

**Aus der Universitätspoliklinik für Zahnärztliche Prothetik
an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg**

(Direktor: Prof. Dr. med. dent. habil. Jürgen M. Setz)

Sektion Zahnärztliche Propädeutik

(Leiter: Prof. Dr. med. dent. habil. Karl-Ernst Dette)

**Experimentelle Untersuchungen zur Form praxisüblicher
Kronenstumpfpräparationen**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Zahnmedizin (Dr. med. dent.)

vorgelegt

der Medizinischen Fakultät

der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Anita-Maria Wimmer

geboren am 26. 12. 1953

in Auerbach

Gutachter:

1.

2.

Widmung

Die vorliegende Arbeit widme ich
meinem lieben Mann Thomas Wimmer
und meinen drei Söhnen Björn, Sven und Lars

Referat

Zur Anfertigung künstlicher Kronen gibt es in der Zahnheilkunde seit Jahrzehnten genaue Zielvorstellungen für die Präparationsform, da die Haltbarkeit der Kronen auf dem präparierten Zahnstumpf davon vorrangig abhängig ist. Um festzustellen, was in der täglichen Praxis standardmäßig erreicht wird, befasste sich die vorliegende experimentelle Studie mit dem Präparationsverhalten von Zahnärzten unter klinischen Bedingungen und verglich die Ergebnisse mit den Literaturvorgaben. Es wurden 218 präparierte Zahnstümpfe von 16 verschiedenen Zahnärzten nach den Modellen aus zwei zahntechnischen Laboratorien anonym untersucht. Dazu wurde ein standardisiertes Verfahren mittels eines individuellen Scansockels und eines Laserdistanzmessers entwickelt, das genaue Messungen und ihre Reproduktion erlaubt. Anschließend wurden die Analysedaten mit dem Computerprogramm SPSS ausgewertet. Es wurde untersucht, welche Kronenart in der täglichen Praxis bevorzugt wird. Es ist dies die Metallkeramikkrone mit 62,8 %, gefolgt von der Vollgusskrone mit 19,3 % und der Vollkeramikkrone mit 17,9 %. Weiterhin erfolgte eine Untersuchung nach Präparationsarten, wobei festgestellt wurde, dass die Hohlkehlpräparation die am häufigsten eingesetzte Präparationsart (69,3 %) ist. Bei der Beurteilung der Lage der Präparationsgrenze dominiert die subgingivale Präparation mit 89,9 %. Der interokklusale Abstand wird durchschnittlich gut beachtet. Die von der Literatur geforderte Stumpfhöhe wird bei Front- und Seitenzähnen im Durchschnitt eingehalten. Die ermittelten Werte für die Stufenbreiten sind in der Praxis vor allem vestibulär geringer, als theoretisch gefordert. Es ist der Trend zu einer minimalinvasiven Präparationsweise und zu platzsparenden Materialien zu erkennen. Eine Korrektur der Lehrmeinung ist auf diesem Gebiet zu diskutieren. Weiterhin wurden die Gesamtpräparationswinkel ermittelt. Es wurde festgestellt, dass die in der Praxis erreichten Werte nicht mit den Lehrmeinungen übereinstimmen. In 27,4 % aller Fälle wird mit einem vestibulär/oralen Gesamtpräparationswinkel von über 30 Grad deutlich zu konisch präpariert. Kleine Gesamtpräparationswinkel sind von den Zahnärzten unter Praxisbedingungen anscheinend schwer zu erreichen. Es muss gefordert werden, dass die Einhaltung der Norm in diesem Fall besser berücksichtigt wird. Hier besteht ein erheblicher Fortbildungsbedarf. Insgesamt betrachtet wird die angestrebte Form der präparierten Zahnstümpfe in der Praxis bei den meisten Kriterien von den Zahnärzten gut beachtet. Dadurch lässt sich die nachweislich lange Lebensdauer der Kronen erklären.

Wimmer, Anita-Maria: Experimentelle Untersuchungen zur Form praxisüblicher Kronenstumpfpräparationen. Halle, Univ., Med. Fak., Diss., 80 Seiten, 2009

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Literaturüberblick	1
2. 1.	Kronenarten	3
2. 1. 1.	Vollgusskrone	3
2. 1. 2.	Metallkeramikkrone (VMK-Krone)	5
2. 1. 3.	Vollkeramikkrone	7
2. 2.	Präparationsarten	10
2. 2. 1.	Tangentialpräparation	10
2. 2. 2.	Hohlkehlpäparation	11
2. 2. 3.	Stufenpräparation	12
2. 3.	Interokklusaler Abstand	13
2. 4.	Stumpfhöhe	14
2. 5.	Konvergenzwinkel	14
2. 6.	Lage der Präparationsgrenze	17
2. 7.	Messmethoden	18
3.	Zielstellung	19
4.	Material und Methode	20
4. 1.	Sammlung der Messproben	20
4. 2.	Modellherstellung	21
4. 3.	Messung des geringsten interokklusalen Abstandes	22
4. 4.	Aufbau der Messapparatur	23
4. 4. 1	Messung der Stufen- und Hohlkehlbreite	27
4. 4. 2.	Messung der Stumpfhöhe	27
4. 4. 3.	Errechnen des Präparationswinkels	28
4. 5.	Analysebogen	30
4. 6.	Statistische Auswertung	32
5.	Untersuchungsergebnisse	32
5. 1.	Prozentuale Aufteilung nach untersuchten Kronenarten	32
5. 2.	Prozentuale Aufteilung nach Präparationsarten	33
5. 3.	Ergebnisse zur Lage der Präparationsgrenze	34
5. 4.	Messergebnisse zum interokklusalen Abstand	36
5. 5.	Messergebnisse zur Stumpfhöhe	38

5. 6.	Messergebnisse zu den Stufen- und Hohlkehlbreiten	40
5. 6. 1.	Durchschnittliche Stufen- und Hohlkehlbreiten an einzelnen Zahnflächen	41
5. 6. 2.	Durchschnittliche Stufen- und Hohlkehlbreiten bei Front- und Seitenzähnen	44
5. 6. 3.	Durchschnittliche Stufen- und Hohlkehlbreiten bei einzelnen Kronenarten	45
5. 7.	Messergebnisse zum Gesamtpräparationswinkel	48
5. 7. 1.	Messergebnisse zum Gesamtpräparationswinkel vestibulär/oral	48
5. 7. 2.	Messergebnisse zum Gesamtpräparationswinkel mesial/distal	49
5. 7. 3.	Vergleich der Gesamtpräparationswinkel zwischen vestibulär/oral und mesial/distal	50
5. 7. 4.	Messergebnisse zum Gesamtpräparationswinkel bei Front- und Seitenzähnen	51
5. 7. 5.	Messergebnisse zum Gesamtpräparationswinkel bei verschiedenen Kronenarten	53
6.	Diskussion	55
7.	Schlussfolgerung	67
8.	Zusammenfassung	70
9.	Literaturverzeichnis	73
10.	Thesen	79

Verzeichnis der Abkürzungen

appr.:	approximal
buc.:	buccal
dist.:	distal
h:	halbe Höhe
interokk.:	interokklusaler Abstand
lab.:	labial
ling.:	lingual
mes.:	mesial
mes_dist:	Gesamtwinkel mesial und distal
MLU:	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
pal. :	palatinal
Präp.:	Präparation
pw:	Präparationswinkel
sh:	Stumpfhöhe
vest.:	vestibulär
vest_oral:	Gesamtwinkel vestibulär und oral
VMK-Krone:	Vita-Metall-Keramik-Krone
Vollkeramikkr.:	Vollkeramikkrone

1. Einleitung

Die Versorgung der Zähne mit Kronen ist seit langem ein bewährtes Mittel zur Restauration zerstörter Zähne. Auch der Einsatz von Kronen als Brückenanker wird seit vielen Jahren erfolgreich praktiziert. Nach Kerschbaum (2000) sind nach 10 Jahren noch mehr als 80 %, nach 15 Jahren noch rund 70 %, nach 20 Jahren die Hälfte und nach 25 Jahren immerhin noch ein gutes Viertel aller ursprünglich angefertigten Einzelkronen und Brücken im Mund des Patienten.

