

03/09

stomatologie

Herausgegeben von der Österreichischen Gesellschaft
für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

SONDERDRUCK

Untersuchung zur Schleifleistung diamantierter Schleifkörper an der
Universität Innsbruck

A. Sander, U. S. Beier, I. Kapferer, H. Dumfahrt

Seite 29–34

© Springer-Verlag 2009

Untersuchung zur Schleifleistung diamantierter Schleifkörper

A. Sander, U. S. Beier, I. Kapferer, H. Dumfahrt

Medizinische Universität Innsbruck, Univ.-Klinik für Zahnersatz und Zahnerhaltung MZA, Innsbruck, Österreich

In der vorliegenden Arbeit wird die Schneidleistung und Standfestigkeit verschiedener Diamantschleifkörper nach standardisiertem Gebrauch von 10 bis 40 Minuten untersucht. Die 1. Versuchsserie setzte sich aus 8 parallelwandigen Schleifkörpern unterschiedlicher Hersteller mit abgerundeten Kanten der Größe ISO 16 mit gleicher Körnungsgröße (105–125 µm) zusammen. Ein Schleifkörper der Versuchsserie wies akzessorische Kühlrillen auf. In der 2. Serie wurden 11 parallelwandige Schleifkörper der Größe ISO 12 gleicher Korngröße (105–125 µm) unterschiedlicher Hersteller mit und ohne Kühlrillen in der Testanlage wie in der ersten Versuchsreihe untersucht. Zu jedem Schleifkörper wurden jeweils 5 idente Schleifkörper in einer dafür entwickelten Testanlage an maschinell erstellten Keramikprüfblöcken (AD-995, Coors Tek Inc.) auf ihre Schneidleistung untersucht. Es wurde eine Turbine mit 200.000 U/min (2 bar), Wasserkühlung 50 ml/min und konstantem Balancegewicht von 152 g ± 2 g verwendet. 4 Schnitte, in jeweils 10 min Schleifzeit, wurden pro Schleifkörper nach einer ununterbrochenen Gesamtlaufzeit von 40 min in jedem Block anhand der ermittelten Schnittlänge ausgewertet. Die Schleifleistung und Standfestigkeit aller untersuchten Schleifkörper nahm signifikant nach dem ersten Schnitt ab ($p < 0.05$). Unterschiede zwischen den einzelnen Schleifkörpern gab es in der 2. Serie bei Schleifkörpern mit zusätzlicher Kühlrille, die eine größere Schneidleistung aufwiesen. Für den klinischen Betrieb interessant erscheint die Schleifleistung nach dem ersten Schnitt (nach 10 min), da danach die Leistung signifikant für alle Präparationsinstrumente abfällt. Instrumente mit Kühlrillen haben eine höhere Schleifleistung und müssen nicht so schnell ausgetauscht werden.

Schlüsselwörter: Präparationsinstrumente, diamantierter Schleifkörper, Schneidleistung, Standfestigkeit.

Cutting efficiency of different diamond burs after 10 to 40 min of continuous operation

Diamond burs of various manufacturers with the same shape and grit of ISO-classification show differences in

Korrespondenz: Dr. Ulrike Stephanie Beier, Medizinische Universität Innsbruck, Department Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie Univ.-Klinik für Zahnersatz und Zahnerhaltung, MZA, Anichstraße 35, 6020 Innsbruck, Österreich, E-mail: Ulrike.Beier@i-med.ac.at

cutting efficiency and signs of wear. This study sought to compare the cutting efficiency of different diamond burs after 10 to 40 min of continuous operation. Two groups of diamond burs with different diameter were set up. Group 1 contained 8 burs with similar cylindrical shape, diameter of 1,6mm and diamond coarseness (105–125 µm grit) of different manufacturers. One of the evaluated burs had additional cooling grooves. Group 2 contained 11 burs with similar cylindrical shape, diameter of 1.2 mm and diamond coarseness (105–125 µm grit) of different manufacturers. Two of the evaluated burs had additional cooling grooves. Five burs of each type have been selected. They were evaluated using a high-speed handpiece set at 200000 RPM with a coolant flow rate of 50 ml/min mounted on a custom testing device. The burs were tested under constant load (152 g ± 2 g) while performing cuts on standardized 99.5% pure Al₂O₃ ceramic block (AD-995, Coors Tek Inc.) Each bur was subjected to four consecutive cuts for 10 to 40 min continuous operation. Cutting efficiency was measured in millimeters by depths in the ceramic blocks. The mean wear rates were determined for five burs of each type and compared with analysis of variance with $p < 0.05$ for significant differences. All diamond burs showed a significant reduction of the cutting efficiency after the first cut after 10 min operation. Diamond burs with additional cooling grooves had a higher mean cutting rate, in group one it was significantly higher. All bur types exhibited a reduction in cutting rate with increased use. For clinical use only the first 10 min of continuous operation are interesting.

Key words: Diamond bur, cutting efficiency, diamond grit, bur design.

