Flächen.

Die Wirkung der Instrumente wurde durch zwei Beobachter beurteilt. Es wurde eine relationale Datenbank verwendet (Microsoft ACCESS 2000), um die Daten besser handhaben zu können. Die statistischen Berechnungen wurden mittels SPSS 9 erstellt [5].

Je nach Fragestellung wurden folgende Kennwerte angegeben:

- bei Häufigkeitsdaten waren dies stets absolute und relative Häufigkeiten
- bei metrischen Daten waren dies das arithmetische Mittel, die Standardabweichung als Maß für Variabilität und die Fallzahl.

Für die Auswertung kamen zwei statistische Rechenverfahren zur Anwendung:

Der Mann-Whitney-U-Test [46], explorativ eingesetzt, diente der Bewertung und dem Vergleich von Unterschieden zweier Gruppen in Parametern, die stetige Daten enthalten.

Der Korrelationskoeffizient nach Spearman zeigt die Korrelation von Bewertern, wobei keine Annahme hinsichtlich der Verteilungsform (z.B. Normalverteilung) gemacht werden muss.

Statistisch signifikante Korrelationskoeffizienten (als r bezeichnet) können wie folgt bewertet werden:

$r \geq 0.70$ hohe oder sehr gute Korrelation (ausreichend für Individualprädikation mit mäßigem Prädikationsfehler)

$r \geq 0.50$ gute Korrelation (ausreichend für Gruppenprädikation)

$r < 0.50$ moderate oder niedrige Korrelation (nicht ausreichend für eine Prädikation)

Dabei ist auch das Vorzeichen des Koeffizienten wichtig:

positiver Koeffizient $r > 0$: gleichläufiger oder „größer-größer“
Zusammenhang

negativer Koeffizient $r < 0$: gegenläufiger oder „kleiner-größer“
Zusammenhang

Wertebereich des Korrelationskoeffizienten: -1 bis +1 [46].

Explorativ berechnete statistische Signifikanzen werden stets mittels sogenannter p-Werte (probability-Werte) gekennzeichnet.

Der p-Wert bezieht sich auf eine Nullhypothese (z.B. „kein Zusammenhang“ oder „kein Unterschied“). Im vorliegenden Fall wurde zum einen angenommen, dass die zerstörende Wirkung bei allen Instrumenten gleich ist. Als zweite Annahme sollte gelten, dass die Dauer der Bearbeitung keine Rolle spielt. Beide Hypothesen vermutet man vorerst als wahr. Geringe p-Werte führen zur Ablehnung der

Nullhypothese und machen eine Alternative („signifikanter Zusammenhang“, „signifikanter Unterschied“) plausibel. Tabelle 1 zeigt einen Bewertungsmaßstab für die p-Werte.

Symbol	Irrtumswahrscheinlichkeit	Bedeutung
n.s.	$p > 0.05$	nonsignifikanter Unterschied zwischen Gruppen
*	$p \leq 0.05$	signifikanter Unterschied
**	$p \leq 0.01$	hochsignifikanter Unterschied
***	$p \leq 0.001$	hochsignifikanter Unterschied (gleiche Formulierung wie bei $p \leq 0.01$)

Tab. 1 : Kennzeichnung der explorativen Signifikanzen

3. ERGEBNISSE

3.1. Klinische Ergebnisse

Keine Unterschiede zur Kontrollfläche waren mit bloßem Auge bei den Kronen 9, 10, 11 und 12 (Bearbeitungsmodus: Kunststoff-Scaler 30 Sekunden) und 17, 18, 19 und 20 (Bearbeitungsmodus: Air-Flow 30 Sekunden) zu erkennen. Bei allen anderen Kronen waren Veränderungen auch ohne Vergrößerung sichtbar, wenn nicht direkt an der Keramik, so doch am Goldrand.

Die Kronen 17, 18, 19 und 20 (Bearbeitungsmodus: Air-Flow 30 Sekunden) und 21, 22, 23 und 24 (Bearbeitungsmodus: Air-Flow 4,5 Minuten) unterschieden sich dadurch, dass bei letzteren die matteren Oberflächen zu beobachten waren.

Die Kronen 25, 26, 27 und 28 (Bearbeitungsmodus: Gracey-Kürette 30 Sekunden) wiesen leichte Kratzspuren im Bereich des Goldrandes auf, während die Keramik bei den Kronen 29, 30, 31 und 32 (Bearbeitungsmodus: Gracey-Kürette 2x128 Bewegungen) teilweise kleine Absplitterungen aufwies.

Die Kronen 1, 2, 3 und 4 (Bearbeitungsmodus: Ultraschall-Scaler) wiesen schon nach 30 Sekunden leichte Deformationen in Form von Kerben am Goldrand auf. Die stärksten optisch erkennbaren Zerstörungen ließen sich an den Kronen 5, 6, 7 und 8 (Bearbeitungsmodus: Ultraschall-Scaler nach 4,5 Minuten) nachweisen. Dort kam es zu Rissbildungen und sogar zu Ausplatzungen in der Keramik.

3.2. REM – Ergebnisse

3.2.1. 30 Sekunden Ultraschall-/Air-Flow-Bearbeitung bzw. 30 vertikale und 30 horizontale Scaler-/Küretten-Bewegungen

Die Oberflächenveränderung beim Kunststoff-Scaler fiel am geringsten aus und konnte als nicht vorhanden beurteilt werden. Das spiegelte sich auch in der Bewertung der bearbeiteten Flächen wieder, die nur einmal mit „B“ (leicht raue Oberfläche) und alle anderen Flächen mit „A“ (so glatt wie Kontrollfläche) gewertet wurden (Abb. 10).

Auf den folgenden Bildern ist als dunkler oberer Teil die Keramik, als schmalere helle Fläche im unteren Bildteil der Goldrand dargestellt.

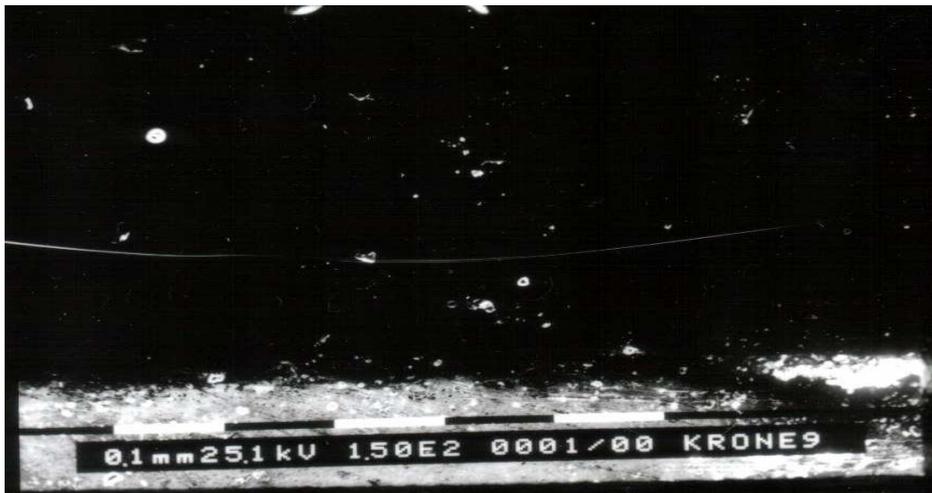


Abb. 9 : Kontrollfläche Krone 9 (Kunststoffscaler)

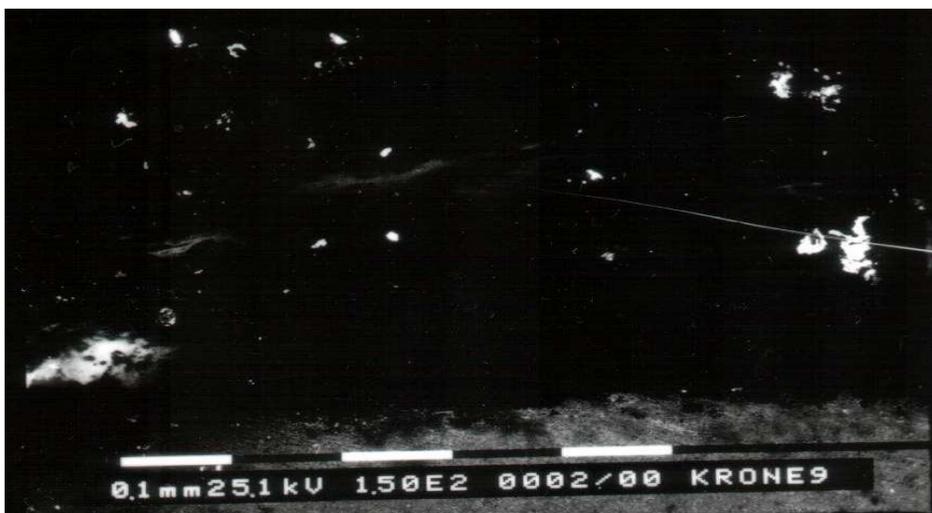


Abb. 10 : Bearbeitete Fläche Krone 9 (Kunststoffscaler 2x16 Bewegungen) ohne Schäden

Nach Air-Flow-Anwendung entstanden nur gering ausgeprägte Rauigkeiten auf dem Goldrand (Abb. 12). Außer einer Fläche, wie auf Abbildung 12 zu erkennen, die die Beurteilung „B“ wegen kleiner Grübchen auf dem Goldrand erhielt, konnten alle anderen bearbeiteten Bereiche mit „A“ bewertet werden.

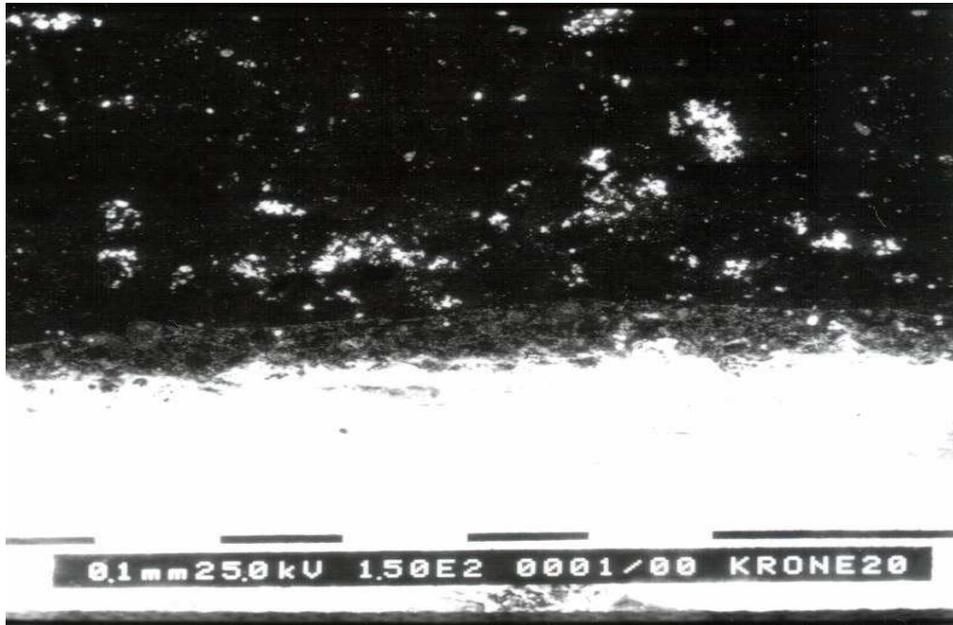


Abb. 11 : Kontrollfläche Krone 20 (Airflow)

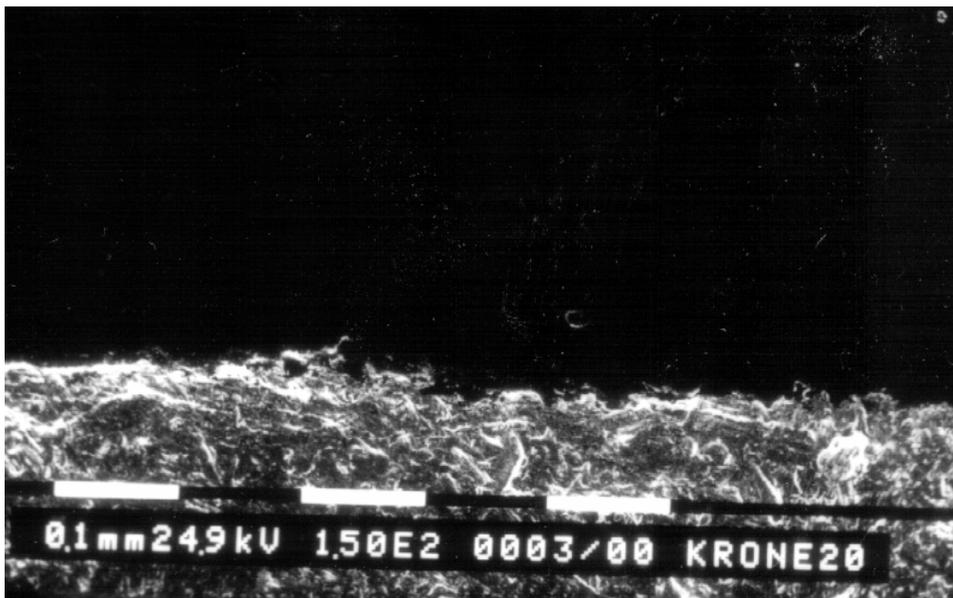


Abb. 12 : Bearbeitete Fläche Krone 20 (Airflow 30 Sekunden)

Die Gracey-Kürette verursachte einige Kratzspuren am Goldrand, aber auch eine leicht raue Keramikoberfläche, wie auf Abbildung 14 zu sehen ist.