Die künstlichen Kronen sind als ein wichtiger Bestandteil in der restaurativen Zahnheilkunde zu betrachten. Allein in Deutschland wurden in den Jahren 2004 und 2005 jeweils 9 – 10 Millionen Kronen über die Krankenkassen abgerechnet (Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung 2005). Der Anteil der Kronen bei der Versorgung mit Zahnersatz ist bei Erwachsenen im Zeitraum 1997 bis 2006 von 21,2 % auf 33,9 % gestiegen (Kern et al. 2006). Seit Jahrzehnten gibt es klar umrissene Zielvorstellungen über die Präparationsform der Zähne und die Anfertigung der künstlichen Kronen. Die Retention der Kronen auf dem präparierten Zahnstumpf ist durch definierte Präparationsformen bestimmt. Um die Frage zu klären, was davon in der täglichen Praxis zum Standard geworden ist, befasst sich die vorliegende Arbeit mit dem Präparationsverhalten der Zahnärzte unter den Bedingungen der täglichen Praxis. Auch der Gesichtspunkt, dass in den vergangenen Jahren zunehmend Vollkeramiksysteme in der Praxis Einzug gehalten haben, die zumindest in der klassischen Form bestimmte Präparationsanforderungen stellen, sollte Beachtung finden. Die Form der praxisüblichen Kronenstumpfpräparation wurde nach verschiedenen Kriterien untersucht und mit den Angaben in der Literatur verglichen.

2. Literaturüberblick

Künstlichen Kronen sollen verlorene Zahnschubstanz ersetzen, wenn die Zahnerhaltung durch konservierende Maßnahmen nicht mehr möglich ist und haben so **eine Ersatzfunktion**.

Der dauerhafte Schutz des zerstörten Zahnes, sowie die genaue Nachbildung der anatomischen und funktionellen Form stehen hierbei im Vordergrund. Zusätzlich können sie **eine Schutzfunktion** ausüben, d. h. sie sollen den Zahn vor weiterer Abrasion (Cortellini et al. 2006) oder Karies schützen. Als Anker für Brücken und Teilprothesen dienen sie der Befestigung des Zahnersatzes (**Befestigungsfunktion**). Außerdem können mit den Kronen

Zahnfehlstellungen oder angeborene Defekte ausgeglichen werden oder bei Verfärbungen eine ästhetische Verbesserung erzielt werden (**Ästhetikfunktion**).

Weiterhin werden an die Kronen bestimmte Anforderungen gestellt. Sie sollen nicht nur für lange Zeit gebrauchsfähig sein, sondern sie müssen auch den immer höheren ästhetischen Vorstellungen der Patienten genügen. Zusätzlich ist es wichtig, die Materialeigenschaften der späteren Krone zu berücksichtigen und biokompatibles Material zu verwenden. Die Erhaltung der Vitalität des Zahnes, der Schutz des verbliebenen Kronenstumpfes nach Beschleifen, die Schonung des marginalen Parodontiums und die Vermeidung von gingivalen Problemen (Grundy und Jones 1996) sind weitere Forderungen. Darüber hinaus soll auch der Preis angemessen sein. Das Langzeitergebnis einer festsitzenden Restauration hängt in hohem Maße von der ordnungsgemäßen Präparation des Zahnes ab (Stainer und Kulmer 1997). Die Präparation schafft die geometrischen Voraussetzungen zur Aufnahme von festsitzendem Zahnersatz durch Beschleifen des Zahnes (Freemeyer 1995). Bei der Präparation eines Zahnes muss schon frühzeitig berücksichtigt werden, welches Ziel verfolgt und welche Krone hergestellt werden soll. Die Präparation des Zahnes steht damit am Anfang einer ganzen Kette von Arbeitsschritten. Dabei ist besonders zu bedenken, dass die Präparation in vielen Fällen nicht mehr korrigierbar ist. Entfernte Zahnhartsubstanz ist nicht mehr zurückzuholen, ein Abdruck dagegen und alle danach folgenden Arbeitsschritte können wiederholt werden (Mainer 2007). Es gibt viele verschiedene Präparationsmethoden. Auf jeden Fall sollte aber soviel Zahnhartsubstanz (Schmelz und ein Teil des Dentins) abgeschliffen werden, dass genügend Platz für den prothetischen Werkstoff und die Wiederherstellung des Zahnes vorhanden ist (Martignoni und Schonenberger 1990).

Der Platzbedarf richtet sich nach der Art der Krone und ob es sich um eine Front- oder Seitenzahnkrone handelt. Freemeyer (1995) empfiehlt z. B. folgende allgemeine Richtwerte für Präparationstiefen:

- untere Frontzähne, obere seitliche Schneidezähne,
grazile Prämolaren mit zervikaler Einziehung: **0,8-1,0 mm**
- obere mittlere Schneidezähne: **1,0-1,3 mm**
- Molaren, Prämolaren und Eckzähne: **1,3 mm**

Derartige Präparationstiefen gestatten den Einsatz von Vollkeramikronen und Verblendkronen mit metallischem Gerüst.

Esser et al (2004) formulierten für die Präparation von Frontzähnen folgende Qualitätsmerkmale, die in der Abbildung 1 zusammengefasst sind:

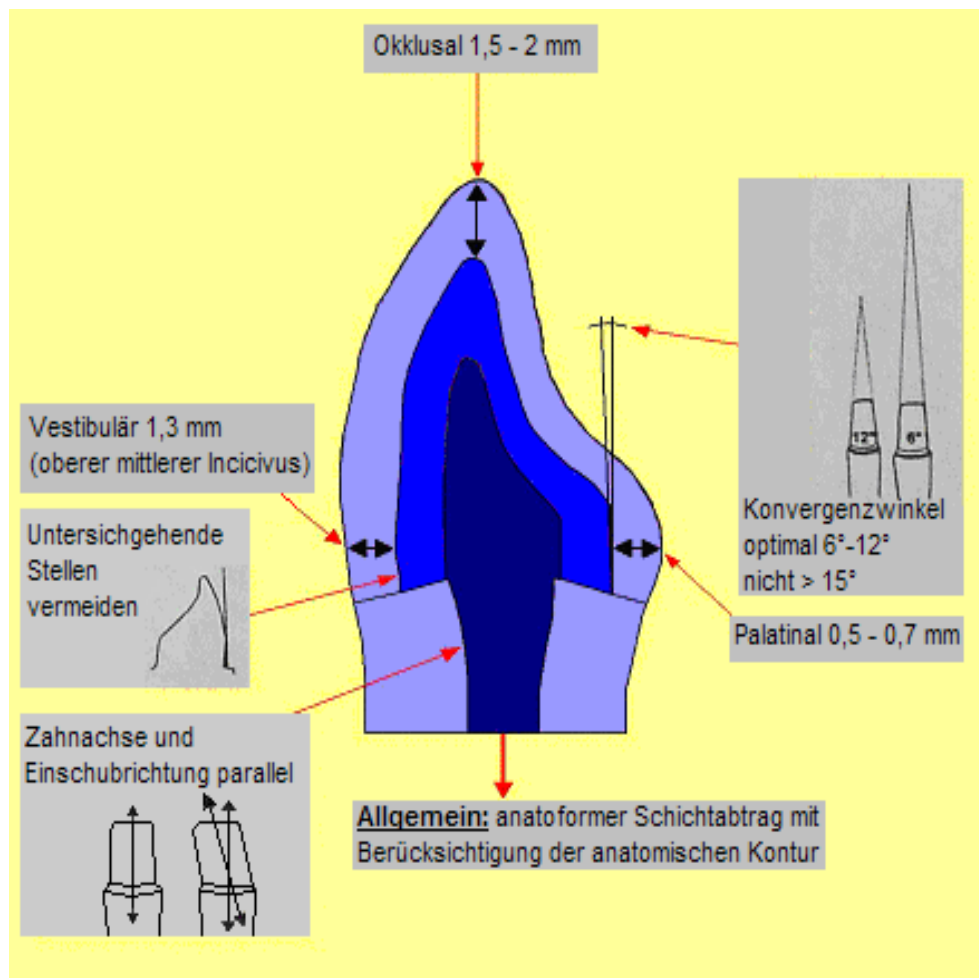


Abbildung 1: Qualitätsmerkmale einer Präparation modifiziert nach Esser et al. (2004)

2. 1. Kronenarten

Die in der Praxis am häufigsten verwendeten Kronen, sind die Vollgusskrone, die Metallkeramikkrone und die Vollkeramikkrone, die sich hinsichtlich der angestrebten Präparationsform charakteristisch unterscheiden.

2. 1. 1. Vollgusskrone

Die Krone aus einer goldhaltigen Legierung stellte im sogenannten „goldenen Zeitalter“ der Zahntechnik im Seitenzahnggebiet die bestmögliche Sanierung der Zähne dar (Balzer und Kaufmann-Jinoian 2003). Sie zählt außerdem zu den ältesten Verfahren, zerstörte Zähne zu restaurieren (Reitemeier et al. 2006). Der Goldzahn war ein Sinnbild für persönlichen Wohlstand. Für den so restaurierten Zahn bestanden auf diese Weise die besten Aussichten

auf eine lange Lebensdauer. Diese Kronen hatten eine gute Passung und eigentlich kein Bruchrisiko (Balzer und Kaufmann-Jinoian 2003). Aus Kostengründen sind neben den klassischen Goldlegierungen gegenwärtig auch goldreduzierte Legierungen oder edelmetallfreie Legierungen gebräuchlich.