Einleitung

Rotierende Instrumente werden seit mehr als 100 Jahren für die Präparation von Zähnen eingesetzt (Vinski 1979, Siegel und von Fraunhofer 1998). Die Zahnpräparation mit schnelllaufenden, rotierenden Instrumenten ist einer der wichtigsten und am häufigsten durchgeführten Therapieschritte in der Zahnheilkunde. Ziel ist die Umgestaltung des kariösen Defektes und der verbliebenen gesunden Zahnhartsubstanz in eine Kavität. Für die geometrische Form und Ausdehnung der Kavität gelten

bestimmte Regeln (Fuhr 1966, Shillingburg et al. 1997). Klinische Untersuchungen zeigen, dass die Qualität des Kavitätenrandes die Lebensdauer der prothetischen Versorgung wesentlich beeinflusst (Holmes et al. 1989, Gelbard et al. 1994). Ausschlaggebend sind möglichst glatte Ränder der Kavität (Pantke 1963, Jung und Pantke 1991), um pathologische Entwicklungen wie Sekundärkaries und parodontale Schäden zu vermeiden. Dabei müssen die Präparationsrichtlinien zur atraumatischen Präparation (gute Spraykühlung, nicht zu hohe Drehzahl, geringer Anpressdruck), optimales Arbeitsergebnis (Einhalten der Regeln für die Kavitätenform) und Rationalität (Zeitfaktor) im Blick behalten werden (Kimmel 1983, Steegmayer et al. 1989). Grundvoraussetzung für diese Präparationsziele sind qualitativ hochwertige Diamantschleifinstrumente.

Zum Einsatz kommen dabei vorwiegend diamantierte Schleifkörper die in verschiedenen Größen, Formen und Diamantkörnungen im Handel erhältlich sind. Die Anzahl der zur Verfügung stehenden Schleifkörper ist immens groß, bereits 1986 existierten mehr als 8000 Varianten (Kimmel et al. 1986, Lambert und Lambert 1989). Ihr Hauptanwendungsbereich liegt in der Bearbeitung von sehr harten oder sehr abrasiven nicht eisenhaltigen Werkstoffen, weil Diamantschleifmittel zwar hart und äußerst verschleißfest sind, aber bei hohen Temperaturen ($>600^{\circ}\text{C}$) bei der Berührung mit Eisen eine chemische Reaktion eingehen (Ley 2001). Der Schleifvorgang erfolgt durch Spanabtragung mit diamantierten Schleifkörpern, die zirkulär angebracht sind, und im Rechts- oder Linkslauf erfolgen kann. Im Gegensatz dazu wird der Bohrer nur in Verbindung mit einem axialen Vorgehen verwendet und schneidet nur an der Stirnfläche.

Bei den 1897 von William und Schröder in Berlin erzeugten ersten Diamantschleifkörper wurden die Diamantpartikel noch durch Aufhämmern auf den Metallschaft fixiert (de Tomasi 1976). Erst im Jahr 1932 entwickelte Wilhelm Hugo Drendel ein Verfahren, bei dem die Schleifkörner durch einen galvanischen Prozess am Metallrohling gebunden wurden (Drendel und Zweiling 1959, Walsh 1953). Dieses Verfahren brachte den Durchbruch in der Diamantierung von Werkzeugen. Auf dieser Basis beruhen heute noch die verwendeten galvanischen Bindungsverfahren bei der Herstellung moderner Diamantschleifkörper.

Die verschieden gekörnten Diamantinstrumente werden aufgrund ihrer Wirkung auf Schmelz und Dentin für unterschiedliche Indikationsgebiete empfohlen. Sie reichen vom Glätten beziehungsweise Finieren der Kavität mit der feinen Körnung (Korngröße etwa $40\ \mu\text{m}$) bis zur möglichst schnellen und effizienten Präparation beziehungsweise Formgebung mit der groben und extragroben Körnung (Korngröße ab $120\ \mu\text{m}$).

Während sich zahlreiche Untersuchungen mit der Oberflächenbeschaffenheit verschiedener Materialien nach dem Schleifen mit Diamantschleifkörpern beschäftigen, wird über die Oberflächengestalt der Diamantinstrumente selbst wenig berichtet (Adolph 1958, Pantke 1963, Fuhr 1968). Die modernen Diamantschleifkörper, die in der Zahnmedizin verwendet werden, sind

universell einsetzbar und zeichnen sich durch einen weichen vibrationsarmen Lauf, eine lange Formbeständigkeit sowie eine hohe Standfestigkeit aus. Die Standzeit bezeichnet die Gebrauchszeit, in der die mittlere Schneidleistung mit einem Schleifkörper oder Fräser möglich ist (Hohmann und Hielscher 1998). Dies beschreibt den Zeitraum, in dem der Schleifkörper bzw. Fräser verschleißt, und ist für den Zahnarzt von großem Interesse in Hinblick auf Qualität und Wirtschaftlichkeit. Die Schleifleistung wird angegeben als die Zerspansmenge pro Zeiteinheit, was so viel bedeutet wie die Menge des abgetragenen Materials pro Zeiteinheit (Siegel und von Fraunhofer 1999, Steegmayer 1991).