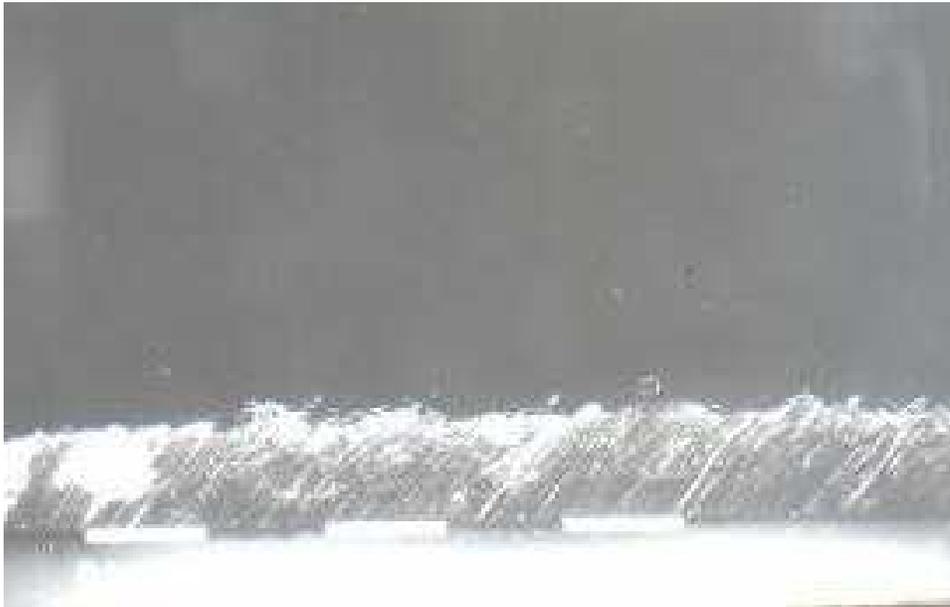


Abb. 13 : Kontrollfläche Krone 25 (Gracey-Kürette)



Abb. 14 : Bearbeitete Fläche Krone 25 (Gracey-Kürette 2 x 16 Bewegungen) mit deutlich erkennbaren Kratzspuren im Goldrand

Die Bearbeitungsmethode, die den stärksten Einfluss hinterließ, war Ultraschall (viermal mit „B“, sechsmal mit „C“ [mittelraue Oberfläche], einmal mit „A“ bewertet), gefolgt von der Gracey-Kürette. Bei der Ultraschallbearbeitung wurden sogar Teile des Goldrandes auf die Keramikoberfläche gezogen, was eindrucksvoll in Abbildung 16 dokumentiert werden konnte.

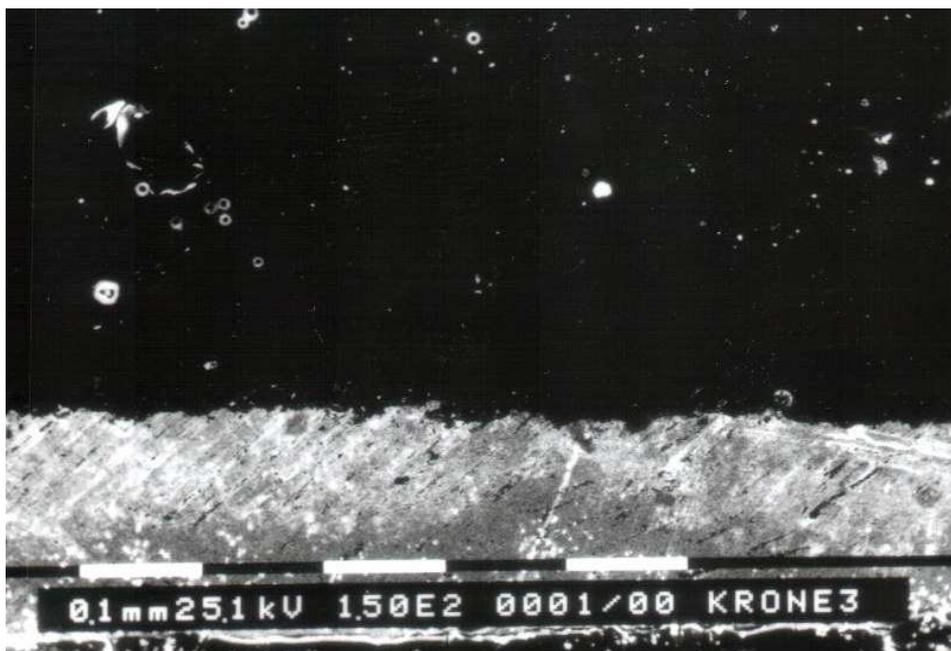


Abb. 15 : Kontrollfläche Krone 3 (Ultraschallscaler)

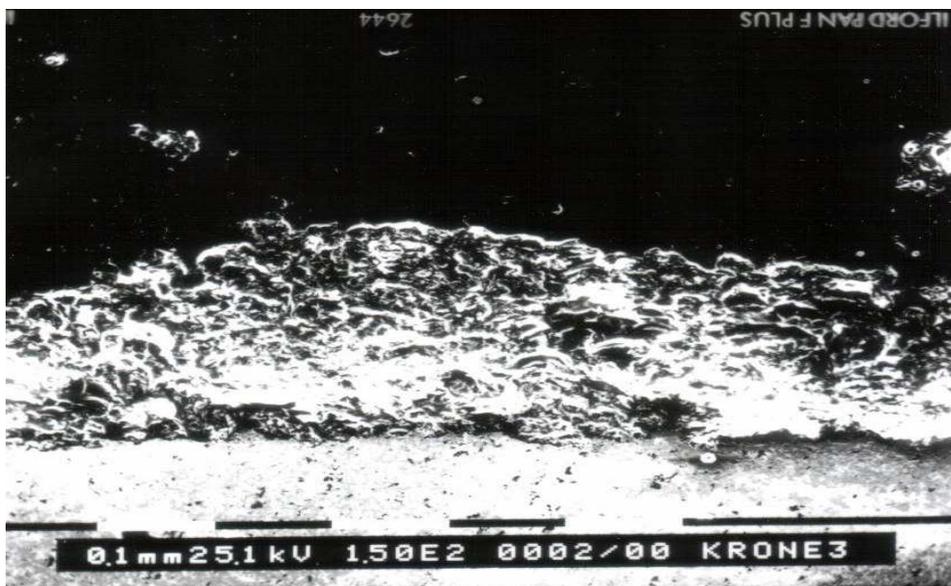


Abb. 16 : Bearbeitete Fläche Krone 3 (Ultraschallscaler) mit Gold auf Keramik geschoben

3.2.2. 4,5 Minuten Ultraschall-/Air-Flow-Bearbeitung bzw. 128 vertikale und 128 horizontale Scaler-/Küretten-Bewegungen

Bei längerer Bearbeitungszeit der Kronen durch die vier verschiedenen Reinigungsinstrumente bzw. -Methoden verändert sich erwartungsgemäß die Oberfläche stärker.

Die geringsten Schäden hinterließ wieder der Kunststoff-Scaler. Die Keramik blieb völlig unverändert, nur der Goldrand wies sehr geringfügige Kratzspuren auf (siehe Abb. 18).

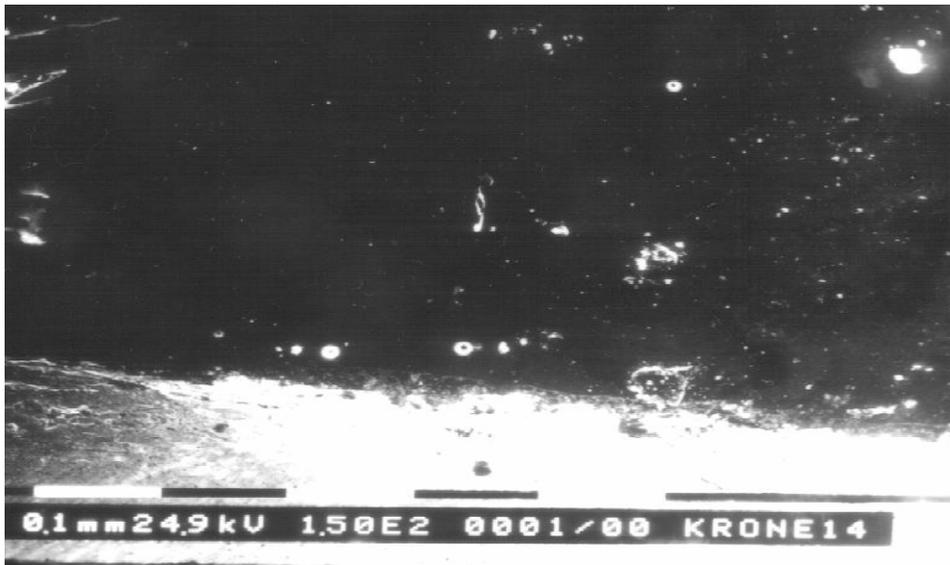


Abb. 17: Kontrollfläche Krone 14 (Kunststoffscaler)

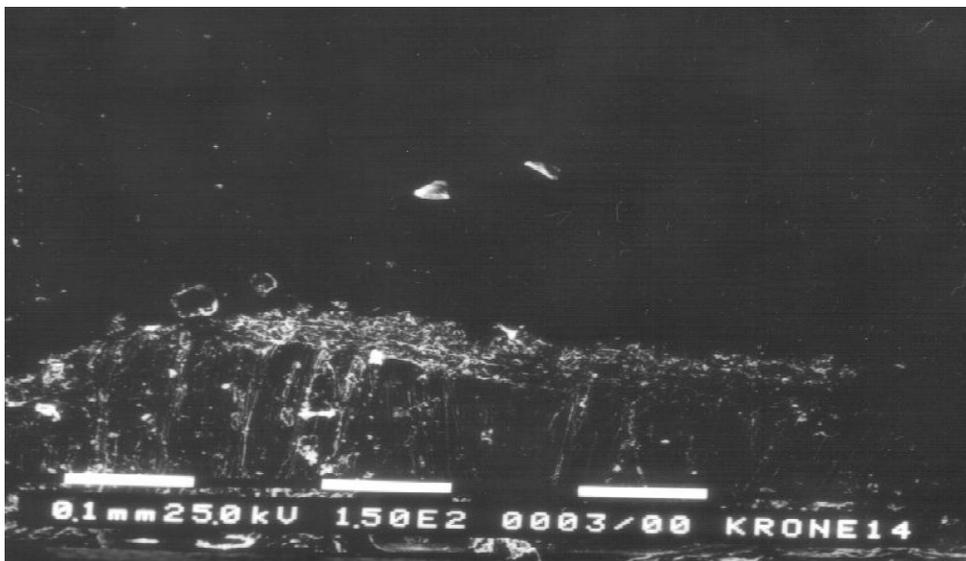


Abb. 18 : Bearbeitete Fläche Krone 14 (Kunststoffscaler 2 x 128 Bewegungen) mit Kratzspuren im Goldrand

Nach Air-Flow-Bearbeitung zeigte sich keine Zerstörung, nur eine Veränderung der Keramikoberfläche in Richtung erhöhte Rauigkeit, zu erkennen an vielen kleinen Grübchen (siehe Abb. 20).

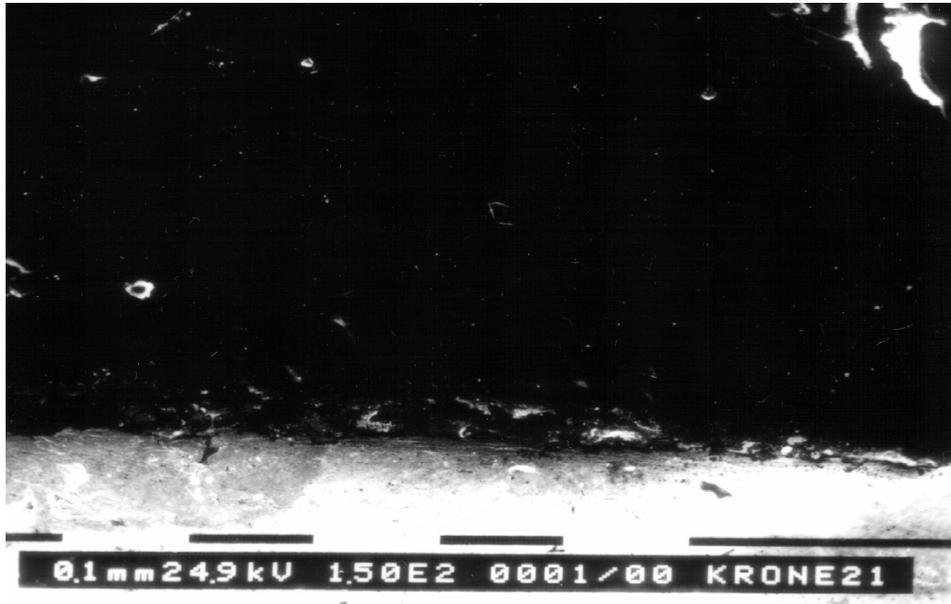


Abb. 19 : Kontrollfläche Krone 21 (Air-Flow)

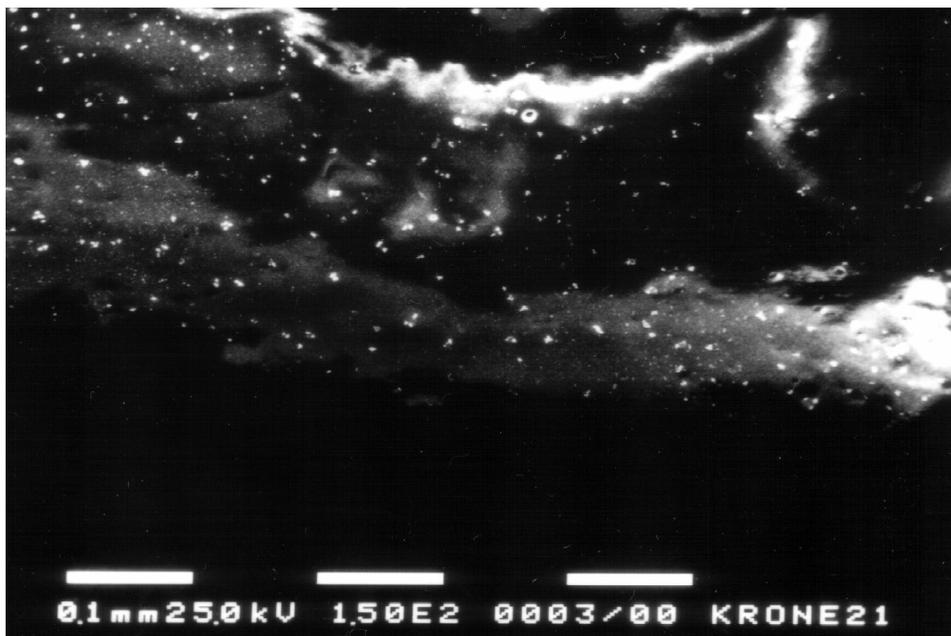


Abb. 20 : Bearbeitete Fläche Krone 21 (Air-Flow 4,5 Minuten) mit kleinen Grübchen

Die Gracey-Kürette verursachte vor allem Beschädigungen am Metallrand der Kronen. Neben stärkeren Kratzern fiel zusätzlich auf, dass der Goldrand teilweise abgehobelt wurde. In Abbildung 22 kann man diese kleinen Erhebungen erkennen.