Allerdings wird eine Vollgusskrone trotz ihrer Vorteile (gute Passgenauigkeit im Kronenrandbereich, nur leichte Überkonturierung in der Stärke des Metalls, gute anatomische Nachbildung der Kronenform und geringer Platzbedarf) auf Grund ihrer mangelnden Ästhetik (nicht zahnfarben) nur noch im Seitenzahngebiet verwendet (Freemeyer 1995). Außerdem gibt es oft thermische Irritationen der Pulpa, bedingt durch die hohe Wärmeleitfähigkeit des Metalls.

Als Einzelkronen werden Vollgusskronen angewendet, wenn Zähne mit ausgedehnten Hartschubstanzdefekten nicht mehr gefüllt werden können. Verwendung finden sie auch zur Kariesprophylaxe, bei der Verankerung von partiellem Zahnersatz, um eine geeignete Kronenform herzustellen und als Ankerzähne für Brücken (Schwenzer 1994).

Als Präparationsformen sind Hohlkehl- oder Tangentialpräparationen möglich (Lauterbach 1992).

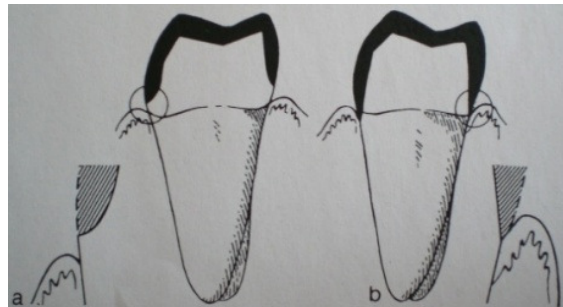


Abbildung 2: Kronenrandgestaltung, a) mit einer Auskehlung, b) mit nicht eindeutig erkennbarem Rand bei Tangentialpräparation (Schwenzer 1994)

Vollgusskronen sollen den natürlichen Zahn teilweise oder vollständig bis zum Zahnhals bedecken. Der Kronenrand kann supragingival, paragingival (äquigingival) oder auch subgingival verlaufen (Ludwig und Niedermeier 2002). Die supragingivale und paragingivale Lage des Kronenrandes hat den Vorteil, dass das Parodontium geschont wird. Von Nachteil ist bei der Kronenform mit Tangentialpräparation, dass durch den nicht eindeutig definierten Randabschluss der Krone leicht Fehlpassungen und damit Irritationen der Gingiva auftreten können. Nach Boeckler et al. (2007) liegt der Anteil an überextendierten Kronenrändern bei Gusskronen zwischen 26 % und 50 %.

Die nachfolgende Tabelle zeigt zusammengefasst einige Forderungen aus der Literatur zur Wandstärke von Vollgusskronen.

Tabelle 1: Angaben für Mindeststärken bei einer Vollgusskrone im Überblick

Autor	Axiale Wandstärke (in mm)	Okklusalfäche (in mm)
Kimmel (1997)	0,3-0,5	0,6-1,0 je nach Belastung
Köck (1999)	0,3-0,5	1,0
Goodacre et al. (2001)	> 0,3	--
Lange (2001)	0,3-0,5	--

Die vergleichsweise geringen Wandstärken haben den Vorteil, Substanz schonend präparieren zu können.

Insgesamt stellen Vollgusskronen die am längsten verwendeten, aber auch die langlebigsten prothetischen Versorgungen dar, wobei eine Tragedauer von mehr als 20 Jahren keine Seltenheit ist (Köck 1999 und Kerschbaum et al. 1991).

2. 1. 2. Metallkeramikkrone (VMK-Krone)

Seit langem wurde nach ästhetisch besseren Lösungen gesucht. Die erste Generation der Vollkeramikkrone war wegen der mangelnden Festigkeit nicht befriedigend. Deshalb versuchte man die Vorteile der Vollgusskronen (Stabilität und dünner Rand) mit denen der Keramik (Ästhetik) zu verbinden. Aus diesem Gedankengang heraus entwickelte sich die Metallkeramikkrone zunächst als Vita-Metall-Keramik (VMK). Außerdem führte der stark gestiegene Goldpreis dazu, dass nach neuen Wegen gesucht werden musste, um Metall zu sparen (Balzer und Kaufmann-Jinoian 2003). Die Krone sollte zusätzlich eine entsprechend gute Stabilität haben und vor allen Dingen im Frontzahnbereich ästhetisch eine bessere Lösung darstellen.

Die Metallkeramikkrone stellt eine solche qualitativ hochwertige Form der Versorgung mit sehr guten Langzeitergebnissen dar (Köck 1999). Sie besteht aus einem Metallgerüst, das den präparierten Stumpf vollständig umfasst und im sichtbaren und manchmal auch im nicht sichtbaren Bereich keramisch verblendet ist.

Besonders hervorzuheben ist, dass sie die positiven Eigenschaften des Metalls mit denen der Keramik verbindet. Durch das Metallgerüst ist sie sehr stabil und verfügt über eine hohe

Bruchfestigkeit. Die Keramik gibt der Krone das gute ästhetische Aussehen, es ist keine Verfärbungstendenz vorhanden. Die gute Biokompatibilität und die geringe Neigung zur Plaqueanlagerung, sowie die große Härte sind hervorzuheben. Außerdem kann ein ausgezeichneter Verbund zwischen Metallgerüst und Keramik hergestellt werden. Aus diesem Grund ist die Metallkeramikkrone heute die Standardversorgung im Front- und sichtbaren Seitenzahnggebiet. Da das Metallgerüst einen geringen Platzbedarf aufweist, ist sie auch für klinisch sehr lange Zähne und Zähne mit freiliegenden Wurzelpartien geeignet (Lauterbach 1992).

Als Präparationsform wird die Hohlkehhlpräparation gewählt, wobei vestibulär eine ausgeprägte Hohlkehle präpariert werden soll und oral eine etwas flachere. Chiche und Pinault (1994) fordern eine **1,0–1,2 mm** breite labiale Stufe und lingual eine **0,5 mm** breite Hohlkehle. Gutowski (1997) trägt **1,0 mm** Hartschubstanz ab und kürzt inzisal **2,0 mm**. Für das Metallgerüst wird nach Köck (1999) **0,3–0,5 mm** Platz benötigt. Da auf das Metallgerüst noch Keramik aufgebracht werden muss, sollte in diesem Bereich der Substanzabtrag **1,3–1,7 mm** betragen. Andere Autoren geben den Platzbedarf mit **0,5 mm für das Metall** und **1,0 mm für das Verblendmaterial** an (Lehmann und Hellwig 2005). Im Frontzahnbereich wird meist aus Platzgründen auf das orale Verblenden der Krone verzichtet, deshalb reicht hier ein Platz von **0,6–0,8 mm** Tiefe aus. Okklusal bzw. incisal sollten nach Böhning et al. (2006) **1,5 mm** abgetragen werden, **zirkulär 1,0 mm** im Bereich der Verblendung.

Tabelle 2: Übersicht über den Platzbedarf für Metallkeramikkrone (Angaben in mm)

Autoren	Platz für das Metall (mm)	Platz für die Verblendung (mm)
Chiche und Pinault (1994)	0,5 lingual	1,0-1,2 für die labiale Stufe
Gutowski (1997)	--	1,0 zirkulär 2,0 inzisal
Köck (1999)	0,3-0,5	1,3-1,7
Lange (2001)		1,3-1,5 vestibulär 0,3-0,5 oral
Lehmann und Hellwig (2005)	0,5	1,0
Böhning et al. (2006)	0,6-0,8	1,0-1,5

Metallkeramische Restaurationen sind auch heute noch von elementarer Bedeutung. Sie stellen eine solide Grundlage in der ästhetisch orientierten Zahnheilkunde dar und werden auch im Molarengebiet häufig verwendet (Chiche und Sadan 2005).

Insgesamt kann man sagen, dass metallkeramische Restaurationen unter Routinebedingungen als Standardbehandlungsmittel verwendet werden können (Reitemeier et al. 2007). Sehr ähnliche Präparationsanforderungen gelten für Kronen, bei denen statt Keramik eine Verblendung aus Kompositkunststoffen eingesetzt wird.