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Evaluation der Schleifleistung und der Standfestigkeit ausgewählter parallelwandiger Diamantschleifkörper verschiedener Hersteller an keramischen Prüfkörpern nach standardisiertem Gebrauch von 10 bis 40 Minuten.

Material und Methode

Zwei Gruppen von Schleifkörpern mit unterschiedlicher Schleifkörperform wurden gebildet. In der ersten Gruppe befinden sich 8 zylinderförmige Schleifkörper mit einem Durchmesser von 1,6 mm, abgerundeten Kanten und einer Korngröße von $105\text{--}125\ \mu\text{m}$ (Hersteller: Busch[®], Diatech[®], Edenta[®], Horico[®], Intensiv[®], Komet[®], Meisinger[®]). Ein Schleifkörper (Busch[®] K) wies eine akzessorische Kühlrille auf. In der zweiten Gruppe wurden 11 zylinderförmige Schleifkörper mit einem Durchmesser von 1,2 mm ohne abgerundete Kanten und einer Korngröße von $105\text{--}125\ \mu\text{m}$ (Hersteller: Busch[®], Diatech[®], Edenta[®], Horico[®], Intensiv[®], Komet[®], Meisinger[®], White Tiger[®], Diacut[®]) untersucht. In dieser Serie hatten 2 Schleifkörper akzessorische Kühlrillen (Busch[®] K und Edenta[®] K). Es wurden jeweils 5 idente Schleifkörper untersucht.



Abb. 1. Übersichtsaufnahme der Testanlage mit abgenommener Plexiglasabdeckung

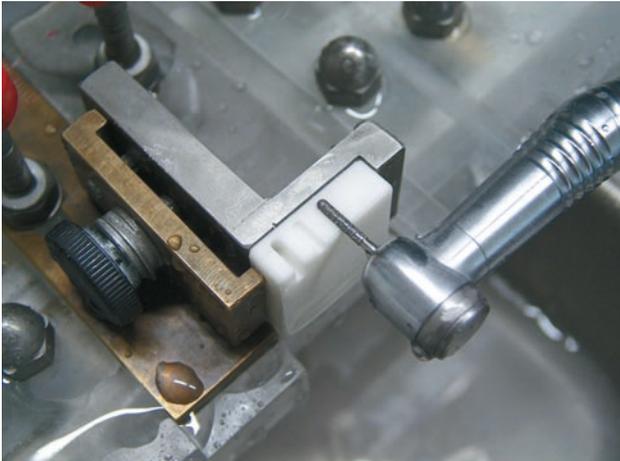


Abb. 2. Detailaufnahme des Schleifvorgangs am Ende des dritten Schnittes

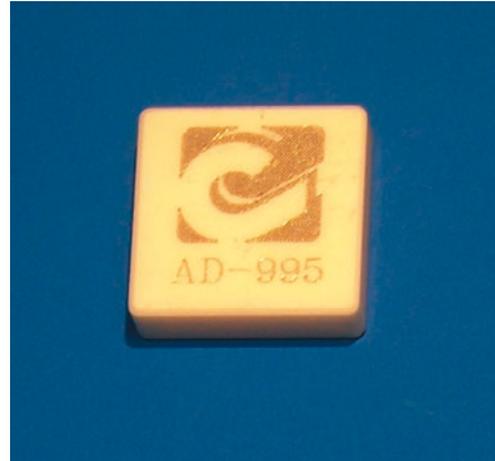


Abb. 3. Keramikprüfkörper AD-995 der Firma CoorsTek®

In der dafür entwickelten Testanlage (siehe Abb. 1) wurden die Schleifkörper unter Verwendung einer Turbine mit 200.000 U/min (2 bar), Wasserkühlung 50 ml/min und konstantem Balancegewicht von 152 g an maschinell erstellten Keramikprüfblöcken untersucht (Abb. 2). Hierbei handelt es sich um maschinell erstellte Keramikprüfkörper AD-995 (siehe Abb. 3) der Firma CoorsTek Inc, USA mit einem Aluminiumoxyd Gehalt von 99,5%.

Es werden 4 Schnitte durchgeführt, 1 Schnitt erfolgt mit jeweils 10 min Schleifzeit. Nach einer ununterbrochenen Gesamtlaufzeit von 40 min (dies entspricht 4 Schnitten) in jedem Keramikprüfblock wird die Schleifleistung anhand der ermittelten Schnittlänge ausgewertet. Für jeden Schleifkörpertyp wird dieser Vorgang mit jeweils fünf identen neuen Schleifkörpern durchgeführt.