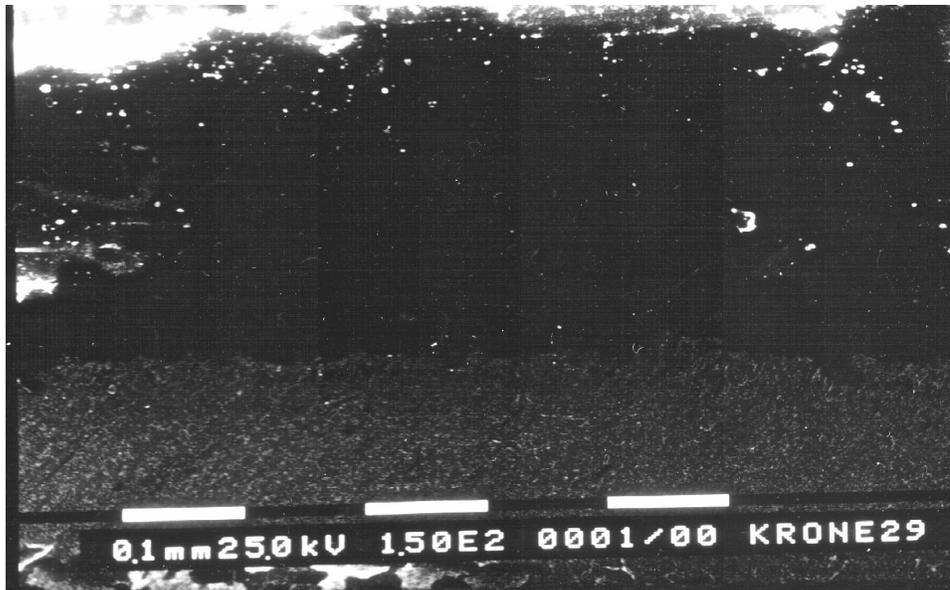


Abb. 21 : Kontrollfläche Krone 29 (Gracey-Kürette)

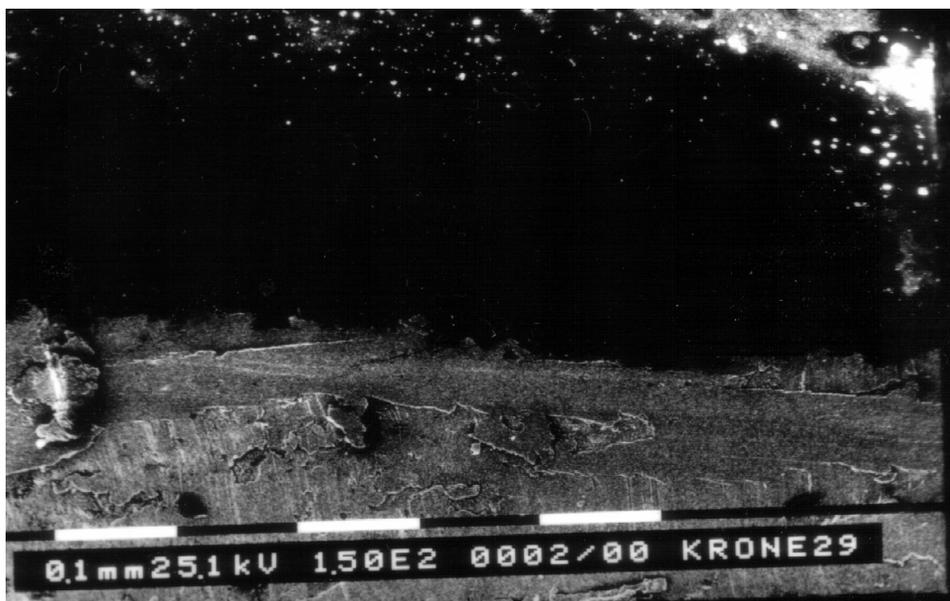


Abb. 22 : Bearbeitete Fläche Krone 29 (Gracey-Kürette 2 x 128 Bewegungen) mit kleinen „Goldhaufen“

Der Ultraschallscaler rief auch bei der langen Behandlungsdauer eindeutig die stärksten Zerstörungen hervor, was sich in Rissen und Ausplatzungen der Keramik widerspiegelte (siehe Abb. 24).

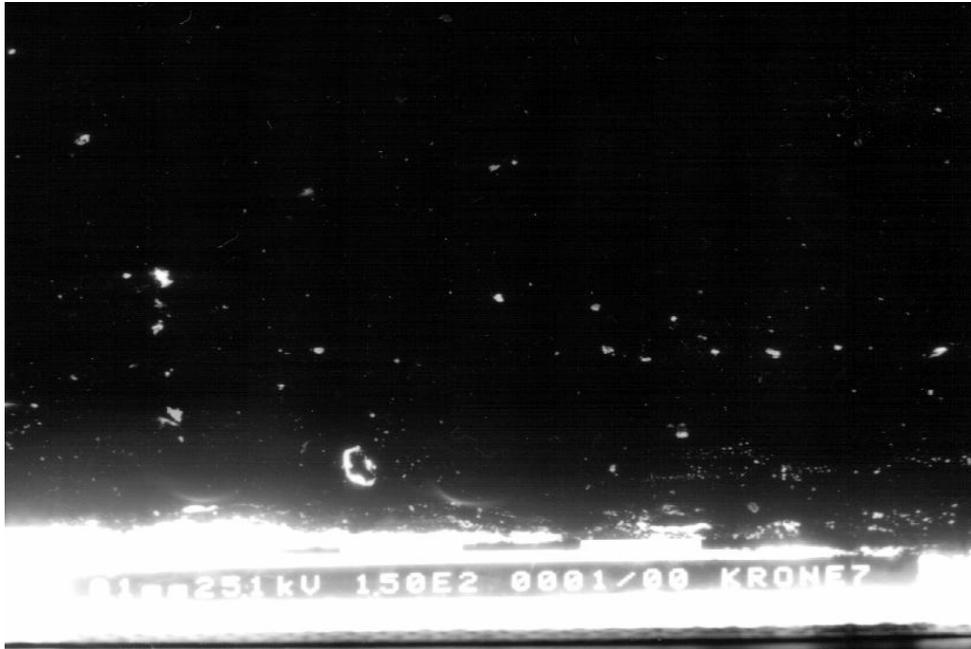


Abb. 23 : Kontrollfläche Krone 7 (Ultraschallscaler)

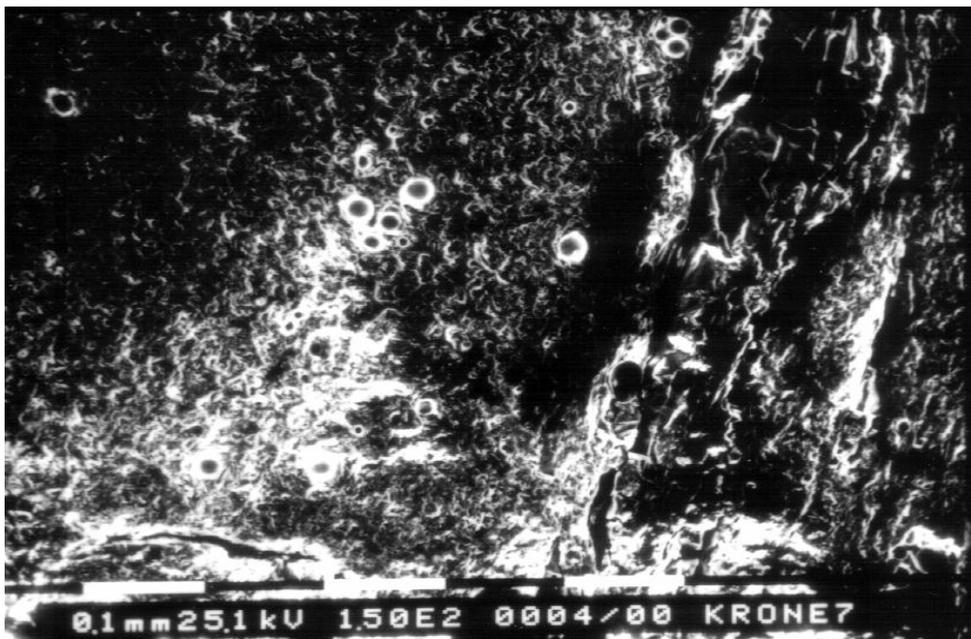


Abb. 24 : Bearbeitete Fläche Krone 7 (Ultraschallscaler 2 x 128 Bewegungen) mit den stärksten Keramikdefekten

3.3. Ergebnisse der statistischen Analyse

3.3.1. Rohdaten

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Datenbasis, die für die statistische Berechnung zum Einsatz kam.

Die Daten im weißen Tabellenbereich sind die Häufigkeiten, mit der die einzelnen Zerstörungsgrade A-D zur Beurteilung gewählt wurden (siehe Kap.2.4.3.).

Man kann erkennen, wie die Fläche der 4 Kronen (12 Flächen), die pro Instrument und Zeit zur Verfügung standen, von den zwei Untersuchern bewertet wurden. Da eine hohe Übereinstimmung der Bewerter vorlag (siehe Kap. 3.3.2.1.), wurde dabei nach der „worst case“-Methode vorgegangen, wobei die Bewertungen zusammengefasst wurden und die jeweils schlechtere Beurteilung in die Berechnung einging. Deshalb sind in der Tabelle trotz 24 stattgefundener Beurteilungen pro Instrument und Zeit (zwei Bewerter für 12 Flächen) nur 12 aufgeführt.

Messung	Wertung	Datenbasis	%
30 s Kunstst.sc.	A	11	92%
	B	1	8%
	C	0	0%
	D	0	0%
2x128 Bew. Kunstst.sc.	A	11	92%
	B	1	8%
	C	0	0%
	D	0	0%
30 s Air-Flow	A	10	83%
	B	2	17%
	C	0	0%
	D	0	0%
4.5 min Air-Flow	A	5	42%
	B	7	58%
	C	0	0%
	D	0	0%
30 s Gracey-Kü.	A	6	50%
	B	4	33%
	C	2	17%
	D	0	0%
2x128 Bew. Gracey-Kü.	A	6	50%
	B	3	25%
	C	1	8%
	D	2	17%
30 s Ultrasch.sc.	A	1	8%
	B	4	33%
	C	6	50%
	D	1	8%
4.5 min Ultrasch.lsc.	A	0	0%
	B	1	8%
	C	3	25%
	D	8	67%

Tab. 2 : Datenbasis

In Tabelle 3 wurden dagegen zeitunabhängig alle Bewertungen pro Instrument zusammengefasst.

Deutlich ist schon aus beiden Tabellen ersichtlich, dass der Kunststoffscaler die meisten A-Bewertungen erhielt und damit die wenigsten Oberflächenveränderungen hervorrief, gefolgt von Air-Flow und Gracey-Kürette. Größere Veränderungen lässt die Anwendung des Ultraschallscalers mit einer hohen Anzahl an D-Bewertungen erkennen.

Instrument	Wertung	Datenbasis	%
Kunststoffscaler	A	22	92%
	B	2	8%
	C	0	0%
	D	0	0%
Air-Flow	A	15	63%
	B	9	38%
	C	0	0%
	D	0	0%
Gracey-Kürette	A	12	50%
	B	7	29%
	C	3	13%
	D	2	8%
Ultraschallscaler	A	1	4%
	B	5	21%
	C	9	38%
	D	9	38%

Tab. 3 : Deskriptive Statistiken (generalisierte Betrachtung)

3.3.2. Ergebnisse

3.3.2.1. Übereinstimmung der Bewerter

In einem ersten Schritt wurden die Übereinstimmungsraten der beiden Bewerter geprüft. Für die Bewertung standen die Codierungen A, B, C und D zur Verfügung, wobei A auf die geringste Oberflächenbeschädigung und D auf die stärkste Zerstörung des Keramik-Goldüberganges hinwiesen.