2. 1. 3. Vollkeramikronen

Vollkeramische Restaurationen gewinnen heute immer mehr an Bedeutung. Neben der Implantatprothetik haben diese Versorgungen die höchsten Wachstumsraten zu verzeichnen. Der ästhetische Vorteil von Vollkeramikronen liegt sicher in dem viel natürlicheren Aussehen und dem hervorragenden ästhetischen Potential (Mörmann et al. 2007), was dem Wunsch vieler Patienten nach Kronen, die von den benachbarten Zähnen nicht zu unterscheiden sind, entgegenkommt. Eine möglichst naturgetreue Nachbildung, aber auch die Beachtung des Patientenwunsches erfordert ein hohes Maß an Einfühlungsvermögen vom behandelnden Zahnarzt (Denissen und Richter 1994).

Außerdem verfügen Vollkeramikronen im Vergleich zu Metallkeramikronen und Vollgusskronen über eine überragende chemische Stabilität und damit über eine hohe Biokompatibilität (Suttor et al. 2001). Weiterhin findet man eine sehr geringe Plaqueakkumulation, so dass die Gingiva wenig oder gar nicht irritiert wird (Tobias 2007). Mit anderen Restaurationen können Vollkeramikronen keine elektrochemischen Spannungen bilden (Körber 1995).

Aber auch einige Nachteile stehen diesen Vorteilen gegenüber. Diese sind vor allem der erhöhte Platzbedarf für die Krone, der die Gefahr der Pulpaschädigung mit sich bringt und den Einsatz bei unteren Frontzähnen in den seltensten Fällen ermöglicht. Auch die genaue Präparationstechnik erfordert große Präzision vom Zahnarzt. Ein weiterer Nachteil ist die Bruchgefährdung der Keramik, so dass bei Patienten mit Bruxismus und solchen mit sehr tiefem Biss keine Vollkeramikronen indiziert sind.

Einige Vollkeramiken müssen adhäsiv befestigt werden, was die Biokompatibilität relativiert. Bei Jugendlichen ist häufig die Anwendung der Vollkeramikkrone auf Grund des weiten Pulpenlumens und des geforderten Substanzabtrages nicht möglich. Vollkeramische Systeme unterliegen aber einer ständigen Weiterentwicklung. Die ehemals verwendete Porzellan-

Jacketkrone gehört der Vergangenheit an. Heute werden Schichtkeramiken oder Presskeramik verwendet, auch gießfähige Keramiken kommen zur Anwendung. Auch industriell vorgefertigte Keramikblocks stehen bereit, aus denen die Restauration herausgeschliffen oder gefräst wird (Lauer 2003).

Alle Keramiken sind anfällig gegen Zugspannungen. Deshalb muss bei der Präparation einiges beachtet werden. Als allgemeine Präparationsrichtlinie gilt eine zirkuläre Stufenpräparation, die zum Stumpf hin abgerundet wird oder eine ausgeprägte Hohlkehlpäparation. Die Stufe sollte im sichtbaren Bereich ca. 0,5 mm in den Gingivasulcus verlegt werden.

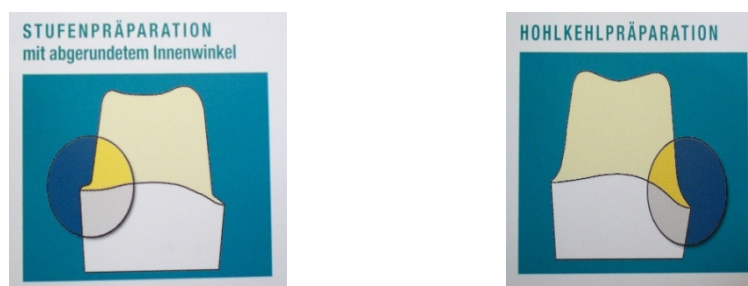


Abbildung 3: Präparationsanleitung für Lava Vollkeramik (3M Espe ohne Jahr)

Es gibt zahlreiche zum Teil unterschiedliche Angaben in der Literatur zu den geforderten Stufen- oder Hohlkehlbreiten. Lauer (2003) schreibt in seinem Beitrag über keramische Restaurationen, dass **eine axiale Reduktion von ca. 1,0-1,5 mm** und **eine inzisale bzw. okklusale Reduktion von 1,5-2.0 mm** für eine ausreichende klinische Festigkeit der Vollkeramikronen nötig sind. Allerdings weist er auch darauf hin, dass der Verbrauch an Zahnhartsubstanz bei der Präparation durch die neuen Zirkonoxidkeramiken, gegenüber früher deutlich gesunken ist und dünnere Wandstärken zu vertreten sind. Von Spiekermann (2007) wurden Kronen untersucht, bei denen die Pfeilerzähne allesamt nur mit einer Hohlkehle von **etwa 0,6-0,8 mm** Tiefe präpariert waren. Es wurde dabei innerhalb eines Beobachtungszeitraums von 5 Jahren kein erhöhtes Frakturrisiko und eine gute Gewebeerträglichkeit festgestellt. Allerdings sollte bei geringen Pfeilerhöhen und größeren Präparationswinkeln eine adhäsive Befestigung bevorzugt werden (Spiekermann 2007). Es finden sich viele andere Autoren mit entsprechenden weiteren Richtlinien über die Reduktion der Zahnhartsubstanz. Deshalb ist in der nachfolgenden Tabelle eine Übersicht über die Forderungen in der Literatur zusammengestellt worden.

Tabelle 3: Geforderte Reduktion der Zahnhartsubstanz bei Vollkeramikkronen im Überblick

Autoren	zirkulär (in mm)	inzisal/okklusal (in mm)
Haller und Bischoff (1993)	1,0	1,5-2,0
Freesmeyer (1995)	1,0	1,5-2,0
Körber (1995)	1,2-1,8	1,8-2,4 Frontzähne 1,6-2,0 Seitenzähne
Köck (1999)	1,0-1,5	-
Lange (2001)	1,0-1,5	-
Lauer (2003)	1,3-1,5	1,5-2,0
Piwawarczyk et al. (2003)	1,0-1,5	1,5-2,0
Rinke (2004)	1,0	1,5-2,0
Chiche und Sadan (2005)	1,0 vestibulär	0,8-1,0 Frontzähne 2,0 Seitenzähne
Böhning et al. (2006)	1,0	2,0
Galindo et al. (2006)	1,2-1,5	1,5-2,0
Spiekermann (2007)	0,6-0,8	-
Polansky et al (ohne Jahreszahl)	1,2	-

Die Präparationsrichtlinien nach Rinke (2004) zeigen für Seitenzähne und Frontzähne folgende Richtwerte:

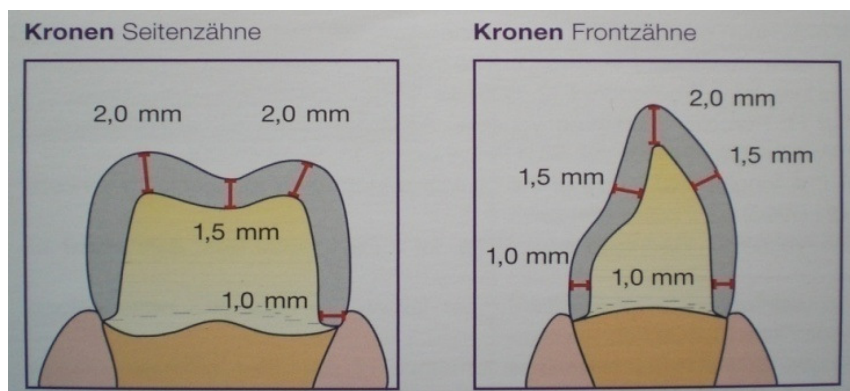


Abbildung 4: Richtwerte für Vollkeramikpräparationen (Rinke 2004)

Die zahlreichen Angaben zu Präparationstiefen und Stufenbreiten zeigen, wie viel auf dem Gebiet der metallfreien Restaurationen geforscht und untersucht wird, und welches große Interesse heute daran besteht.

2. 2. Präparationsarten

Durch die Präparation soll ein verkleinertes, „entschärftes“ Abbild der natürlichen Zahnkrone entstehen und der Zahn für die Aufnahme der Krone vorbereitet werden. Grundlegende Forderungen an die Präparation sind die Schonung der Zahnhartsubstanz, das heißt die Erhaltung eines ausreichend stabilen Dentinkerns, der Schutz des Pulpenkavums und damit die Vitalerhaltung der Pulpa, sowie das Verlegen der Präparationsgrenze in Bereiche, in denen sie der Kontrolle zugänglich ist (Lange 2001). Eine weitere Grundforderung ist die Darstellung einer eindeutigen Präparationsgrenze. Weiterhin soll eine ausreichende Retention und Stabilität erreicht werden. Dabei ist eine gute mechanische Retention durch Friktionswirkung der Krone auf dem Stumpf anzustreben. Diesen Zielen können die verschiedenen Präparationsarten in unterschiedlichem Ausmaß entsprechen.