Schleiftestauswertung

Die Schleifleistung der Diamantschleifkörper entspricht der jeweiligen Schnittlänge in Millimetern (mm) im

Keramikprüfkörper. Dazu wurden bei jedem Hersteller die vier Schnitte aller fünf Diamantschleifkörper der jeweiligen Serie abgemessen. Die durchschnittliche Gesamtlänge wurde aus den Längen der einzelnen Schnitte der jeweiligen Schleifkörper berechnet.

Ergebnisse

Die Tabellen 1 und 2 zeigen detailliert die durchschnittlichen Schnittlängen nach den einzelnen Schnitten im Keramikprüfblock in Millimeter (mm) und den jeweiligen prozentualen Anteil an der gesamten Schleifleistung des Diamantschleifkörpers für die Versuchsreihen 1 und 2. In der Versuchsreihe 1 beträgt die durchschnittliche Gesamtschnittlänge im Keramikblock 12,2 mm. Die Versuchsreihe 2 zeigt mit 15,38 mm durchschnittlicher Gesamtlänge eine größere Schneidleistung auf.

Der Diamantschleifkörper Busch® K (mit Kühlrille) erbrachte in der 1. Versuchsserie mit 17,30 mm die beste Schleifleistung, die Schleifleistung war signifikant besser als die Ergebnisse der Schleifkörper Diatec®,

Tab. 1: Durchschnittliche Schnittlängen im Keramikblock der 1. Versuchsserie in mm und Prozent (%)

Serie 1	1. Schnitt		2. Schnitt		3. Schnitt		4. Schnitt		Gesamtlänge	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Busch®	5,38	48,12	2,58	23,08	1,76	15,74	1,46	13,06	11,18	100
Busch K® (COOL DIAMANT Schleifer)	8,76	50,64	4,10	23,7	2,54	14,68	1,90	10,98	17,30	100
Diatech®	6,60	59,78	2,08	18,84	1,40	12,68	0,96	8,7	11,04	100
Edenta®	5,48	50,28	2,54	23,30	1,62	14,86	1,26	11,56	10,90	100
Horico®	5,54	62,11	1,66	18,61	0,98	10,98	0,74	8,3	8,92	100
Intensiv®	7,04	53,82	3,10	23,7	1,76	13,46	1,18	9,02	13,08	100
Komet®	6,36	57,92	2,20	20,03	1,40	12,75	1,02	9,3	10,98	100
Meisinger®	7,20	50,7	3,92	27,61	1,96	13,80	1,12	7,89	14,20	100
Mittelwert \bar{x} +	6,55 +	54,17 +	2,77 +	22,36 +	1,68 +	13,62 +	1,21 +	9,85 +	12,2 +	100
Standardabweichung (SD)	1,14	5,14	0,87	3,03	0,64	1,5	0,35	1,82	0,65	

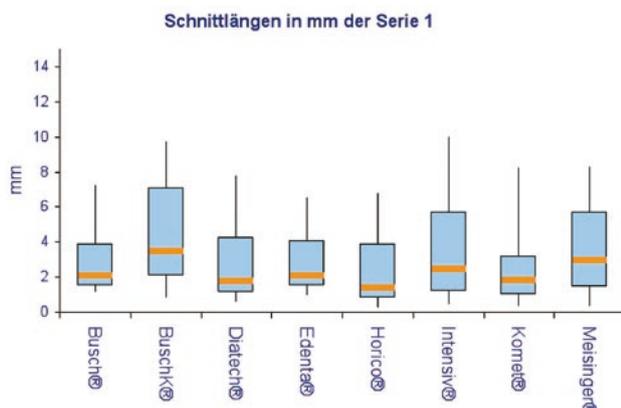
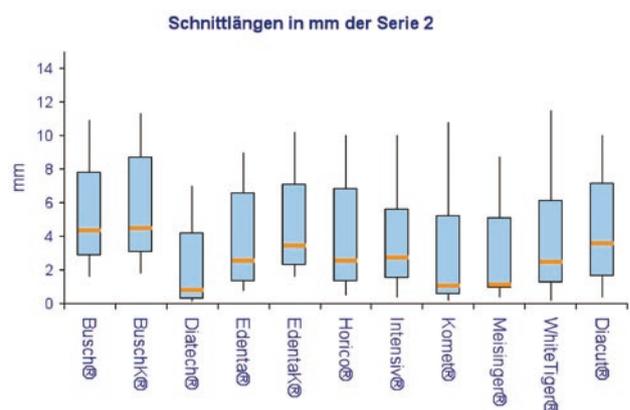
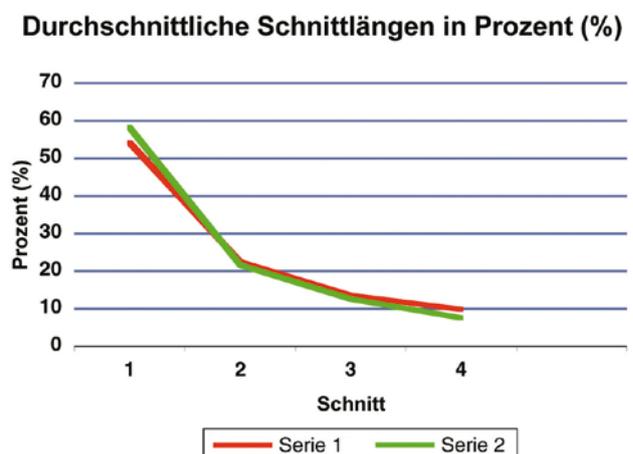
Tab. 2: Durchschnittliche Schnittlängen im Keramikblock der 2. Versuchsserie in mm und Prozent (%)