Es wurden die quantitativen Kennwerte zur Übereinstimmung der Bewerter 1 und 2 über alle Flächen hinweg (8 x 12 Flächen je Instrument bei 2 Bewertern) ermittelt.

Dabei ergab sich eine Übereinstimmung von 91% (87 von 96), wie auch die grau markierte Diagonale in Tabelle 4 zeigt. Lediglich 9 bewertete Flächen zeigten eine Divergenz. Die Bewerterübereinstimmung kann insgesamt als sehr hoch betrachtet werden, wie ein Korrelationskoeffizient zur Prüfung der Reliabilität der Beobachter zeigt ($r = 0.94, p < 0.001$ ***).

		Bewerter 2				Gesamt
		A	B	C	D	
Bewerter 1	B					
	A	50	3	0	0	53
	B	2	18	0	0	20
	C	0	0	12	1	13
	D	0	0	3	7	10
Gesamt		52	21	15	8	96

Datenbasis: n=96

Kongruent 91% (87 von 96)

Höher bei Bewerter 2 4% (4 von 96)

Höher bei Bewerter 1 5% (5 von 96)

Spearman's Rangkorrelation (r) $r = 0.94$ $p < 0.001$ ***

Tab. 4 : Übereinstimmungsraten beider Bewerter (die grau markierte Diagonale zeigt die Zahl übereinstimmender Bewertungen an).

Wegen dieser sehr hohen Übereinstimmungsrate konnten die Bewerterbefunde aus statistischen Gründen aggregiert werden. Die auffallend wenigen Nichtübereinstimmungen wurden nach der häufig verwendeten Methode „worst case“ zusammengefaßt, indem die negativere der beiden Wertungen für die nachfolgende Analytik verwendet wurde.

3.3.2.2. Ergebnisse je Behandlung und Zeit

Abbildung 25 gibt einen Überblick über die erzielten Ergebnisse pro Behandlung und der entsprechenden Bearbeitungszeit.

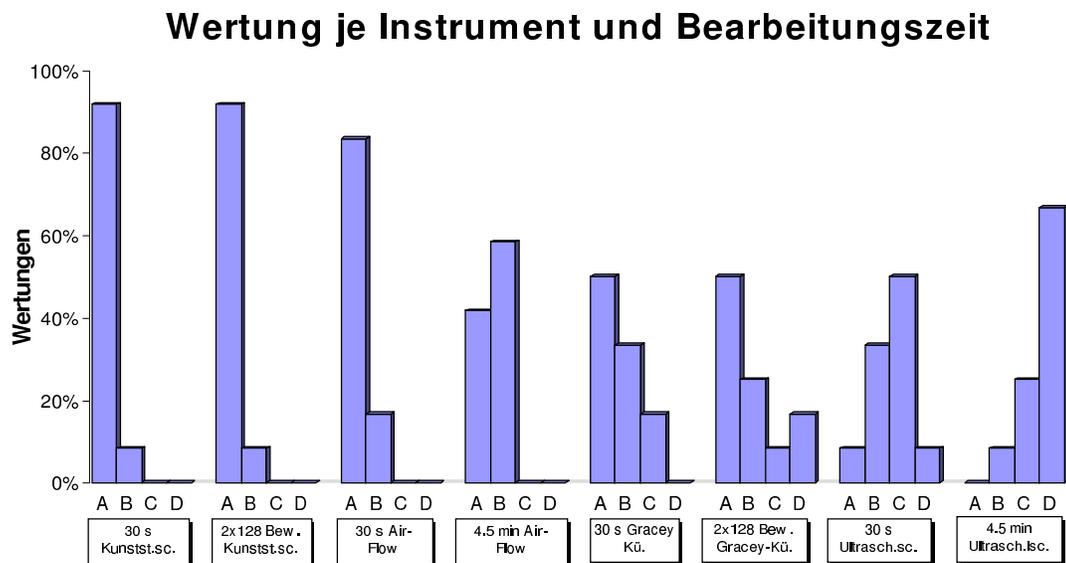


Abb. 25 : Direkter Vergleich von Instrumenten und Bearbeitungszeiten (Daten siehe Kap.3.3.1.)

Es zeigten sich deutliche und auffallende Schwerpunkte des Kunststoffscalers mit der Bewertungscodierung „A“, und das sowohl bei 30 Sekunden als auch bei 2 x 128 Bewegungen. Der Kunststoffscaler lieferte damit die besten Ergebnisse bezüglich der Erhaltung der Oberflächenqualität der Kronen.

Am zweitbesten schnitt die 30 Sekunden Air-Flow-Bearbeitung ab, wobei allerdings nach 4,5 Minuten schon eine stärkere Oberflächenzerstörung, bewertet mit „B“, stattfand.

Die Graceykürette zeigte schlechtere Ergebnisse. Obwohl „A“-Bewertungen überwogen, waren auch stärkere Zerstörungen in Form von „B“- und „C“-Bewertungen, nach 2 x 128 Bewegungen sogar einige „D“-Bewertungen, zu verzeichnen.

Die Schwerpunkte des Ultraschallscalers lagen dagegen bei höheren Zerstörungsgraden. Am meisten wurde nach 30 Sekunden mit „C“ bewertet, nach 4,5 Minuten sogar hauptsächlich mit „D“.

In Tabelle 5 sind die Signifikanzprüfungen aller möglichen paarweisen Vergleiche aufgeführt. Dabei weisen p-Werte ≤ 0.05 auf einen explorativ signifikanten Unterschied der Wertungsschwerpunkte hin.

Vergleich der Wertung		p-Wert und Fallzahl	
30 s Ultrasch.sc.	vs. 4.5 min Ultrasch.lsc.	p=0.004 **	n1=12 n2=12
30 s Ultrasch.sc.	vs. 30 s Kunstst.sc.	p<0.001 ***	n1=12 n2=12
30 s Ultrasch.sc.	vs. 2x128 Bew. Kunstst.sc.	p<0.001 ***	n1=12 n2=12
30 s Ultrasch.sc.	vs. 30 s Air-Flow	p<0.001 ***	n1=12 n2=12
30 s Ultrasch.sc.	vs. 4.5 min Air-Flow	p=0.003 **	n1=12 n2=12
30 s Ultrasch.sc.	vs. 30 s Gracey-Kü.	p=0.013 *	n1=12 n2=12
30 s Ultrasch.sc.	vs. 2x128 Bew. Gracey-Kü.	p=0.082 n.s.	n1=12 n2=12
4.5 min Ultrasch.lsc.	vs. 30 s Kunstst.sc.	p<0.001 ***	n1=12 n2=12
4.5 min Ultrasch.lsc.	vs. 2x128 Bew. Kunstst.sc.	p<0.001 ***	n1=12 n2=12
4.5 min Ultrasch.lsc.	vs. 30 s Air-Flow	p<0.001 ***	n1=12 n2=12
4.5 min Ultrasch.lsc.	vs. 4.5 min Air-Flow	p<0.001 ***	n1=12 n2=12
4.5 min Ultrasch.lsc.	vs. 30 s Gracey-Kü.	p<0.001 ***	n1=12 n2=12
4.5 min Ultrasch.lsc.	vs. 2x128 Bew. Gracey-Kü.	p=0.002 **	n1=12 n2=12
30 s Kunstst.sc.	vs. 2x128 Bew. Kunstst.sc.	p=1.000 n.s.	n1=12 n2=12
30 s Kunstst.sc.	vs. 30 s Air-Flow	p=0.546 n.s.	n1=12 n2=12
30 s Kunstst.sc.	vs. 4.5 min Air-Flow	p=0.011 *	n1=12 n2=12
30 s Kunstst.sc.	vs. 30 s Gracey-Kü.	p=0.025 *	n1=12 n2=12
30 s Kunstst.sc.	vs. 2x128 Bew. Gracey-Kü.	p=0.023 *	n1=12 n2=12
2x128 Bew. Kunstst.sc.	vs. 30 s Air-Flow	p=0.546 n.s.	n1=12 n2=12
2x128 Bew. Kunstst.sc.	vs. 4.5 min Air-Flow	p=0.011 *	n1=12 n2=12
2x128 Bew. Kunstst.sc.	vs. 30 s Gracey-Kü.	p=0.025 *	n1=12 n2=12
2x128 Bew. Kunstst.sc.	vs. 2x128 Bew. Gracey-Kü.	p=0.023 *	n1=12 n2=12
30 s Air-Flow	vs. 4.5 min Air-Flow	p=0.039 *	n1=12 n2=12
30 s Air-Flow	vs. 30 s Gracey-Kü.	p=0.070 n.s.	n1=12 n2=12
30 s Air-Flow	vs. 2x128 Bew. Gracey-Kü.	p=0.062 n.s.	n1=12 n2=12
4.5 min Air-Flow	vs. 30 s Gracey-Kü.	p=0.949 n.s.	n1=12 n2=12
4.5 min Air-Flow	vs. 2x128 Bew. Gracey-Kü.	p=0.776 n.s.	n1=12 n2=12
30 s Gracey-Kü.	vs. 2x128 Bew. Gracey-Kü.	p=0.754 n.s.	n1=12 n2=12

Tab. 5 : Signifikanzprüfung der paarweise möglichen Vergleiche

Insgesamt fanden sich recht deutliche Unterschiede, die vor allem darauf zurückzuführen sind, dass der Kunststoffscaler unabhängig von

der Bearbeitungszeit stets die signifikant besseren Befunde lieferte, wie auch in Abb. 25 erkennbar ist.

Es ergab sich somit ein Ranking (siehe die Mittelwerte in Tabelle 6, 2. Spalte), an dessen Spitze der Kunststoffscaler (30s und 2 x 128 Bewegungen) lag.

Der Ultraschallscaler hingegen landete auf den letzten Plätzen.

Es konnte demnach eine Rangordnung aufgestellt werden (Tab. 6) unter der Annahme, dass die Wertungen „A“-„D“ einer Rangskala 1-4 (ähnlich einer Schulnotenskala) entsprachen. Als Basis für die Vergabe der Ränge dienten die Durchschnittswerte.

Bei Wertegleichheiten wurden (z.B. für die ersten beiden Positionen) gleiche Rangzahlen verwendet. Es wurden jedoch insgesamt 8 Rangplätze vergeben.

Messung	Mittelwert	SD	Min.	Max.	Datenbasis	Wertung der Durchschnittsnote mittels Rangplatz
30 s Kunstst.sc.	1.08	0.29	1	2	12	1
2x128 Bew. Kunstst.sc.	1.08	0.29	1	2	12	1
30 s Air-Flow	1.17	0.39	1	2	12	3
4.5 min Air-Flow	1.58	0.51	1	2	12	4
30 s Gracey-Kü.	1.67	0.78	1	3	12	5
2x128 Bew. Gracey-Kü.	1.92	1.16	1	4	12	6
30 s Ultrasch.sc.	2.58	0.79	1	4	12	7
4.5 min Ultrasch.lsc.	3.58	0.67	2	4	12	8
Gesamt	1.83	1.04	1	4	96	

Tab. 6 : Rangordnung

Bezogen auf die Bearbeitungszeit ergaben sich die folgenden Ranglisten der Tabellen 7 und 8:

Messung	Mittelwert	SD	Min.	Max.	Datenbasis	Wertung der Durchschnittsnote mittels Rangplatz
30 s Kunstst.sc.	1.08	0.29	1	2	12	1
30 s Air-Flow	1.17	0.39	1	2	12	2
30 s Gracey-Kü.	1.67	0.78	1	3	12	3
30 s Ultrasch.sc.	2.58	0.79	1	4	12	4
Gesamt	1.63	0.84	1	4	48	

Tab. 7 : Darstellung mittlerer Rangplätze für die Wertungen bei 30s Bearbeitungsdauer

Messung	Mittelwert	SD	Min.	Max.	Datenbasis	Wertung der Durchschnittsnote mittels Rangplatz
2x128 Bew. Kunstst.sc.	1.08	0.29	1	2	12	1
4.5 min Air-Flow	1.58	0.51	1	2	12	2
2x128 Bew. Gracey-Kü.	1.92	1.16	1	4	12	3
4.5 min Ultrasch.lsc.	3.58	0.67	2	4	12	4
Gesamt	2.04	1.18	1	4	48	

Tab. 8 : Darstellung mittlerer Rangplätze für die Wertungen bei längerer Bearbeitungsdauer

Die Tabellen 6 - 8 zeigen, dass der Kunststoffscaler die schonendste Bearbeitungsweise darstellt und der Ultraschallscaler die aggressivste, und zwar unabhängig von der Bearbeitungsdauer.

3.3.2.3. Prüfung der Signifikanz von Unterschieden (nach Instrument und Bearbeitungsdauer)

1. Kunststoffscaler

Abbildung 26 zeigt die Verteilung der Bewertungen beim Kunststoffscaler bei 30 Sekunden und bei 2 x 128 Bewegungen.