2. 2. 1. Tangentialpräparation

Die Tangentialpräparation ist eine Präparation mit verlaufendem Rand und ergibt häufig keine klar erkennbare Präparationsgrenze (Lange 2001, Lehmann und Hellwig 2002). Diese stufenlose Präparation ist zwar am einfachsten durchzuführen, aber der Zahntechniker kann nicht immer am Modell die Präparationsgrenze erkennen. Das führt einmal dazu, dass die Krone zu kurz sein kann, der Randschluss der Krone ist mangelhaft, es entsteht später leicht eine Randkaries. Die andere Möglichkeit ist, dass die Krone überkonturiert ist und durch abstehende Kronenränder die Gingiva irritiert wird und parodontale Erkrankungen ausgelöst werden.

Ein Vorteil findet sich allerdings beim Einzementieren der Krone. Unter der Krone muss nur noch eine Zementschicht Platz finden, die zwischen 10 und 30 qm liegt (Lehmann und Hellwig 2002). Die Tangentialpräparation findet Anwendung bei weiter Pulpenausdehnung, beispielsweise bei jugendlichen Patienten. Bei einem entsprechend großen Mesiodistalindex (Staegemann 1976) ist die Tangentialpräparation unvermeidlich, so z. B. häufig an unteren Frontzähnen und mesial der ersten oberen Prämolaren (Marxkors 2007). Als weiterer Vorteil

wird von Freesmeyer (1995) der dünn auslaufende Metallrand genannt. Außerdem wird durch den geringeren Platzbedarf Zahnhartsubstanz geschont.

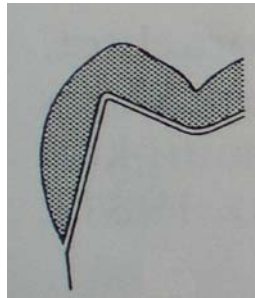


Abbildung 5: Tangentialpräparation (Freemeyer 1995)

Als Nachteil ist zu nennen, dass die labortechnisch hergestellten Kronen häufig im Bereich des Kronenabschlusses zu lang sind. Außerdem ist kein Platz für Verblendungen vorhanden und es sind auch keine Keramikränder möglich. In der Praxis wird sie nur noch in den erwähnten Ausnahmefällen oder nur an bestimmten Zahnflächen angewendet.

2. 2. 2. Hohlkehlpriparation

Die Hohlkehlpriparation hat eine Reihe von Vorteilen gegenüber der Tangentialpriparation. Sie hat eine klar erkennbare Priparationsgrenze zwischen beschliffenem und unbeschliffenem Zahnanteil. Da eine ausreichende Menge an Zahnsubstanz abgetragen wird, eignet sie sich hervorragend für Vollgusskronen und Verblendkronen aber auch für Kronen aus Keramik (Martignoni und Schonenberger 1990, Freesmeyer 1995, Lehmann und Hellwig 2002).

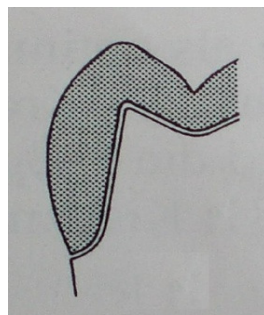


Abbildung 6: Hohlkehlpriparation (Freemeyer 1995)

Die Hohlkehle kann labial breiter vorhanden sein und approximal auslaufen oder aber zirkulär gleich breit präpariert werden, je nach dem wie viel Platz vorhanden ist. Die gerundete Konkavität bewirkt innerhalb des Zementfilmes geringere Spannungskonzentrationen. Außerdem lässt sich eine Hohlkehle leicht mit einem entsprechenden torpedoförmigen Diamantschleifer anlegen (z. B. Optipräp-Torpedo von BeVo dent, Bad Liebenzell, 2007). Dadurch können Präparationsgrenzen geschaffen werden, die sowohl auf dem Zahn, als auch auf dem Modell gut erkennbar sind (Shillingburg et al. 1988). Die Randschlussqualität ist deutlich verbessert, denn die Hohlkehhlpräparation hat geometrische Vorteile. Bezüglich der Breite der Zementfuge am Rand gibt es günstigere Bedingungen für die Langzeitstabilität im Verhältnis zur „zervikalen Diskrepanz“.

2. 2. 3. Stufenpräparation

Stufenpräparationen werden nach reinen Stufenpräparationen und solchen mit Abschrägung unterschieden. Bei einer Stufenpräparation beträgt der Winkel zwischen der präparierten Fläche und der Zahnoberfläche 90-110 Grad (Freesmeyer 1995). Die Präparationsgrenze ist gut zu erkennen und es wird genügend Platz für das Kronenmaterial geschaffen. Allerdings ist durch die rechtwinklige Stufe beim Einzementieren der Zementabfluss behindert (Marxkors und Meiners 2005), was dazu führen kann, dass die Krone nicht ganz eingesetzt wird. Es gibt Randschlussungenauigkeiten. Ein wesentlicher Nachteil ist der sehr hohe Substanzverlust von Zahnhartsubstanz im zervikalen Bereich (Lange 2001). Die Stufe mit Abschrägung kann bei Verblendkronen präpariert werden. Vor allem bei klinisch kurzen Kronen bietet sie durch den abgeschrägten Federrand eine bessere Retentions- und Widerstandsfähigkeit. Eine Abschrägung von 45 Grad wird als optimal betrachtet (Freesmeyer 1995). Da der feine Metallrand kosmetisch gesehen nicht von Vorteil ist, kann diese Präparation nur dort angewendet werden, wo sie den Patienten nicht stört.

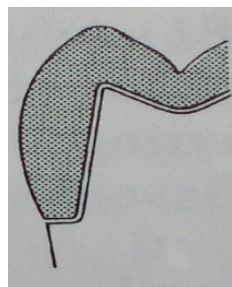


Abbildung 7: Stufen- oder Schulterpräparation ohne Abschrägung

Angewendet wird die Stufenpräparation bei Vollkeramikronen, allerdings dann mit abgerundeten Innenkanten.

2. 3. Interokklusaler Abstand

Der Abstand, der normalerweise okklusal für die Anfertigung der Kronen vorhanden sein sollte, wird auch von der Art der verwendeten Krone bestimmt.

Im Allgemeinen sollen an Seitenzähnen **interokklusal ca. 1,5-2 mm** Zahnschubstanz abgetragen werden, damit der Zahntechniker genügend Platz hat, die Kaufläche zu gestalten (Lauterbach 1992).

Diese Kronenstärke ist nötig, damit eine harmonische Okklusion hergestellt werden kann. In Anlehnung an Motsch beschreibt Freesmeyer (1995) die ideale Okklusion sinngemäß so:

- Wenn aus Gründen von Platzmangel höckerlose, flache Restaurationen angefertigt werden, müssen hohe Kräfte für die Nahrungszerkleinerung aufgebracht werden und es entstehen eher horizontale Kräfte.
- Die Höcker – Fossa - Beziehung soll die Kaukräfte in Richtung Zahnachse lenken, um die kollagenen Fasern des Desmodonts optimal zu belasten
- Die Okklusion muss funktionell harmonisch sein, es soll kein einzelnes Element der Okklusion vorherrschen oder andere Elemente fehlsteuern.
- Die Form und Kontur der Zahnkronen muss karies- und parodontalprophylaktisch sinnvoll gestaltet sein.
- Die Breite der bukkal-lingualen Kauflächen soll gering sein, damit die Kaukräfte möglichst nur entlang der Wurzelachsen wirken.
- Gegenüberliegende Zahngruppen sollen sich gleichmäßig und gleichzeitig berühren.
- Die tragenden zentralen Höcker müssen ihre Antagonisten gleichmäßig und gleichzeitig treffen.

Um diese Forderungen zu erfüllen, müssen die Kauflächen ein ausgearbeitetes Fissurenrelief bekommen. Dafür ist je nach Art der Kronen der Platzbedarf unterschiedlich. Wenn die Kaufläche nur aus Metall besteht, ist ein Platz von minimal 1,0 mm (Köck 1999) ausreichend. Wenn dagegen eine Verblendung aus Keramik vorgesehen ist, muss interokklusal 1,5 bis 2,0 mm (Lauterbach 1992) Platz vorhanden sein.