Serie 2	1. Schnitt		2. Schnitt		3. Schnitt		4. Schnitt		Gesamtlänge	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Busch®	10,08	48,32	4,90	23,49	3,46	16,59	2,42	11,60	20,86	100
Busch K®(COOL DIAMANT Schleifer)	10,76	47,32	5,60	24,63	3,86	16,97	2,52	11,08	22,74	100
Diatech®	6,04	71,57	1,64	19,43	0,52	6,16	0,24	2,84	8,44	100
Edenta®	8,34	56,59	3,32	22,52	1,84	12,48	1,24	8,41	14,74	100
Edenta K®	9,24	51,17	4,04	22,37	2,82	15,61	1,96	10,85	18,06	100
Horico®	9,30	61,79	3,18	21,06	1,64	10,66	0,98	6,49	15,10	100
Intensiv®	7,70	53,32	3,26	22,58	2,04	14,13	1,44	9,97	14,44	100
Komet®	8,16	67,22	2,54	20,92	1,02	8,4	0,42	3,46	12,14	100
Meisinger®	7,02	67,24	1,78	17,05	1,02	9,77	0,62	5,94	10,44	100
White Tiger®	9,46	63,07	3,04	20,27	1,70	11,33	0,80	5,33	15,00	100
Diacut®	9,20	53,36	4,08	23,67	2,70	15,66	1,26	7,31	17,24	100
Mittelwert \bar{x} + Standardabweichung (SD)	8,66 + 1,38	58,27 + 8,33	3,4 + 1,21	21,64 + 2,18	2,06 + 1,05	12,52 + 3,58	1,26 + 0,77	7,57 + 3,07	15,38 + 4,24	100

Edenta®, Horico® und Komet® ($p < 0.05$). Bei den Schleifkörpern der Serie 2 wiesen auch die Schleifkörper mit Kühlrille (Busch® K und Edenta® K) die besseren Ergebnisse auf. Die Schleifkörper der Firmen Busch® und Edenta Diacut® kamen an die Leistungen der Schleifkörper mit Kühlrille heran. Alle anderen erbrachten geringere Schnittlängen. Die Abb. 4 bis 6 geben die durchschnittlichen Schnittlängen der einzelnen Schleifkörper graphisch wieder.

Die Schleifleistung nach den ersten 10 Minuten war bei allen untersuchten Schleifkörpern sehr hoch, in der 1. Serie 54,17% und in der 2. Serie 58,27% der Gesamtleistung. Nach dieser Zeit nahm die Schleifleistung aller Instrumente signifikant ab ($p < 0.05$). Die Leistung ging jedoch bei keinem Schleifkörper auf null zurück.

Die Abbildung 6 zeigt die prozentuale Schleifleistung der jeweiligen Serien. Bei der ersten Versuchsserie ist die Schleifleistung nach dem ersten Schnitt geringer als in der zweiten Versuchsserie. In den Schnitten 2, 3 und 4 weist die Versuchsserie 1 die prozentual höhere Schleifleistung auf.

**Abb. 4.** Durchschnittliche Schnittlängen der einzelnen Schleifkörper der Serie 1**Abb. 5.** Durchschnittliche Schnittlängen der einzelnen Schleifkörper der Serie 2**Abb. 6.** Durchschnittliche Schnittlängen in Prozent (%)

Diskussion

Beobachtungen bei der Präparation von Pfeilerzähnen, sowohl für die festsitzende Kronen- und Brückenversorgung als auch für abnehmbare Konstruktionen in Form von Konus- und Teleskoparbeiten, haben gezeigt, dass Diamantschleifkörper sowohl Unterschiede in der Schleifleistung als auch im Grad der Abnutzung aufweisen. Die Qualität der Präparation übt einen starken Einfluss auf die Funktionstüchtigkeit und die Lebensdauer einer prothetischen Versorgung aus (Adolph 1958, Pantke 1963, Fuhr 1966, 1968).