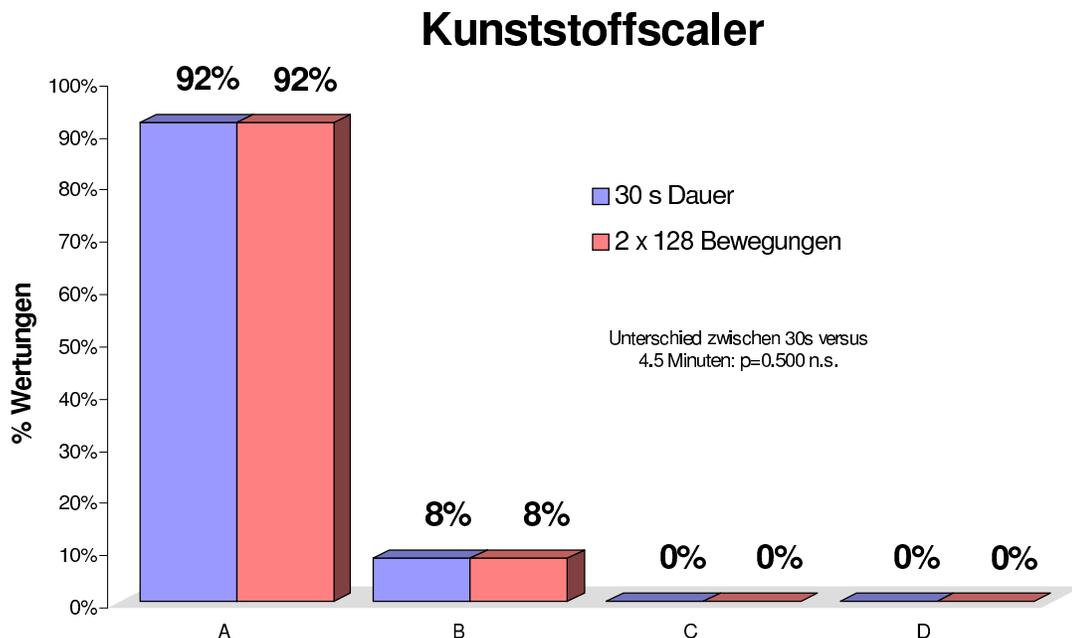


Abb. 26: Verteilung der Zerstörungsgrade des Kunststoffscalers

Tabelle 9 zeigt die zahlenmäßige Erfassung der Bewertungen und der prozentualen Verteilung (Prozente ganzzahlig gerundet).

Wertung	Kunststoffscaler				Gesamt
	30 s Dauer	%	2 x 128 Bewegungen	%	
A	11	92%	11	92%	22
B	1	8%	1	8%	2
C	0	0%	0	0%	0
D	0	0%	0	0%	0
Gesamt	12	100%	12	100%	24

Tab. 9 : Deskriptive Statistiken

Der Kunststoffscaler lieferte bei kurzen und langen Bearbeitungszeiten stets optimale Resultate, erkennbar an der hohen Anzahl von „A“-Bewertungen bei beiden Bearbeitungszeiten.

Die Unterschiede der Zerstörungsgrade sind je nach Bearbeitungszeit statistisch nicht signifikant. Insgesamt schließt dies einen Zusammenhang von Bearbeitungszeit und Ergebnis deutlich aus.

2. Air-Flow

In Abbildung 27 sind die prozentualen Verteilungen der Oberflächenzerstörungsgrade der Air-Flow-Methode für die Dauer von 30 Sekunden und 4,5 Minuten dargestellt.

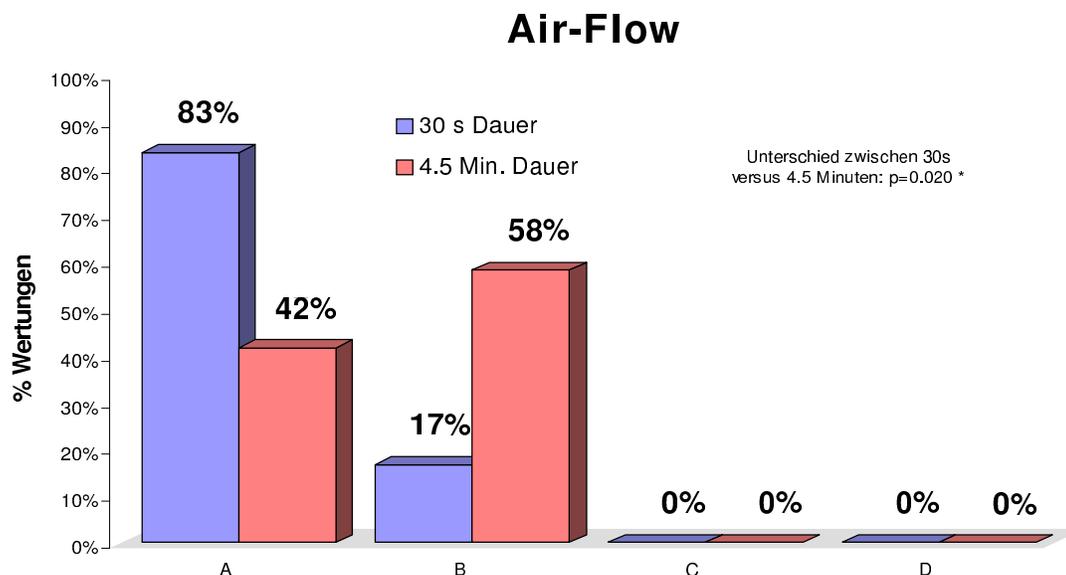


Abb. 27: Verteilung der Zerstörungsgrade des Air-Flow

Tabelle 10 zeigt die zahlenmäßige Aufstellung der Bewertungen und Prozente bei beiden Bearbeitungszeiten für den Air-Flow.

Wertung	Air-Flow				Gesamt
	30 s Dauer	%	4.5 Min. Dauer	%	
A	10	83%	5	42%	15
B	2	17%	7	58%	9
C	0	0%	0	0%	0
D	0	0%	0	0%	0
Gesamt	12	100%	12	100%	24

Tab. 10 : Deskriptive Statistiken

Der Air-Flow zeigte eine statistisch signifikante Schwerpunktverschiebung der Zerstörungsgrade mit längerer Bearbeitungszeit. Während kurze Bearbeitungszeiten einen sehr ausgeprägten Ergebnisschwerpunkt bei A lieferten, lag der Ergebnisschwerpunkt bei längeren Bearbeitungszeiten bei B.

3. Gracey-Kürette

In Abbildung 28 sind die prozentualen Verteilungen der Oberflächenzerstörungsgrade der Gracey-Kürette nach 30 Sekunden und nach 4,5 Minuten Bearbeitungszeit dargestellt.

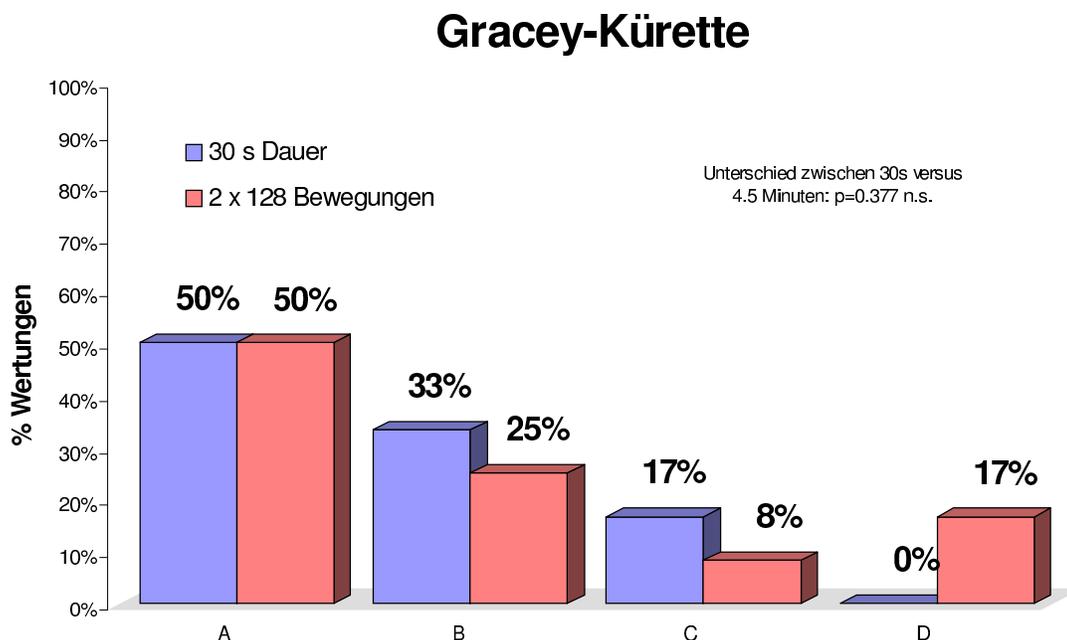


Abb. 28: Verteilung der Zerstörungsgrade der Gracey-Kürette

Tabelle 11 zeigt die zahlenmäßige Aufstellung der Bewertungen und Prozente bei beiden Bearbeitungszeiten für die Gracey-Kürette.

Wertung	Gracey-Kürette				Gesamt
	30 s Dauer	%	2 x 128 Bewegungen	%	
A	6	50%	6	50%	12
B	4	33%	3	25%	7
C	2	17%	1	8%	3
D	0	0%	2	17%	2
Gesamt	12	100%	12	100%	24

Tab. 11 : Deskriptive Statistiken

Die Gracey-Kürette lieferte demnach bei langen Bearbeitungszeiten keine statistisch signifikante Zunahme der Zerstörungsgrade. Die Unterschiede zwischen den beiden Verteilungen sind statistisch nicht signifikant.

4. Ultraschallscaler

Die Beurteilungen der Bearbeitung mit dem Ultraschallscaler ließen eine deutliche und statistisch signifikante Schwerpunktverschiebung der Zerstörungsgrade mit längerer Bearbeitungszeit erkennen, wie die Abb. 29 zeigt.

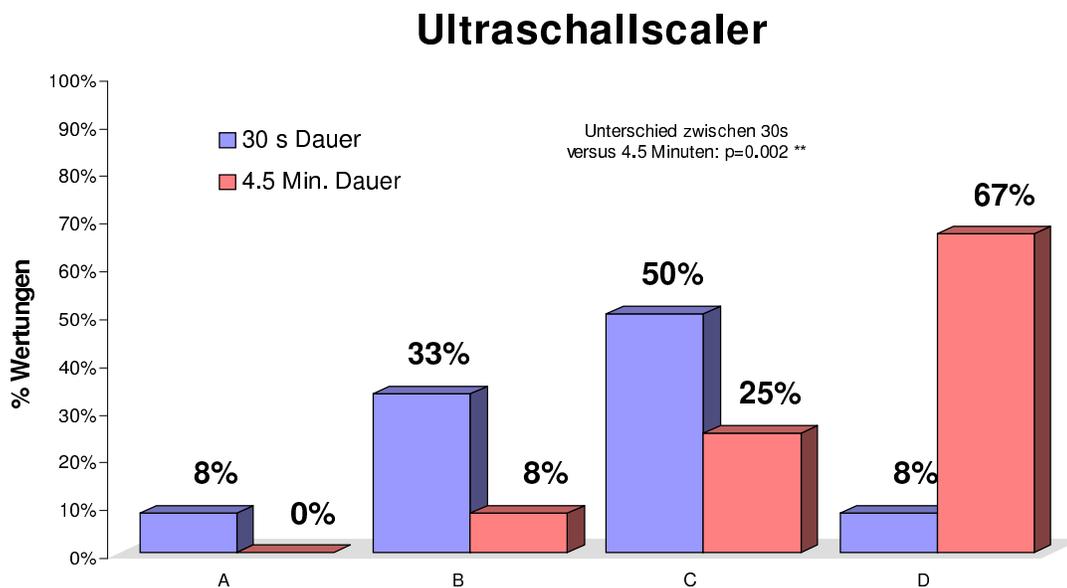


Abb. 29: Verteilung der Zerstörungsgrade des Ultraschallscalers

In Tabelle 12 sind die prozentualen Verteilungen der Bewertungen und ihre zahlenmäßige Erfassung im Einzelnen zusammengefasst.

Wertung	Ultraschallscaler				Gesamt
	30 s Dauer	%	4.5 Min. Dauer	%	
A	1	8%	0	0%	1
B	4	33%	1	8%	5
C	6	50%	3	25%	9
D	1	8%	8	67%	9
Gesamt	12	100%	12	100%	24

Tab. 12 : Deskriptive Statistiken

Die Abb. 29 und Tab. 12 lassen erkennen, dass der Schwerpunkt beim Ultraschallscaler bei 30 Sekunden bei „C“, nach 4,5 Minuten Dauer sogar schon bei „D“ lag.

3.3.2.4. Generelle Unterschiedsprüfung von Instrumenten

Abbildung 30 zeigt eine verallgemeinernde Darstellung der Zerstörungsgrade insgesamt.

Zur Betrachtung lagen dabei die Werte der 4 Instrumente mit 24 Flächen pro Instrument vor (also eine zeitunabhängige Betrachtung). Die Beurteilungen beider Bewerter wurden hierbei zusammengefasst.