Tabelle 4: Geforderter interokklusaler Abstand bei Kronenpräparationen (Angaben in mm)

Autoren	Vollgusskrone	Metallkeramikkrone	Vollkeramikkrone
Lauterbach (1992)	1,5-2,0 allgemein	1,5-2,0 allgemein	1,5-2,0 allgemein
Haller und Bischoff (1993)	-	-	1,5-2,0
Freismeyer (1995)	-	-	1,5-2,0
Körber (1995)	-	-	1,8-2,4
Gutowski (1997)	-	2,0	-
Kimmel (1997)	0,6-1,0	-	-
Köck (1999)	1,0	1,3-1,5 für die Keramik 0,3-0,5 für das Metall	-
Windisch et al. (1999)	-	-	2,5
Lauer (2003)	-	-	1,5-2,0
3M Espe (2004)	-	-	1,5-2,0
Rinke (2004)	-	-	2,0
Chiche und Sadan (2005)	-	-	2,0
Böhning et al. (2006)	-	-	2,0

2. 4. Stumpfhöhe

Wesentlich für die Retention, den Halt der zementierten Krone auf dem Stumpf, ist neben weiteren Faktoren die Stumpfhöhe. Auch für den notwendigen Präparationswinkel ist die Stumpfhöhe von Bedeutung. Sie sollte bei Frontzähnen und Prämolaren 3 mm betragen, bei Molaren ca. 4 mm (Goodacre et al. 2001). Je kürzer der Zahn präpariert ist, umso weniger Retention hat die Krone. Das heißt auch, je kürzer der präparierte Zahnstumpf ist, umso steiler müsste der Präparationswinkel sein, um eine genügende Retention der Krone auf dem Stumpf zu erzielen.

2. 5. Konvergenzwinkel

Im Lexikon der Zahnmedizin (Hoffmann-Axthelm 2002) wird Konvergenz beschrieben als das „Aufeinanderzulaufen von Zahnflächen nach der Präparation z. B. für die Aufnahme von Kronen.“. Der Konvergenzwinkel entspricht dem doppelten Präparationswinkel, also dem Gesamtpräparationswinkel (z. B. mesial/distal oder vestibulär/oral). Der Konuswinkel ist der einfache Präparationswinkel. Da die Retentionsform des Stumpfes für den Halt der Krone

sehr wichtig ist (Schwenzer 1994)), bevorzugen viele Autoren die leicht konische Präparationsform. Allerdings sind die Empfehlungen für den idealen Gesamtpräparationswinkel sehr unterschiedlich.



Abbildung 8: Gradneigung für die Präparation (Shillingburg 1988)

Bei Untersuchungen an von Studenten gefertigten realen Kronenpräparationen wurden von Shillingburg (1988) Gesamtwinkel von **13 bis 29 Grad** gefunden. Bei von Eames et al. in zahntechnischen Laboratorien zufällig gesammelten Modellen wurden ein mittlerer Gesamtwinkel von **20 Grad** genannt (Shillingburg 1988). Kent und Mitarbeiter ermittelten an von erfahrenen Behandlern im Mund präparierten Zähnen, Gesamtwinkel von **8,6 – 26,6 Grad** (Shillingburg 1988). Der in der letztgenannten Studie ermittelte mittlere Gesamtwinkel wurde dort mit **14,7 Grad** angegeben. Als klinisch erreichbar sieht man deshalb bei einer noch ausreichenden Retention einen durchschnittlichen Konvergenzwinkel von ca. **16 Grad** an (Shillingburg 1988). Chiche und Pinault (1994) haben festgestellt, dass in der Praxis eher Konvergenzwinkel von **15 bis 23 Grad** geschliffen werden, weil eine geringe Abschrägung ohne eine unter sich gehende Präparation sehr schwierig zu erreichen ist. Ayad et al. (2005) haben klinische Untersuchungen an drei arabischen Universitäten zum Konvergenzwinkel gemacht. Dabei wurden extrahierte Zähne verwendet, die von Studenten präpariert wurden. Die Präparationswinkel wurden mit einem Goniometermikroskop (Kontaktwinkelmeßgerät der Firma Krüss) ermittelt. Empfohlen wurden von ihnen **4-12 Grad**, klinisch erreicht und gemessen wurden aber **minus 10 bis plus 19,8 Grad für bucco-oral und minus 3,8 bis plus 14.1 Grad mesio-distal**. Allerdings entspricht diese Studie nicht den klinischen Gegebenheiten im Mund der Patienten. Die Studenten konnten die Zähne ohne Patientenbezug beschleifen. Außerdem wurden sie ständig von Ihren Ausbildern

bei Fehlern korrigiert. Trotzdem wurden keine Idealwerte erreicht. Um die Vielzahl der unterschiedlichen Angaben übersichtlicher zu gestalten, sind die Werte in einer Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 5: Winkelangaben für Präparationswinkel und Konvergenzwinkel in Grad

Autor	Einfacher Präp.winkel	Empfohlener Konvergenzwinkel	Klinische ermittelte Konvergenzwinkel
Shillingburg (1988)	-	6 16 (klinisch erreichbar)	13-29 (Studentenpräp) 20 (Eames et al.) 8,6-26,6 (Kent et al.) 14,7 (durchschnittlich bei Kent et al.)
Martignoni und Schonenberger (1990)	< 10	-	-
Wirz (1993)	5	-	-
Schwenzer (1994)	6	-	-
Chiche und Pineault (1994)	-	6	15-23
Freesmeyer (1995)	-	6	-
Meier et al. (1995)	10	-	-
Crispin und Hobe (1998)	6	-	-
Sato et al. (1998)	2-5	-	9,5
Windisch et al. (1999)	-	6	-
Lange (2001)	6	-	-
Goodacre (2001)	-	-	10-20
Scholz (2002)	-	höchstens 10	-
Clauss (2002)	4 oder > 4	-	-
Pospiech (2002)	4 oder > 4	-	-
Esser et al. (2004)	-	6-12, aber nicht >15	-
Lauer (2003)	6-10	-	-
Ayad et al. (2005)	-	4-12	-10 bis 19,8 vestibulär/oral -3,8 bis 14,1 mesial/distal
Marxkors und Meiners (2005)	5	-	-
Hajto u. Schenk (2007)	4-8	-	-

Aus der Tabelle 5 ist ersichtlich, dass die Praxiswerte aus Nachuntersuchungen im Widerspruch zu den theoretischen Angaben stehen.

Folgende Sachverhalte sind außerdem zu bedenken: Wenn der Winkel zu groß ist, wird leicht die Pulpa gefährdet und die mechanische Haftung vermindert. Wird der Winkel zu klein gewählt, können danach Fehler beim Zementieren auftreten. Der Zement kann auf Grund der Parallelität der Wände nicht mehr richtig abfließen. Dadurch wird die Krone nicht richtig aufgesetzt. Einschleifen nach dem Zementieren wäre die Folge und eine Verschlechterung der Kronenrandpassung. Wenn gar ein Divergenzwinkel präpariert wird, entstehen unter sich gehende Stellen und die Krone ist nicht einsetzbar.

2. 6. Lage der Präparationsgrenze

Der Übergang von der Krone zur Zahnwurzel, insbesondere dann, wenn die Restauration parodontale Strukturen tangiert und diese gegebenenfalls schädigen kann, ist ein besonders sensibler Bereich (Stark 2007). In zahlreichen Studien wurden die Reaktionen des Parodontiums, die Größe des Randspaltes bei Kronen (Rudolph et al 2007) und die Lebensdauer der Kronen (Kerschbaum 1998) untersucht.

Die Lage des Kronenrandes wird unterschieden nach einer supragingivalen Präparation, einer paragingivalen (äquigingival) und subgingivalen Präparation.

Eine weitergehende Unterteilung findet sich bei Lehmann und Hellwig (2002).

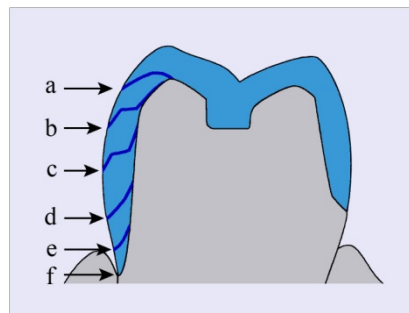


Abbildung 9: Darstellung der Lage des Kronenrandes nach Lehmann und Hellwig (2002)

a und b supragingival, okklusalwärts des anatomischen Äquators des Zahnes;
c supragingival in Höhe des Äquators; d supragingival, zervikalwärts des Äquators; e äquigingival, in Höhe des Zahnfleischsaumes; f infra- bzw. subgingival

Als optimal wird der supragingivale Kronenrand angesehen (Komet 2001), da bei guter Mundhygiene dieser Bereich gut gereinigt werden kann und keine Reizung des Zahnfleisch-

saumes stattfindet. Außerdem ist bei supragingival gelegener Präparationsgrenze der Kronenrand auf Grund der leichteren Präparation und vor allem einfacheren Abformung, genauer (Marxkors 1991).