In dieser Untersuchung haben wir uns für einen Keramikprüfkörper entschieden, weil bei der Verwendung natürlicher extrahierter Zähne als Prüfkörper das Problem der individuellen Schmelzhärte besteht. Sie unterliegt Schwankungen und nimmt von außen nach innen ab (Mayer 1989). Des Weiteren ist die Zahnschmelzschicht nur relativ dünn und die natürliche Wölbung des Zahns würde sich ungünstig auf die Standardisierung auswirken, weil die Schleifkörper keine gleichmäßige Angriffsfläche haben und dieses wechselnde Veränderungen der Versuchsbedingungen zur Folge hätte. Um bei dem Test eindeutig definierte und gleich bleibende Bedingungen zu schaffen, wurden daher Prüfkörper aus Aluminiumoxydkeramik verwendet. Die aus dieser Untersuchung gewonnenen Ergebnisse beziehen sich auf die im Schleiftest verwendeten Keramikprüfkörper. Die Drehzahl und der Anpressdruck der Turbine wurden so eingestellt, wie sie generell auch im klinischen Betrieb zur Anwendung kommen. Bei starken Abweichungen dieser Parameter von den Standardwerten können sich dementsprechend auch die Ergebnisse der Schneidleistung verändern.

Bei allen getesteten Instrumenten ist der starke Abfall der Schleifleistung vom ersten zum zweiten Schnitt zu beobachten. Die erreichten Werte sind beim zweiten Schnitt bei allen Herstellern um mehr als die Hälfte abgefallen, einzige Ausnahme sind die Diamantschleifkörper der Firma Meisinger® bei der ersten Serie. Aus diesem Grund haben die Werte vom ersten Schnitt die größte Aussage für den klinischen Betrieb, weil sie bei einem so starken Abfall der Schleifleistung, wie es der zweite Schnitt widerspiegelt, normalerweise ausgetauscht werden sollten.

Die Schleifkörper mit höherem Durchmesser und abgerundeten Kanten der Versuchsserie 1 weisen insgesamt eine geringere Schneidleistung auf als die in der Serie 2 untersuchten Schleifkörper geringeren Durchmessers und nicht abgerundeten Kanten. Die prozentuale Gesamtleistung in den Schnitten 2, 3 und 4 ist jedoch in der Versuchsreihe 1 erhöht, was für eine mögliche höhere Standzeit aufgrund der abgerundeten Kanten sprechen könnte. Die scharfen Kanten an Diamantinstrumenten erhöhen die Abnutzung in diesen Bereichen, wodurch es zu einem Temperaturanstieg beim Schleifvorgang kommt und möglicherweise eine iatrogene Pulpaschädigung zur Folge haben kann. Die Kühlung bei abgerundeten Diamantschleifkörpern ist verbessert und führt somit zu einer Erhöhung der Standzeit (Ketterl und Mayer 1976).

Bei der vorliegenden Untersuchung erreichen in beiden Serien die Diamanten mit Kühlrillen, unabhängig vom Hersteller, ausgezeichnete Ergebnisse. Ob die guten Werte einerseits durch eine optimierte Kühlung, andererseits durch einen besseren Abtransport vom Schleifstaub oder eventuell durch einen unrunder Lauf der Schleifkörper (Auslenkung bei der Umdrehung) zu begründen sind, sind Gegenstand weiterer Untersuchungen. Aus bisherigen wissenschaftlichen Arbeiten zum Einfluss der Kühlkanäle bei diamantierten Schleifkörpern auf die Schneidleistung und Kühlung können aufgrund der Vielschichtigkeit des Themenkomplexes keine endgültigen Schlussfolgerungen gezogen werden (Mayer 1989). Weitere Untersuchungen mit besonderem Augenmerk auf das thermische Verhalten und der möglichen iatrogenen Pulpaschädigung sind notwendig.

Schleifkörper verschleifen, weil sich Schleifkörper abnutzen oder herausbrechen und das Instrument sich in seinem Durchmesser verkleinert. Bei Fräsern kommt es zur Schneidenabnutzung und das Instrument wird stumpf. Bei stumpfen Instrumenten wird bei der klinischen Anwendung, um noch zu gleicher Schneidleistung zu kommen, der Arbeitsdruck erhöht, wodurch sich auch die Schleifwärme erhöht. Die Oberfläche des Werkstücks wird nicht mehr spanabhebend abgetragen, sondern verschmiert. Neben der Bindungshärte beeinflusst die Einbettiefe die Standzeit eines Schleifkörpers. Flache Einbettung (das Korn liegt sehr frei) eignet sich besser für weiche Werkstoffe, weil dabei das abgenutzte Schleifkorn leichter herausbrechen kann: die tiefe Einbettung ist besser für harte Werkstoffe, weil hier das Schleifkorn fester gehalten wird.

Für ein gebundenes Werkzeug gilt grundsätzlich die Anforderung, dass sich Schweißpartikel und Bindungsmaterial mit gleicher Geschwindigkeit abnutzen müssen um eine maximal lange Lebensdauer bei gleichzeitig bestmöglich konstanter Schneidleistung zu erreichen. Dadurch wird eine maximal lange Standfestigkeit erreicht.