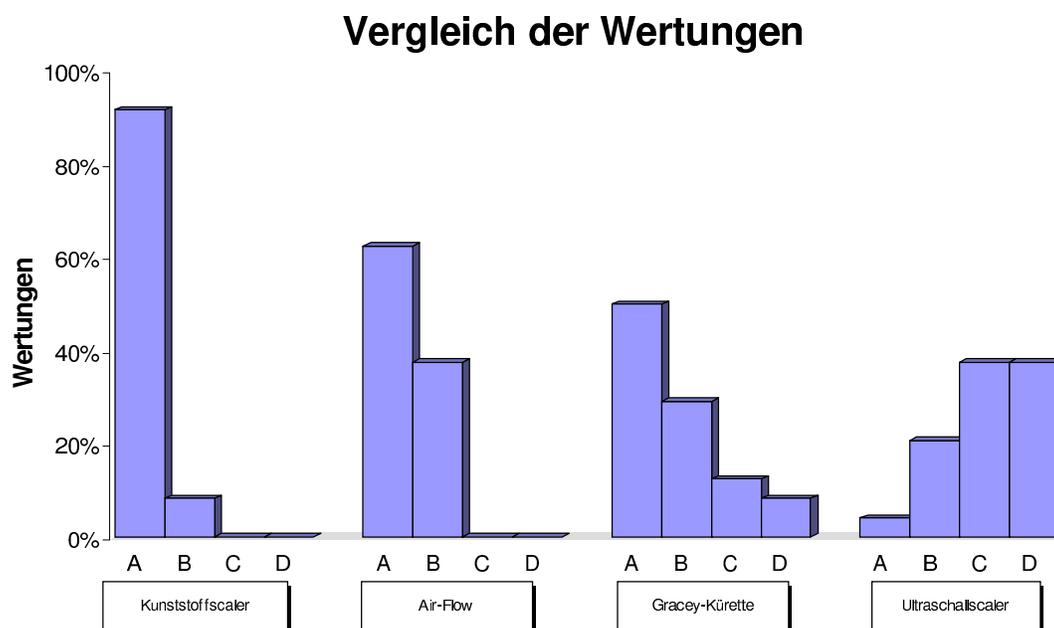


Abb. 30: Überblick über die Resultate je Instrument

Es lassen sich deutliche Vorteile von Kunststoffscaler und Air-Flow (siehe die Lage des Schwerpunktes, d.h. der höchsten Säule) erkennen, und zwar unabhängig von der Behandlungsdauer. Es überwogen bei beiden klar optimale Wertungen.

Tabelle 13 zeigt eine Darstellung mittlerer Rangplätze für die Zerstörungsgrade unter der Annahme, dass die Wertungen „A“-„D“ einer Rangskala 1-4 gleichgesetzt werden, ähnlich einer Schulnotenskala. Dabei waren wieder die Durchschnittswerte Basis für die Rangvergabe.

Instrument	Mittelwert	SD	Min.	Max.	Datenbasis	Wertung der Durchschnittsnote mittels Rangplatz
Kunststoffscaler	1.08	0.28	1	2	24	1
Air-Flow	1.38	0.49	1	2	24	2
Gracey-Kürette	1.79	0.98	1	4	24	3
Ultraschallscaler	3.08	0.88	1	4	24	4
Gesamt	1.83	1.04	1	4	96	

Tab. 13 : Darstellung mittlerer Rangplätze

Auch dieses Ranking zeigt, dass diese beiden Verfahren die Spitzenplätze einnahmen und die durchschnittlich geringsten Zerstörungsgrade aufwiesen.

Ein direkter Vergleich zwischen den Instrumenten ist in Tabelle 14 dargestellt.

Als Signifikanztest kam der Mann-Whitney-U-Test zur Anwendung.

P-Werte ≤ 0.05 weisen wieder auf einen signifikanten generellen Unterschied zwischen den Instrumenten hin.

Vergleich für die Wertung			p-Wert und Fallzahl	
Ultraschallscaler	vs.	Kunststoffscaler	p<0.001 ***	n1=24 n2=24
Ultraschallscaler	vs.	Air-Flow	p<0.001 ***	n1=24 n2=24
Ultraschallscaler	vs.	Gracey-Kürette	p<0.001 ***	n1=24 n2=24
Kunststoffscaler	vs.	Air-Flow	p=0.017 *	n1=24 n2=24
Kunststoffscaler	vs.	Gracey-Kürette	p=0.001 **	n1=24 n2=24
Air-Flow	vs.	Gracey-Kürette	p=0.173 n.s.	n1=24 n2=24

Tab. 14 : Signifikanzprüfungen zwischen den Instrumenten

Alle Instrumente unterschieden sich statistisch signifikant bezüglich ihrer Zerstörungswirkung auf die Keramik-Gold-Oberfläche. Nur zwischen Air-Flow und Gracey-Kürette konnte statistisch kein signifikanter Unterschied ermittelt werden.

4. DISKUSSION

Die Akzeptanz der Galvanoprothetik hat seit ihrer Einführung ständig zugenommen. Neben einem Optimum an mundbeständigem Material mit minimalem Allergierisiko bietet die Galvanotechnik ein umfangreiches Einsatzspektrum [27, 69].

Die größte Bedeutung kommt dabei den galvanokeramischen Kronen zu. Sie können der Konkurrenz Metallkeramikkrone sowohl im Frontals als auch im Seitenzahnggebiet standhalten. Sie zeichnen sich durch eine hervorragende Ästhetik aus, da die satt-goldene Unterlage eine wärmere Farbgebung ermöglicht und außerdem durch die geringe Wandstärke des Goldgerüsts von 0,2mm mehr Raum für die natürliche Gestaltung der Verblendung zur Verfügung steht [8, 26, 30, 52, 53, 69]. Gleichzeitig ist auch das substanzschonende Präparieren von Vorteil [10, 69].

Galvanokronen wird ein sehr guter Randschluss und ein hoher Anteil völlig randspaltenfreier Passungen bestätigt [51, 53]. Das dürfte auch eine Ursache für den guten parodontalen Zustand der Zähne nach Überkronungen mit galvanokeramischen Restaurationen sein. Als weitere Ursache dafür wird die gute Biokompatibilität des Feingoldrandes im Gegensatz zur schlechteren Gewebeverträglichkeit von Aufbrennlegierungen diskutiert [30, 54].

Die Erhaltung eines gesunden Parodonts und die Vermeidung von Sekundärkaries ist jedoch nicht nur von der Passgenauigkeit, sondern auch von der Plaqueanlagerung an Werkstoffen abhängig. Galvanokronen zeigen eine geringere Plaqueakkumulation als andere Materialien, vergleichbar mit gesunden Zähnen [54].

Anfängliche Untersuchungen zum Festigkeitsverhalten beurteilten den Einsatz im Seitzahnggebiet als problematisch [47, 48]. Geht man im Frontzahnggebiet von mittleren Kaukräften von 100-150 N aus, so scheint die Galvanokrone für den Einsatz dort jedoch gut geeignet [16], obwohl ihr im Bezug auf die Belastbarkeit andere Kronen, z.B. Metallkeramikkrone, überlegen sind [49]. Erfahrungen bestätigten allerdings diese Einschränkungen nicht [30, 51, 52, 53]. Eventuell hat das Feingoldgerüst eine Pufferfunktion zwischen Zahn und Keramik [53]. Durch eine Erhöhung der Keramikschichtstärke bei Schneide- und Eckzahnkronen auf 1mm kann die Belastbarkeit noch gesteigert werden [16].

In Bezug auf die Frakturanfälligkeit wird die Galvanokrone sogar als funktionelle Alternative zur Metallkeramikkrone beschrieben [11, 12, 53] und ihr eine gute Haltbarkeit bestätigt [30].

Ausgehend von den überaus positiven Erfahrungen mit Galvanokronen und deren zunehmender Einsatz in der Praxis sollten in der vorliegenden Arbeit die Möglichkeiten ihrer Reinigung untersucht werden. Interessieren sollte dabei nur die Wirkung verschiedener Reinigungsinstrumente und -methoden auf die Oberfläche der Galvanokronen, und zwar auf den Übergang Keramik-Gold.

Dazu wurden gebräuchliche Reinigungsinstrumente ausgewählt: der Kunststoffscaler, die Gracey-Kürette, der Ultraschallscaler und das Pulverstrahlgerät. Die Wirkung dieser Methoden auf Metalle von Metallkeramikronen [4], Porzellan [7, 31, 60], verschiedene restaurative Materialien [34], verschiedene Implantatoberflächen [3, 14, 36, 38, 40, 56, 58] und natürliche Zähne [1, 45, 59, 63] wurde bereits eingehend dokumentiert.

In Anlehnung an THOMSON-NEAL et al. [58] wurden bei der Durchführung des Experimentes zwei verschiedene Bearbeitungszeiten gewählt.

Zuerst erfolgte eine Bearbeitung der Kronen solange, wie es einem Jahr Behandlung mit vier Sitzungen entspricht. Als Reinigungsdauer an der einzelnen Krone wird dabei eine Zeit von rund acht Sekunden angenommen. Alle Instrumente wurden dazu 30 Sekunden angewandt. Umgerechnet auf 30 Sekunden Bearbeitungszeit mit Gracey-Kürette und Kunststoffscaler bedeutete das 16 vertikale und 16 horizontale Bewegungen, also bei 4 Sitzungen pro Jahr jeweils 4 Reinigungsbewegungen pro Achse.

Da prothetische Maßnahmen aber auch ein regelmäßiges Recall mit entsprechender professioneller Reinigung nach sich ziehen sollen, wurde mit der zweiten Behandlungsdauer ein längerer Behandlungszeitraum nachgestellt. Für die beiden Handinstrumente, Gracey-Kürette und Kunststoffscaler, bedeutete das 128 vertikale und 128 horizontale Reinigungsbewegungen. Die Zeit bei Air-Flow und Ultraschallscaler wurde auf 4,5 Minuten erhöht. Das entspricht einer achtjährigen Prophylaxe bei vier Sitzungen pro Jahr [58].

Insgesamt wurden 32 Kronen bearbeitet und auf ihre Zerstörung durch die Instrumente untersucht, das heißt pro Instrument und Zeit standen vier Kronen mit drei Flächen zur Verfügung. Dadurch ergaben sich pro Bearbeitungszeitraum für jedes Instrument 12 statistisch gut auswertbare Flächen. Die vierte unbearbeitete Fläche jeder Krone diente als Vergleich.

Da die Bearbeitung der Kronen von ein und derselben Person durchgeführt wurde, kann man die Kraft der Anwendung und die Art der Durchführung als klinisch konstant werten.

In Anlehnung an die Versuche von THOMSON-NEAL et al. [58] wurde nach vier Beschädigungsgraden anhand der beim Mikroskopieren gewonnenen Fotos beurteilt. Wie in ähnlichen Versuchsaufbauten anderer

Autoren übernahmen diese Einschätzung zwei voneinander unabhängige Personen [3].

Die hohe Anzahl übereinstimmender Bewertungen lässt die klare Unterscheidungsmöglichkeit erkennen. Das charakterisiert diese Methodik als nachvollziehbar und einsatzfähig für weiterführende Untersuchungen.

Den Bewertern lagen Kontaktabzüge der Negative jeder Kronenfläche 150-fach vergrößert vor. Diese Vergrößerung erwies sich in den Vorversuchen als sinnvoll, da bei ihr die bearbeitete Fläche bildfüllend abgelichtet werden konnte. Diese Abbildung der gesamten bearbeiteten Fläche jeder Krone gewährleistet erst die allgemeine Vergleichbarkeit der Bilder. Mit einer höheren Auflösung hätte man darüber hinaus noch die Möglichkeit, die Defekte genau zu vermessen, was aber nicht Ziel dieser Arbeit war.

Betrachtet man nun die Ergebnisse, so lassen sich deutliche Unterschiede zwischen den Instrumenten feststellen, die auch mit der statistischen Signifikanzprüfung bestätigt wurden.

Der Ultraschallscaler lieferte die schlechtesten Resultate bezüglich Beschädigung der Galvanokronen. Schon mit bloßem Auge sind nach 30 Sekunden Kerben am Goldrand zu erkennen. Nach 4,5 Minuten entstanden sogar Risse und Ausplatzungen an der Keramik.

Bei der Betrachtung unter dem Mikroskop fiel dann auf, dass schon nach 30 Sekunden Bearbeitung Teile des Goldrandes auf die Keramikoberfläche gezogen worden waren. Beide Beurteiler entschieden sich nach der kurzen Behandlungsdauer für 50% „C“-Bewertungen (mittelraue Oberfläche), nach 4,5-minütiger Behandlungsdauer sogar für 67 % „D“-Bewertungen (sehr stark aufgeraute Oberfläche).

Nach der Bearbeitung mit der Gracey-Kürette waren nach 30 Sekunden leichte Kratzspuren im Bereich des Goldrandes sichtbar, nach 2x128 Bewegungen des Instrumentes teilweise sogar kleine Absplitterungen der Keramik zu beobachten.

Unter dem REM sah man nach der kurzen Bearbeitungsdauer am Goldrand einige Kratzspuren, die Keramikoberfläche war leicht angeraut. Nach der längeren Bearbeitungsdauer erkannte man dann aber, dass Gold vom Kronenrand auf die Keramikoberfläche geschoben wurde. Trotzdem lieferte die Gracey-Kürette bei kurzen und langen Behandlungszeiten keine statistisch signifikante Zunahme der Zerstörungsgrade. Zu 50% wurde bei beiden Zeiten mit „A“ beurteilt. Jedoch bei längerer Behandlung verschoben sich die „B“ und „C“-Bewertungen zugunsten von 17% „D“-Bewertungen .

Die mit Air-Flow bearbeiteten Kronen wiesen nach 30 Sekunden keine mit bloßem Auge erkennbaren Veränderungen auf, unter dem REM waren allerdings gering ausgeprägte Rauigkeiten am Goldrand und vereinzelt kleine Grübchen an der Keramik sichtbar. Klinisch konnte man nach 4,5 Minuten Bearbeitung matte Keramik- und

Goldoberflächen beobachten, außerdem vermehrten sich unter REM-Betrachtung die Grübchen und Rauigkeiten geringfügig. In der Bewertungsskala äußerte sich das dadurch, dass die „B“-Beurteilungen von 17% auf 58% anstiegen, die „A“-Bewertungen dagegen von 83% auf 42% absanken. Mit „C“ und „D“ bewertete keiner der beiden Untersucher.

Der Kunststoffscaler lieferte die besten Ergebnisse.

Mit bloßem Auge gab es keine sichtbaren Veränderungen an Gold und Keramik.