Leider lässt sich die supragingivale Kronenrandlage nur selten verwirklichen. Nach Marxkors (1991) gibt es einige Gründe, um davon abzuweichen.

Erstens, wenn die Ausdehnung eines kariösen Defektes unter die Gingiva reicht, muss auch der Kronenrand unter die Gingiva geführt werden.

Zweitens spielt die Mitarbeit des Patienten eine entscheidende Rolle. Bei kariesaktiven Gebissen und nicht zur Mitarbeit motivierbaren Patienten, kann es von Vorteil sein, die Krone in den subgingivalen Bereich zu verlegen, damit wenigstens zeitweise ein Kariesschutz entsteht.

Drittens muss die Ästhetik beachtet werden. Im anterioren Bereich lässt es sich nicht vermeiden, den Kronenrand subgingival zu verlegen.

Viertens muss an den mechanischen Halt der Krone gedacht werden. Es sollte eine genügend breite retentive Zone bei der Präparation angelegt werden. Wenn der Zahn sehr kurz ist, kann diese nicht erreicht werden und es muss eine Verlängerung des Stumpfes erzielt werden. Das wird durch eine subgingivale Präparation erreicht.

Nach Untersuchungen von Luthardt (2004) gibt es jedoch keinen negativen Einfluss der subgingivalen Präparation, solange bei der Lokalisation des Restaurationsrandes die biologische Breite als entscheidenden Faktor für den Erhalt der parodontalen Gesundheit eingehalten wird.

2. 7. Messmethoden

In der Literatur werden von zahlreichen Autoren ideale Präparationsformen beschrieben (Esser et al., Freesmeyer 1995, Martignoni und Schonenberger, 1990, Marxkors 2007). Auch an den Universitäten existieren entsprechende Richtlinien. Allerdings finden sich nur wenige Angaben über klinische Vermessungen der Zahnstümpfe. Folgende Messmöglichkeiten werden beschrieben:

Mit einem Konometer (z. B. Fa. DT-Shop, Bad Kissingen) wären Messungen des Konvergenzwinkels denkbar, wie es in Vorversuchen zu dieser Arbeit ausprobiert wurde. Das Konometer (DT-Shop, Bad Kissingen) konnte aber auf Grund der teilweise unregelmäßig präparierten Flächen nicht gleichmäßig angelegt werden. Dadurch sind die Werte nicht reproduzierbar.

Esser et al. (2004) beschreiben in einer Studie Präparationen von Kunststoffzähnen unter klinisch simulierten Bedingungen am Phantomkopf. Dabei wurde ein ideal präparierter Stumpf eingescannt und so als Vorlage benutzt. Alle von den Studenten präparierten Zähne wurden ebenfalls eingescannt. Die Auswertung erfolgte sowohl mit dem Laserscanner es 1 der Firma Etkon (Gräfelfing, München) durch Überlagerung der gescannten Zahnstümpfe mit dem Idealstumpf, als auch visuell durch fünf verschiedene Lehrende. Mit dem Lasergerät ist eine objektive und damit deutlich genauere Bewertung möglich. Der Laserscanner es 1 der Firma Etkon (Gräfelfing, München) ist aber aus finanziellen Gründen für Routinemessungen bisher nicht einsetzbar.

In den bereits auf S. 15 erwähnten Untersuchungen an drei arabischen Universitäten wurden Messungen mit einem Goniometermikroskop (Kontakwinkelmessgerät Firma Krüss, Hamburg) an extrahierten und von Studenten beschliffenen Zähnen vorgenommen (Ayad et al. 2005). Das Goniometermikroskop (Kontakwinkelmessgerät Firma Krüss, Hamburg) stand jedoch für die Messungen nicht zur Verfügung.

Die Firma Kavo (Kavo-Dental-GmbH, Biberach) entwickelte den Scanner „PREPassistant“ (Scanner des Kavo-Everest-Systems mit spezieller Software). Mit diesem Gerät konnten bislang jedoch lt. Auskunft der Firma keine Stümpfe gemessen werden, die nicht vor dem Präparieren bereits in Originalform eingescannt wurden. Nach telefonischer Auskunft (2008) der Firma Kavo-Dental GmbH (Biberach) ist die Messung der Stümpfe jetzt ohne vorheriges Einscannen der originalen Form möglich. Für weitere vergleichende Studien, wäre dieses Gerät wahrscheinlich gut einsetzbar.

Durch Recherche im Internet nach Geräten, die zur Streckenmessung verwendet werden, wurden Laserdistanzsensoren gefunden, die ein berührungsfreies Messen erlauben (OWLG Laserdistanzsensor, Fa. Welotec). Der Messbereich liegt in einem Bereich von 16 – 26 mm. Verwendet wurde schließlich der Laserdistanzsensor der Firma Welotec, Laer, da der Messbereich und die Genauigkeit (Linearitätsfehler 0,006- 0,015 mm) geeignet waren und die finanziellen Möglichkeiten nicht überschritten wurden.

3. Zielstellung

Durch eine anonyme Auswertung von Kronenstumpfpräparationen aus verschiedenen Zahnarztpraxen sollte untersucht werden, inwieweit die Literaturempfehlungen für die Präparation von Kronen unter Praxisbedingungen verwirklicht werden. Zu diesem Zweck musste eine anonyme Untersuchung über das Präparationsverhalten von mehreren Zahnärzten

durchgeführt werden. Wenn die Untersuchung angekündigt worden wäre, hätte sich sicher das Präparationsverhalten der Zahnärzte verändert. Eine objektive Betrachtung des Praxisalltages wäre nicht mehr gewährleistet gewesen. Daher fand keine Registrierung der Namen oder Praxen statt. Das Ziel war es, die Häufigkeit der Präparations- und Kronenarten zu ermitteln, die interokklusale Abstände zu messen und die Breiten der Hohlkehlen bzw. Stufen bei den einzelnen Kronenarten zu untersuchen. Weiterhin sollte die Lage der Präparationsränder und die Präparationswinkel bzw. Gesamtpräparationswinkel bestimmt werden. Die Ergebnisse sollten mit den Literaturangaben verglichen werden. Eine ausreichende Fallzahl für die Statistik war notwendig, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Die Auswertung sollte auch unter dem Aspekt erfolgen, dass in den letzten Jahren immer mehr Vollkeramiksysteme in der Praxis zur Anwendung kommen, die bestimmte Präparationsanforderungen stellen.

4. Material und Methode

4.1. Sammlung der Messproben

Im 2. Quartal 2006 wurden insgesamt 100 Sägeschnittmodelle aus zwei gewerblichen zahntechnischen Laboratorien in Sachsen (Dentallabor Wimmer und Quinque, Dübener Str. 75, Delitzsch) und aus Bayern (Engelsberger Dentallabor, Pfarrweg 4, Engelsberg) für die Untersuchung herangezogen. Das entspricht 100 Modellen von 92 Patienten, 218 präparierten Zähnen von 16 verschiedenen Zahnärzten. Alle in diesem Zeitraum eingegangenen Abformungen vom jeweiligen Zahnarzt wurden verwendet, keine wurde ausgeschlossen. Von jedem Zahnarzt wurden mit 13-15 Stück etwa gleich viele Stümpfe gesammelt. Die Modelle wurden fortlaufend nummeriert und nicht nach den einzelnen Zahnärzten sortiert, damit die Anonymität gewahrt blieb. Auf diese Weise wurden pro Stumpf 24 Werte und damit insgesamt 5232 Analysedaten für die Auswertung zusammengetragen. Aus der Tabelle 6 ist ersichtlich, was für Kronen für welche Zähne hergestellt werden sollten und wie viele Präparationen jeweils pro Zahn untersucht werden konnten.

Einschlusskriterien: Bis die gewünschte Anzahl der präparierten Stümpfe (13 - 15) erreicht war, wurden alle im genannten Zeitraum ankommenden Abformungen vom jeweiligen Zahnarzt verwendet. In der Einordnung nach den Präparationsarten wurde als Hauptmerkmal die vestibuläre Fläche genommen, d. h. wenn ein Zahn vestibulär eine Hohlkehle oder Stufe hatte, wurde er in der Gesamtauswertung nach Präparationsarten zur Hohlkehl- oder

Stufenpräparation gerechnet. Zu den tangentialen Präparationen wurde gezählt, wenn keine Hohlkehle oder Stufe vestibulär erkennbar war. Als Stufenpräparationen wurden Stümpfe gewertet, die vestibulär eine Stufe von etwa 90 Grad zur Zahnoberfläche aufwiesen.