Für das einwandfreie Arbeiten mit den Diamantschleifkörpern und für die Standfestigkeit der Instrumente sind die Korngröße sowie die gleichmäßige Verteilung und Einbettung der Diamanten durch den Galvanisierungsprozess von höchster Bedeutung. Dabei spielt auch die Bindungstiefe eine wichtige Rolle (Pantke 1963). Die Dicke der Bindungsschicht kann so gering gewählt werden, dass die scharfen Schneidekanten der Diamantkörner voll zur Geltung kommen. Das Bindemittel ist auf die Zahnschmelzhärte abgestimmt. Das bedeutet, die Diamantkörner werden festgehalten, bis sie nur noch eine ungenügende Schleifleistung erbringen und brechen dann aus. Eine zu tiefe Einbettung bewirkt eine geringere Schleifleistung, da die Körner tief in der Bindungsschicht liegen und die Schneidekanten nicht voll zur Wirkung kommen können. Zusätzlich besteht die Gefahr, dass sich die Zwischenräume mit Schleifstaub zusetzen. Dadurch sind gute Schleifleistung und ausreichende Kühlung nicht mehr gewährleistet. Die Schleifleistung ist somit von Schleifkorn, Größe, Härte, Bindemittel und Tiefe der Einbettung abhängig (Semmer und Kroszewsky 2002). Die Einbettung der

obersten Diamantschicht der Schleifkörper ist wahrscheinlich für den starken Abfall der Schleifleistung nach 10 Minuten verantwortlich. Die oberste Schicht ist nur teilweise in der Bindschicht verankert und wird durch den Schleifvorgang schneller herausgelöst. Aus diesem Grund verlieren die Schleifkörper in der vorliegenden Untersuchung auch nicht vollständig ihre Schleifleistung, weil sich nach 40 Minuten Schleifvorgang immer noch restliche Schleifpartikel in der untersten Bindschicht befinden, die weiterhin Material abtragen können. Eine ausreichende Kühlung ist in diesem Bereich des Schleifkörpers nicht mehr vorhanden, zudem wird die beschliffene Oberfläche unregelmäßiger. Im klinischen Betrieb werden die Instrumente normalerweise nicht so weit abgenutzt, da die Schleifleistung schon früher stark abnimmt und die Diamantinstrumente vorher durch neue ersetzt werden.

Um starke Abnutzung und die daraus resultierende geringere Kühlleistung zu vermeiden, sollte klinisch regelmäßig die Abnutzung der Diamantinstrumente wenn möglich mit einem Mikroskop, ansonsten mit der Lupenbrille oder mit einem Lupenglas kontrolliert werden.

Schlussfolgerung

Für den klinischen Betrieb ist beim Arbeiten mit diamantierten Schleifkörpern darauf zu achten, dass stumpfe Instrumente früh genug ausgewechselt werden. Vor allem die Spitzen und Kanten verlieren als erstes ihre Schärfe. Zusätzlich ist für ausreichende Spraykühlung zu sorgen. Durch das Kühlwasser wird einerseits ein zu hoher Temperaturanstieg vermieden. Andererseits reinigt es auch gleichzeitig die Oberfläche der Instrumente vom Schleifstaub und verlängert somit die Nutzungsdauer, wie Instrumente mit Kühlrillen zeigen. Der Arzt sollte beim Schleifen mit diamantierten Instrumenten auf intermittierende Arbeitsweise achten, da dadurch ein kritischer Temperaturanstieg vermieden wird und ein besserer Abtransport des Schleifstaubs gewährleistet ist.

Literatur

Adolph W (1958) Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Dentinoberflächen, die bei Anwesenheit von Wasser, Press-