Auch mikroskopisch waren sowohl nach der 30 Sekunden Bearbeitung als auch nach 4,5 Minuten kaum Veränderungen zu erkennen. Das spiegelte sich darin wider, dass bei beiden Behandlungszeiten zu 92% mit „A“ und nur zu 8% mit „B“ bewertet wurde.

Der Kunststoffscaler zeigt somit keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungszeiten und scheint auch zur Langzeitprophylaxe hervorragend geeignet.

Keine Signifikanzen bezüglich der Behandlungszeiten wurden auch bei der Gracey-Kürette festgestellt.

Bei der Air-Flow-Methode ergaben sich geringe signifikante Unterschiede.

Die Ultraschallbehandlung unterlag einem starken Zeiteinfluss. Dies bedeutet, dass eine kurze einmalige Anwendung zwar möglich wäre, jedoch kritisch geprüft werden sollte. Eine dauerhafte Reinigung der Kronen mit Ultraschall im Rahmen der normalen zahnärztlichen Routine muss auf jeden Fall unterbleiben, da sie zu groben Schäden am Galvano-Zahnersatz führt, was wiederum Funktionseinbußen, ästhetische Nachteile und Plaqueakkumulation - mit ihren Folgen Gingivaentzündung, Schädigung des Zahnhalteapparates und Sekundärkaries - nach sich zieht.

Die Reinigung mit der Kunststoffkürette ist dagegen das Mittel der Wahl. Selbst im Langzeitversuch zeigt sie keinerlei Zerstörung und Beschädigung von Keramik, Gold und Keramik-Gold-Übergang. Das deckt sich auch mit den Ergebnissen anderer Autoren [14, 15, 36, 40, 56], die die Kunststoffkürette zur Reinigung von Titanimplantaten empfehlen.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war nicht die Reinigungswirkung der Instrumente. Dies könnte in weiterführenden Experimenten vervollständigt werden, ebenso wie die Klärung der Frage nach einem sinnvollen Verhältnis zwischen Reinigungswirkung und Beschädigung der Kronen.

GANTES u. NILVEUS [15] bescheinigen dem Kunststoffscaler ein vollständiges Entfernen von Auflagerungen an Titanoberflächen. Sie empfehlen jedoch den Kunststoff-Air-Scaler (eine spezielle Modifizierung eines Air-Scalers mit einem Adapter für Kunststoffspitzen) als adäquate supra- und subgingivale Reinigung, da die Spitze des Kunststoffscalers nur eine erschwerte subgingivale Anwendung ermöglicht [15].

Air-Flow ruft an der Oberfläche der Galvanokronen eine leichte Zerstörung bei häufigerer Benutzung hervor. Sein Einsatz an überkronten Zähnen sollte streng überprüft werden. Die Anwendung an natürlichen Zähnen, die sich in topographischer Nachbarschaft zu Kronen befinden, muss daher sehr vorsichtig erfolgen.

Vom Gebrauch der Gracey-Kürette an Galvanokronen ist ganz abzuraten. Die Wahrscheinlichkeit des Splitters der Keramik und des Zerkratzens des Metallrandes ist sehr hoch. Zusätzlich ist ein Aufbiegen des Goldrandes durch das Arbeiten ohne Sicht im Gingivasulkus möglich.

BRADLEY et. al [4] weisen darauf hin, dass die Oberflächenzerstörung des Metalls und der glasierten Keramik schon während der Zemententfernung beginnt und sich mit jeder routinemäßigen Prophylaxebehandlung fortsetzen kann [4].

Die Untersuchungen verschiedener Autoren zur Reinigung von Titanimplantaten sowie monokristallinen Aluminiumoxid- und hydroxylapatitbeschichteten Implantaten zeigten erhebliche Beschädigungen der Oberflächen nach Verwendung von Cavitron und Metallscalern [3, 14, 36, 40, 56, 58]. Die Effekte von Pulverstrahlern werden dagegen als schonend beschrieben [3, 36, 38]. Allerdings berichteten THOMSON-NEAL et al. [58] von einer Freilegung der Metalloberfläche bei Hydroxylapatit-beschichteten Implantaten.

Empfohlen von allen Autoren wird dagegen die Benutzung einer Kunststoffkürette, die kaum zerstörende Veränderungen hinterlässt. Dem schließen wir uns aufgrund unserer Ergebnisse uneingeschränkt an.

Unter dem Aspekt der Sauberhaltung der Titanoberflächen betrachtet erzielte außerdem eine regelmäßige Gumminapfpolitur einen hohen Reinigungseffekt [56] und hinterlässt zusätzlich eine polierte Oberfläche an Titanimplantaten [15, 40, 58]. Auf den Gebrauch von Polierpasten soll dabei jedoch verzichtet werden, da dadurch eine Aufrauung der Metalloberflächen stattfindet [15].

COOLEY et al. [7] stellten bei ihren Untersuchungen zur Wirkung des Pulverstrahlers auf Keramik fest, dass bei behutsamer Behandlung die Porzellanoberflächen unbeschädigt blieben. Kleine Grübchen konnten in Abhängigkeit von benutztem Keramikmaterial und von der Temperatur des Glanzbrandes jedoch auftreten.

An restaurativen Materialien wie Komposites, Amalgam und Gold allerdings hinterlässt jede noch so kurze Anwendung von Pulverstrahlgeräten Rauigkeiten an den Oberflächen [34].

Die Benutzung von Ultraschallscalern und Metallküretten sollte auch an Keramikoberflächen [31] und den Keramikrändern von Metallkeramikronen [60] nur mit größter Vorsicht erfolgen, da es unter

der Behandlung zu einer erhöhten Oberflächenrauigkeit und in Folge dessen zu erhöhter Plaqueretention kommt.

Scaling mit Ultraschall ruft auch an der Wurzeloberfläche tiefere Rillen hervor als die Behandlung mit Handscalern [24]. Ultraschallscaling verursacht in der Oberfläche des Zahnschmelzes tiefe lineare Rillen, wogegen die Behandlung mit Air-Flow eine irreguläre raue Oberfläche hinterlässt [63]. Der Substanzverlust bei der Wurzelreinigung ist allerdings nach Bearbeitung mit Handküretten größer als nach Ultraschallbehandlung [45], man empfiehlt in den letzten Jahren jedoch eher schonende Methoden der Wurzelreinigung.

Unter Beachtung bestimmter Voraussetzungen, wie ein gemäßiger Kraftaufwand und die Einhaltung des geforderten Winkels, mit dem die Ultraschallspitze am Zahn angesetzt wird, ist der Ultraschallscaler aber am natürlichen Zahn für verschiedene klinische Anwendungen zu gebrauchen [13].

5. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit sollte der Einfluss verschiedener Prophylaxemethoden auf den Goldrand und die Keramik von galvanokeramischen Kronen untersucht werden.

Dafür wurden 32 Galvanokronen angefertigt und auf ihre Aluminiumstümpfe aufzementiert.

Als Reinigungsinstrumente kamen der Ultraschallscaler Sonosoft Lux mit Arbeitsende 9, das Pulverstrahlgerät KaVo-Prophyflex 2, die Gracey-Kürette 5/6 und der Kunststoffscaler Hawe Neos 1350 Implant zum Einsatz, welche zu den gebräuchlichsten Prophylaxeinstrumenten gehören.

Es wurden zwei unterschiedlich lange Behandlungszeiten gewählt. Einmal sollte die Behandlungsdauer der Krone in einem Jahr bei angenommenen Recallintervallen von 3 Monaten nachempfunden werden, während die längere Behandlungsdauer einer Bearbeitungszeit im Rahmen einer Langzeitstudie von 8 Jahren entsprach.

Bei Ultraschall und Pulverstrahlgerät erfolgte eine rein zeitabhängige Bearbeitungsdauer von einmal 30 Sekunden und danach 4,5 Minuten.

Mit Gracey-Kürette und Kunststoffscaler wurden zuerst 16 vertikale und 16 horizontale Reinigungsbewegungen ausgeführt, im Langzeitversuch dann 128 vertikale und 128 horizontale Bewegungen auf der Kronenoberfläche abgezählt.

Unter dem Rasterelektronenmikroskop wurden alle behandelten Kronen betrachtet und Fotos angefertigt. Sie dienten der Bewertung durch zwei Beurteiler mit Hilfe eines vierstufigen Wertungsschemas.

Sowohl die Betrachtung unter dem Mikroskop als auch die statistische Auswertung ergaben deutliche Unterschiede bezüglich der Beschädigung der Keramik- und Goldflächen.

Der Ultraschallscaler rief größere Zerstörungen hervor, ebenso die Gracey-Kürette. Auf beide Instrumente sollte bei der Kronenreinigung

verzichtet werden. Air-Flow raute die Oberfläche auf, auch sein Einsatz muss streng überprüft werden. Am besten zur Säuberung galvanokeramischer Kronen ist der Kunststoffscaler geeignet. Sein Gebrauch hinterließ größtenteils vollkommen unbeschädigte Oberflächen.

6. HERSTELLERVERZEICHNIS

- [A] C. Hafner, D-75173 Pforzheim
- [B] Emco Maier GmbH, A-5400 Hallein
- [C] GC Germany, 63477 Maintal-Dörmingheim
- [D] Harvard Dental GmbH, D-14197 Berlin
- [E] Hawe Neos Dental, CH-6934 Bioggio
- [F] Hu-Friedy, Chicago, IL 60618-5982, USA
- [G] Ilford Imaging GmbH, D-63303 Dreieich
- [H] KaVo-Dental GmbH, D-88400 Biberach/Riss
- [I] Omnident Dentalhandel GmbH, D-63110 Rodgau
- [J] Philips GmbH, D-20099 Hamburg
- [K] Polaron Group, Watford WD 18 8XG, UK
- [L] Wieland Edelmetalle GmbH & Co., D-75179 Pforzheim

7. LITERATURVERZEICHNIS

1. *Atkinson, D.R., Cobb, C.M., Killooy, W.J.:* The effect of an air-powder abrasive system on in vitro root surfaces. J Periodontol 55, 13-18 (1984).
2. *Augthun, M.:* Palladium-Kupfer- Legierungen – ein biologisches Risiko? Phillip J 11, 275 (1994).
3. *Augthun, M., Tinschert, J., Huber, A.:* In vitro studies on the effect of cleaning methods on different implantat surfaces. J Periodontol 8, 857-864 (1998).
4. *Bradley, J. C., Goldstein, G. R., Simonelli, G.:* The effect of dental prophylaxis instruments on the surface roughness of metals used for metal ceramic crowns. J prosthodont 73, 219-222 (1995).
5. *Brosius, G., Brosius, F.:* SPSS: Base system und professional statistics. 1. Aufl. International Thomson Publishing, Bonn, Albany 1995.
6. *Busch, M.:* Galvanodoppelkrone in Verbindung mit Klebetechnik. Wieland-Video: AGC-System, Pforzheim 1990.
7. *Cooley, R. L., Lubow, R. M., Brown, F. H.:* Effect of air-powder abrasive instrument on porcelain. J Prosthet Dent 4, 440-443 (1988).
8. *Diedrichs, G.:* Galvanoforming – Möglichkeiten und Grenzen. ZWR 105, 21-26 (1996).
9. *Diedrichs, G., Rosenhain, P.:* Galvano-Außenteleskope in der direkten Technik. Quintessenz 42, 49-56 (1991).
10. *Diedrichs, G., Rosenhain, P.:* Galvanoforming. Bio – Ästhetik in der restaurativen Zahnheilkunde. Verlag Neuer Merkur, 14 (1995).
11. *Erpenstein, H., Kerschbaum, T.:* Frakturanfälligkeit von glas- und galvanokeramischen Kronen. Dtsch Zahnärztl Z 50, 668-670 (1995).
12. *Erpenstein, H., Borchard, R., Kerschbaum, Th.:* Long-term clinical results of galvano-ceramic and glass-ceramic individual crowns. J Prosthet Dent 83, 530-534 (2000).
13. *Flemmig, T.F., Petersilka, G.J., Mehl, A., Hickel, R., Klaiber, B.:* The effect of working parameters on root substance removal using a piezoelectric ultrasonic scaler in vitro. J Clin Periodontol 25, 158-163 (1998).

14. *Fox, S. C., Moriarty, J. D., Kusy, R. P.:* The effects of scaling a titanium implantat surface with metal and plastic instruments: An in vitro study. *J Periodontol* 8, 485-490 (1990).
15. *Gantes, B. G., Nilveus, R.:* Die Wirkungen unterschiedlicher Hygieneinstrumente auf Titanoberflächen : REM-Beobachtungen. *Int J Parodontol Restaurat Zahnheilkd* 3, 217-231 (1991).
16. *Gilde H., Lenz, P., Samara, U., Föllinger, M.:* Untersuchungen zur Druckbelastbarkeit von Galvanokronen. *Zahnärztl Welt* 100, 632-637 (1991)
17. *Harms, Volker:* Physik für Mediziner und Pharmazeuten. 14. Aufl. Harms-Verlag, Kiel-Mönkeberg 1998.
18. *Henry, P. J., Johnston, J. F., Mitchell, D. F.:* Tissue changes beneath fixed partial dentures. *J prosthet dent* 16, 937-947 (1966).
19. *Herforth, A.:* Die systematische Parodontalbehandlung. *Zahnärztl. Mitt.* 70, 24-26 (1980).
20. *Herforth, A.:* Parodontologie für die Zahmedizinische Fachhelferin. Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin 1985.
21. *Horn, V., Kappert, H. F.:* Festigkeit von dreigliedrigen Galvanobrücken im Seitenzahnbereich. *Dtsch Zahnärztl Z* 47, 597 (1992).
22. *Iten, H.:* Galvanoformen für Spritzformeinsätze. In: Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik (Hrsg.): 8. Ulmer Gespräch 1986: Galvanoforming – Fortschritte und neue Anwendungsgebiete. Leuze Verlag, Saulgau 1986.
23. *Kappert, H. F., Schwickerath, H., Bregazzi, J., Hölsch, W.:* Beeinträchtigung der Korrossionsfestigkeit durch den Aufbrennprozess. *Dent Labor* 43, 65 (1995).
24. *Kerry, G.J.:* Roughness of root surfaces after use of ultrasonic instruments and hand curettes. *J Periodontol* 38, 340-346 (1967).
25. *Kerschbaum, T., Erpenstein, H.:* Galvanokeramische Einzelkronen haben sich klinisch bewährt. *Zahnärztl Mitt* 87, 38-43 (1997).
26. *Klaus, G.:* Galvanotechnik. Elektroformung, die Alternative zur Gusstechnik. *Quintessenz Zahntech* 14, 556 (1988).
27. *Klett, R., Hornig, W.:* Die Galvanisierte Kronenhülse. *Dtsch Zahnärztl Z* 42, 614 (1987).