- luft und Speichel maschinell bearbeitet wurden. Dtsch Zahnärztl Z 13: 758
- de Tomasi A (1976) History of the evolution of diamond burs in dentistry. *Odontostomatol Implantoprosesi* 2: 72
- Drendel WH, Zweiling F (1959) Die systematischen Präparationen der konservierenden und prothetischen Zahnheilkunde Mit einem geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Diamantinstrumente. Selbstverlag, Berlin
- Fuhr K (1966) On the preparation technic of crown and bridge prosthesis. *Dtsch Zahnärztl Z* 21: 911
- Fuhr K (1968) Measurements of structural variations on tooth surfaces. Clinical, microscopic and electron microscopic studies of dental hard substances. *Dtsch Zahnärztl Z* 23: 178
- Gelbard S, Aoskar Y, Zalkind M, Stern N (1994) Effect of impression materials and techniques on the marginal fit of metal castings. *J Prosthet Dent* 71: 1
- Hohmann A, Hielscher W (1998) *Lexikon der Zahntechnik*. Neuer Merkur Verlag, München
- Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD (1989) Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent* 62: 405
- Jung M, Pantke H (1991) The effect of diamond grinding instrument of different grit on dental hard tissue. *Dtsch Stomatol* 41: 320
- Ketterl W, Mayer A (1976) Kritische Betrachtungen zur rationellen Kavitätenpräparation für Füllungen aus plastischen Materialien. *ZWR* 85
- Kimmel K (1983) Dental preparation technic. *ZWR* 92: 12
- Kimmel K, Büchs H, Eibhofer E (1986) Zahnärztliche Präparationstechnik. Hüthig, Heidelberg 1986
- Lambert RL, Lambert RF (1989) Variations in the design of #330 dental burs. *Oper Dent* 14: 73
- Ley L (2001) Diamantsynthese aus der Gasphase: Werkstoff mit Zukunft. *Physik in unserer Zeit* 32: 212
- Mayer R (1989) Cool-Diamant-Schleifer auf dem Prüfstand. *ZWR* 98
- Pantke H (1963) Vergleichende Untersuchung der Oberflächenstruktur von mit Diamantschleifkörpern bearbeiteten Kavitätenwänden. *Zahnärztl Welt* 64: 526
- Semmer E, Kroszewsky K (2002) Bestimmung von Leistung und Standzeit diamantierter Schleifkörper als Entscheidungshilfe zwischen „abgenutzt und scharf“. *Dtsch Zahnärztl Z* 57: 545
- Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD (1997) Fundamentals of fixed prosthodontics. In: Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD (eds) Fundamentals of fixed prosthodontics. Quintessence, Chicago, p 260
- Siegel SC, von Fraunhofer JA (1998) Dental cutting: the historical development of diamond burs. *J Am Dent Assoc* 129: 740
- Siegel SC, von Fraunhofer JA (1999) Dental cutting with diamond burs: heavy-handed or light-touch? *J Prosthodont* 8: 3
- Steegmayer G (1991) Grinding performance and wear of diamond dental cutting instruments. *Phillip J* 8: 34
- Steegmayer G, Lenz P, Gilde H, Eibofiner E (1989) Experiments on abrasion and wear of dental diamond instruments. *Dtsch Zahnärztl Z* 44: 583
- Vinski I (1979) Two hundred and fifty years of rotary instruments in dentistry. *Br Dent J* 146: 217
- Walsh J (1953) Critical review of cutting instruments in cavity preparation: I. diamond stone. *Int Dent J* 4: 36

Testsieger

COOL DIAMANT Schleifer (Busch K)



COOL DIAMANT Schleifer sind Bestandteil des umfangreichen Premium Diamantschleifer Programms.

Fordern Sie den Katalog an!



BUSCH	CD03	CD06	CD06	CD06	CD06	CD18	CD18	CD18	CD19	CD19	CD19	CD09	CD12	CD12	CD21	CD21
ISO Ø	012	014	016	018	023	012	014	016	014	016	018	012	016	018	010	012
grob / CD...G	●															
mittel / CD...	○															



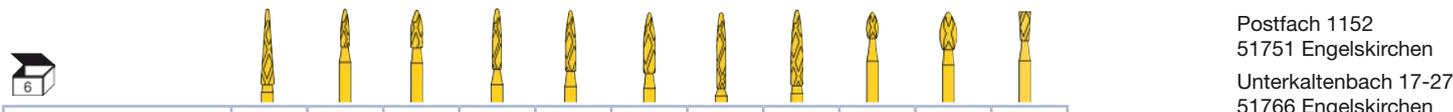
BUSCH	CD21	CD24	CD24	CD24	CD25	CD25	CD25	CD63	CD66	CD66	CD66	CD69	CD69	CD69	CD72	CD72
ISO Ø	014	012	014	016	012	014	016	010	010	012	014	012	014	016	012	014
grob / CD...G	●															
mittel / CD...	○															
fein / CD... F	●															



BUSCH	CD72	CD78	CD27	CD27	CD30	CD30	CD30	CD33	CD33	CD34	CD34	CD36	CD36	CD36	CD37	CD37
ISO Ø	016	016	010	012	010	012	014	012	014	012	014	014	016	018	014	016
grob / CD...G	●															
mittel / CD...	○															
fein / CD...F	●															



BUSCH	CD39	CD39	CD39	CD42	CD42	CD42	CD45	CD48	CD51	CD54	CD55	CD55
ISO Ø	014	016	018	014	016	018	014	016	016	014	014	016
grob / CD...G	●											
mittel / CD...	○											
fein / CD... F	●											



BUSCH	CD55	CD57	CD57	CD60	CD60	CD60	CD61	CD61	CD80	CD80	CD15
ISO Ø	018	012	016	012	014	016	012	016	016	023	016
grob / CD...G	●										
mittel / CD...	○										
fein / CD... F	●										



BUSCH & CO. KG

Postfach 1152
51751 Engelskirchen
Unterkaltenbach 17-27
51766 Engelskirchen
GERMANY

Telefon: +49 (0)2263 860
Telefax: +49 (0)2263 20741
mail@busch.eu
www.busch.eu

● FG-Schaft, grobe Körnung, grüner Schaftring ○ FG-Schaft, mittlere Körnung, kein Schaftring ● FG-Schaft, feine Körnung, roter Schaftring