28. Kocher, T.: Maschinelle Wurzeloberflächenbearbeitung. Dent Magazin 17, 97-103 (1999).
29. Krieg, G.: Erste Langzeitergebnisse galvanokeramischer Kronen nach dem AGC-Verfahren – Eine 9-Jahres-Studie. Quintessenz 46, 783-788. (1994).
30. Krieg, G. und Klaus, G.: Klinische Aspekte und neue Anwendungsmöglichkeiten der Galvonotechnik. Quintessenz 39, 2103 (1988).
31. Lee, S., Lai, Y. Morgano, S.: Effects of ultrasonic scaling and periodontal curettage on surface of porcelain. J Prosthet Dent 3, 227-232 (1995).
32. Listgarten, M. A., Mayo, H. E., Tremblay, R.: Development of dental plaque on epoxy resin crowns in man. A light and electron microscopic study. J Periodontol 46, 10-26 (1975).
33. Loe, H., Theilade, E., Jensen, S. B.: Experimental gingivitis in man. J Periodontol 36, 177-187 (1965).
34. Lubow, R. M., Cooley, R. L.: Effekt of air-powder abrasive instrument on restorative materials. J Prosthet Dent 55, 462-465 (1986).
35. Ludwig, K.: Legierungen in der zahnärztlichen Therapie. Teil I: Übersicht – Korrosionsprobleme. Dental Spiegel (1), 44 (1994).
36. Meschenmoser, A., d'Hoedt, B., Meyle, J., Elssner, G., Brich, M., Hämmerle, H., Schulte, W.: Zur Reinigung von Titanimplantaten. Zahnärztl Implantol 10, 77-83 (1994).
37. Newman, H.N.: Update on plaque and periodontal disease. J Clin periodontol 7, 251-258 (1980).
38. Parham, P. L., Cobb, C. M., French, A. A., Love, J. W., Drisko, C. L., Killoy, W. J.: Effects of an air-powder abrasive system on plasma-sprayed titanium implantat surfaces: An in vitro evaluation. J Oral Implant 2, 78-86 (1989).
39. Pierce, L. H., Goodkind, R. J.: A status report of possible risks of base metal alloys and their components. J Prosthet Dent 62, 234 (1989).
40. Rapley, J. W., Swan, R. H., Hallmon, W. W., Mills, M. P.: The surface characteristics produced by various oral hygiene instruments and materials on titanium implantat abutments. Int J Oral Maxillofac Implants 5, 47-52 (1990).

41. *Rateitschak, K.H.:* Parodontologie, 2. Aufl. Thieme, Stuttgart 1991.
42. *Rechmann, P.:* Zur Aufnahme von Metallen aus restaurativen Legierungen in die Mundschleimhaut. Quintessenz Verlag, Berlin 1994.
43. *Reimer, L., Pefferkorn, G.:* Rasterelektronenmikroskopie. 2. Aufl. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1977.
44. *Renggli, H. H., Mühlemann, H. R., Rateitschak, K.-H.:* Parodontologie. 3. Aufl. Thieme, Stuttgart 1984.
45. *Ritz, L., Hefti, A.F., Rateitschak, K.H.:* An in vitro investigation on the loss of root substance in scaling with various instruments. J Clin Periodontol 18, 643-647 (1991).
46. *Sachs, L. :* Angewandte Statistik. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg (1992).
47. *Schwickerath, H.:* Biege- und Verbundfestigkeit galvanisierter Metallkeramikronen. Dent Lab 34, 375 (1986).
48. *Schwickerath, H.:* Galvanische Kronenherstellung im Test. Zahnärztl Mitt 76, 479 (1986).
49. *Schwickerath, H.:* Zur Beurteilung der Belastbarkeit von metallkeramischen Restaurationen. Zahnärztl Welt 98, 434 (1989).
50. *Setz, J., Diedrichs, G.:* Galvanotechnik zur Herstellung von Zahnersatz. Stellungnahme der DGZMK. DZZ Systemausgabe 57, 514 (2002).
51. *Setz, J., Diehl, J., Weber, H.:* Der Randschluss zementierter galvanischer Kronen. Quintessenz 40, 1439 (1989).
52. *Setz, J., Weber, H.:* Galvanokeramische Kronen. Klinische und experimentelle Ergebnisse. Zahnärztl Mitt 80, 2480 (1990).
53. *Setz, J., Weber, H., Diehl, J., Frank, G., Klaus, G.:* Galvanokeramische Kronen. Herstellung und erste Erfahrungen. Dent Labor 36, 71 (1988).
54. *Simonis, A., Freesmeyer, W. B., Benzing, U., Setz, J.:* Plaqueanlagerungen an galvanokeramischen Kronen. Dtsch Zahnärztl Z 44, 793 (1989).
55. *Sorensen, J.A.:* A rational for comparison of plaque-retaining properties of crown systems. J prosthet dent 62, 264-269 (1989).

56. *Speelman, J. A., Collaert, B., Klinge, B.*: Evaluation of different methods to clean titanium abutments. *Clin Oral Impl Res* 3, 120-127 (1992).
57. *Stroppe, W.*: Standortbestimmung 1990. Galvanoplastisch hergestellte Gerüste. *Dent Labor* 38, 201 (1990).
58. *Thomson-Neal, D., Evans, G. H., Meffert, R., M.*: Die Auswirkungen verschiedener prophylaktischer Behandlungsmaßnahmen auf Titan-, monokristalline Aluminiumoxid- und hydroxylapatitbeschichtete Implantate. *Int J Periodont Restorat Zahnheilkd* 4, 301-310 (1989).
59. *Van Volkinburg, J. W., Green, E., Armitage, G. C.*: The nature of root surface after curette, cavitron and alphasonic instrumentation. *J Periodont Res* 11, 374-381 (1976).
60. *Vermilyea, S. G., Prasanna, M. K., Agar, J. R.*: Effekt of ultrasonic cleaning and air polishing on porcelain labial margin restorations. *J Prosth Dent* 5, 447-453 (1994).
61. *Waerhaug, J.*: Tissue reactions around artificial crowns. *J Periodontal* 24, 172-185 (1953).
62. *Waerhaug, J.*: Presence or absence of plaque on subgingival restorations. *Scand J Dent Res* 83, 193-201 (1975).
63. *Willmann, D.E., Norling, B.K., Johnson, W.N.*: A new prophylaxis instrument: effect on enamel alterations. *JADA* 101, 923-925 (1980).
64. *Wirz, J.*: Schädigung des Parodontes durch zahnärztliche Werkstoffe. *Zahnärztl Welt* 102, 146-162 (1993).
65. *Wirz, J.*: Basler Lehrmeinung zur Anwendung von Metallen und Legierungen in der Mundhöhle. *Quintessenz* 46, 393-398 (1995).
66. *Wirz, J., Graber, G., Widmer, W.*: Metallische Verankerungselemente in der restaurativen Zahnmedizin. *Quintessenz*, Berlin (1987).
67. *Wirz, J., Jäger, K., Schmidli, F.*: Metallionen im Gewebe. *Quintessenz* 44, 579 (1993).
68. *Wirz, J., Jäger, K., Schmidli, F.*: Klinische Korrosion. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 97, 1151-1156 (1987).
69. *Wirz, J., Jäger, K., Schmidli, F.*: Moderne Galvanotechnologie. Neue Wege mit biokompatiblen, zementierbaren Keramikrestorationen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 106, 643-651 (1996).

70. *Wirz, J., Steinemann, S.:* Korrosionsvorgänge in der Mundhöhle.
Phillip J 4, 81-85 (1987).

71. *Wirz, J., Steinemann, S., Schmidli, F., Wall, R.:*
Aufbrennlegierungen im Spaltkorrosionstest. Schweiz Monatsschr
Zahnmed 97, 571-590 (1987).

8. DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich all denen danken, die mit ihrer Hilfe und Unterstützung wesentlich zum Gelingen meiner Dissertationsarbeit beigetragen haben.

Besonders danke ich Frau Dr. Dr. Gabriele Diedrichs für die freundliche Bereitstellung des Themas und für die engagierte Betreuung und Beratung, Herrn Michel, der viele Stunden mit mir am Elektronenmikroskop verbrachte, für die angenehme Zusammenarbeit, Herrn Löring für die Herstellung der Kronen, Herrn Stefenelli, der mir bei der statistischen Auswertung behilflich war, dem AGC[®] Club für seine Unterstützung und nicht zuletzt meiner Familie für die ständige Motivation und die Schaffung zeitlicher Freiräume zur Fertigstellung meiner Arbeit.

Lebenslauf

Falk Franke

19.09.1967: geb. in Freital

Vater: Reiner Franke, Dipl.-Ingenieur f. Informationselektronik
Mutter: Ursula Franke, Dipl.-Ingenieur f. Informationselektronik

09.1974 - 07.1977	Besuch der Zehnklassigen Allgemeinbildenden Polytechnischen Oberschule in Dresden
09.1977 - 07.1984	Besuch der Zehnklassigen Allgemeinbildenden Polytechnischen Oberschule in Possendorf
09.1984 - 07.1986	Besuch der Erweiterten Oberschule in Freital
07.1986	Abitur
08.1986 - 09.1986	Vorpraktikum an der Medizinischen Akademie Dresden Abteilungen Orthopädie
10.1986 - 08.1989	Wehrdienst bei Nationaler Volksarmee
09.1989 - 08.1991	Studium der Zahnmedizin an der Humboldt Universität Berlin
08.1991	Physikum
09.1991 - 08.1994	Fortsetzung des Studiums der Zahnmedizin an der Carl-Gustav-Carus Universität Dresden
31.08.1994	Staatsexamen Zahnmedizin
04.10.1994 - 01.05.1995	Beschäftigung als Ausbildungsassistent in der Zahnarztpraxis Dr. Billstein in Schleiden-Gemünd
02.05.1995 - 16.03.1997	Beschäftigung als Ausbildungsassistent und später als Entlastungsassistent in der Zahnarztpraxis Dr. van Straelen in Rheinberg
17.03.1997 - 31.01.2001	Beschäftigung als angestellter Zahnarzt in der Zahnarztpraxis Dr. Krull in Dinslaken
seit 01.02.2001	Niederlassung in Gemeinschaftspraxis mit Dr. Krull in Dinslaken

Abstract

In der vorliegenden Arbeit sollte der Einfluss verschiedener Prophylaxemethoden auf den Goldrand und die Keramik von galvanokeramischen Kronen untersucht werden.

Dafür wurden 32 Galvanokronen angefertigt und auf ihre Aluminiumstümpfe aufzementiert.

Als Reinigungsinstrumente kamen der Ultraschallskaler Sonosoft Lux mit Arbeitsende 9, das Pulverstrahlgerät KaVo-Prophyflex 2, die Gracey-Kürette 5/6 und der Kunststoffskaler Hawe Neos 1350 Implant zum Einsatz, welche zu den gebräuchlichsten Prophylaxeinstrumenten gehören.

Es wurden zwei unterschiedlich lange Behandlungszeiten gewählt. Einmal sollte die Behandlungsdauer der Krone in einem Jahr bei angenommenen Recallintervallen von 3 Monaten nachempfunden werden, während die längere Behandlungsdauer einer Bearbeitungszeit im Rahmen einer Langzeitstudie von 8 Jahren entsprach.

Bei Ultraschall und Pulverstrahlgerät erfolgte eine rein zeitabhängige Bearbeitungsdauer von einmal 30 Sekunden und danach 4,5 Minuten. Mit Gracey-Kürette und Kunststoffskaler wurden zuerst 16 vertikale und 16 horizontale Reinigungsbewegungen ausgeführt, im Langzeitversuch dann 128 vertikale und 128 horizontale Bewegungen auf der Kronenoberfläche abgezählt.

Unter dem Rasterelektronenmikroskop wurden alle behandelten Kronen betrachtet und Fotos angefertigt. Sie dienten der Bewertung durch zwei Beurteiler mit Hilfe eines vierstufigen Wertungsschemas. Sowohl die Betrachtung unter dem Mikroskop als auch die statistische Auswertung ergaben deutliche Unterschiede bezüglich der Beschädigung der Keramik- und Goldflächen.

Der Ultraschallskaler rief größere Zerstörungen hervor, ebenso die Gracey-Kürette. Auf beide Instrumente sollte bei der Kronenreinigung verzichtet werden. Air-Flow raute die Oberfläche auf, auch sein Einsatz muss streng überprüft werden. Am besten zur Säuberung galvanokeramischer Kronen ist der Kunststoffskaler geeignet. Sein Gebrauch hinterließ größtenteils vollkommen unbeschädigte Oberflächen.