Ausschlusskriterien: Nur beim Bestimmen des geringsten interokklusalen Abstandes wurden diejenigen Stümpfe ausgeschlossen, die keinen Gegenzahn hatten. Der Präparationswinkel wurde bei zu kurzen Stümpfen nicht bestimmt.

Tabelle 6: Verteilung einzelner Kronenarten auf die verschiedenen Zähne (Gesamtzahl 218)

gesamt	-	4	6	6	7	4	13	12	9	11	10	12	16	12	11	2
Vollkeramik	-	1	2	2	2	1	3	4	2	2	2	2	1	2	-	-
VMK	-	1	3	4	5	3	10	8	7	9	8	10	15	6	3	-
Gusskrone	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8	2
Zahn	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
Zahn	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	38	38
Vollkeramik	-	-	3	2	1	-	-	1	-	1	2	2	1	-	1	-
VMK	1	5	1	9	6	3	-	1	1	-	2	5	6	2	2	-
Gusskrone	2	5	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	6	4
gesamt	3	11	7	12	7	3	-	2	1	1	4	7	8	4	9	4

4. 2. Modellherstellung

Die Abdrücke wurden mit Superhartgips (Fa. Shera, Lehmförde) und destilliertem Wasser ausgegossen, wobei zunächst nur ein Zahnkranz hergestellt wurde. Anschließend wurden nach dem Pindexverfahren Pins (Fa. Gamundia, Schwäbisch Gmünd) gebohrt, eingeklebt und die Kränze mit Sherasockel flüssig (Fa. Shera, Lehmförde) gesockelt. Die Abdrücke der Gegenbisse wurden entweder noch einmal ausgegossen oder das vorhandene Modell wurde doubliert (Silikon, Fa. Shera, Lehmförde) und danach in Gips (Fa. Shera, Lehmförde) überführt. Anschließend wurden die getrimmten Unterkiefermodelle mittelwertig in einen Artikulator (Typ Artex, Amann-Girrbach, Pforzheim) eingesetzt. Der Oberkiefer wurde mit Hilfe des vom Zahnarzt mitgelieferten Bissregistrates dazu im Artikulator fixiert. Die letzte

Schicht Gips wurde mit Luftpolsterfolie in zwei Teilen gefertigt, um die Abbindeexpansion so gering wie möglich zu halten. Dadurch wird die eventuelle Ungenauigkeit dieses Arbeitsschrittes durch die dünne und gleichmäßige letzte Gipsschicht auf ein Minimum reduziert. Nun erfolgte die Kontrolle der Einartikulation mit Hanel-Folie (Stärke 12 µm, Fa. Hanel, Nürtingen). Durch Einschleifen der Gipszähne wurde der Biss korrigiert, bis alle Abrasionsflächen Kontakt hatten oder bis die gewünschte Kontaktfläche mit Folie zeichnete. Die Stümpfe wurden nun gesägt und so vorbereitet, als ob eine Modellation erfolgen sollte. Der Präparationsrand wurde unterkehlt, damit später ohne Probleme das Scanwachs passend zur Stumpfachse aufgetragen werden konnte. Von allen präparierten Stümpfen wurden so Duplikatmodelle hergestellt, da die Originalmodelle wieder zurück in die jeweiligen Zahnarztpraxen geschickt werden mussten.

4. 3. Messung des geringsten interokklusalen Abstandes

Der interokklusale Abstand ließ sich relativ leicht durch direkte mechanische Messung bestimmen.

Die Stümpfe wurden gegen Kunststoff mit Hilfe von Isolant (Fa. Dentsply, Konstanz) isoliert. Es wurde lichthärtendes Löffelmaterial (Henry Schein, München) auf die Stümpfe aufgetragen und der Artikulator wurde geschlossen. Mit einer Polymerisationslampe (Typ Starlite pro, Fa. mectron, Köln) wurde das Material ausgehärtet. Die Messung erfolgte mit einem Tasterzirkel (Type ODI 00 D, Fa. Kröplin, Schlüchtern, Messgenauigkeit 0,01mm). Durch den Farbunterschied des Materials bei abnehmender Stärke lässt sich sehr leicht die dünnste Stelle finden. Die Messung sollte drucklos erfolgen und der Tasterzirkel wurde daher an der Messuhr gehalten (Abbildung 10). Da der Taster sich zum Teil selbst etwas verstellt, wurde ständig der Null-Wert kontrolliert und ggf. nachjustiert. Das geht sehr schnell mittels einer am Taster befindlichen Stellschraube. Um die Reproduzierbarkeit der Messung zu testen, wurde in einem Vorversuch jeweils 10 Mal das gleiche Modell genommen. So konnten die Werte verglichen werden. Bei zehn so erstellten Kunststoffbissregistraten ergaben neun den gleichen Messwert. Nur ein Bissregistrator wich um 0,01 mm ab. Danach wurde nur jeweils einmal gemessen. Wenn kein Gegenbiss vorhanden war, konnte allerdings kein interokklusaler Abstand bestimmt werden. Werte, die mit Null angegeben sind, entsprechen auch diesem Wert. Das bedeutet, dass ein Teil der okklusalen oder inzisalen Stumpfoberfläche mit einem antagonistischen Zahn im direkten Kontakt stand.

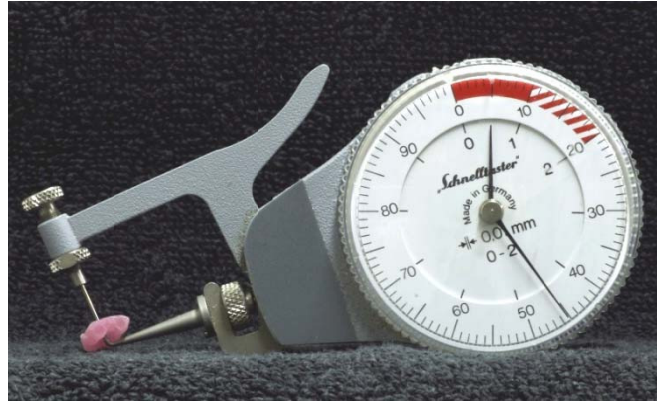


Abbildung 10: Messung des interokklusalen Abstandes mit dem Tasterzirkel an einem Bissregistrator aus Kunststoff

4. 4. Aufbau der Messapparatur

Nach entsprechenden Vorversuchen mit einem Unterschnittmessgerät (Fa. Bego, Bremen) zeigte sich, dass nur eine berührungsfreie Messung reproduzierbare Daten liefert. Die Suche nach einem geeigneten System führte zu Laserdistanzmessern, die durch einen Laserstrahl eine Streckenmessung in kleinen Dimensionen erlaubte. Bei dieser Messung findet keine mechanische Berührung des Stumpfes statt. Die Fa. Welotec (Laer) stellt gut geeignete Sensoren für die gestellte Aufgabe her. Diese Sensoren werden zum Beispiel zur Stärkenmessung beim Walzen von Metallblechen verwendet. Die angegebene Messtoleranz von 0,015 mm erschien ideal. Der Laserdistanzsensor OWLG (Lichtart: Laser rot, Klasse 2, Fa. Welotec, Laer) wurde ausgewählt. Jetzt musste nur noch das Problem mit der Stumpfachse gelöst werden. Es bestand darin, dass es nicht ohne Hilfsmittel möglich ist, jeweils die gleiche Stumpfachse für die Kontrollmessung zu bekommen. Dadurch veränderten sich auch immer die Messwerte. Deshalb war es erforderlich eine individuelle, aber eindeutig festgelegte und jederzeit reproduzierbare Stumpfachse zu bestimmen. Nach weiteren Vorversuchen wurde eine Verfahrensweise über einen individuellen Scansockel gewählt.

Die Vorgehensweise ist folgendermaßen: Zuerst wurden die Winkel der Präparationsflächen bei willkürlich eingestellter, mittlerer Stumpfachse mit einem Fino-Konometer (DT-Shop, Bad Kissingen) gemessen. Um möglichst genaue Daten zu erhalten, wurde ein bereits abgenutzter Diamantschleifer (damit kein zusätzlicher Abrieb am Stumpf entstand) mit Kunststoff im Konometer befestigt. Gemessen wurde jeweils vestibulär/oral und mesial/distal. Die gewonnenen Daten wurden addiert und diese durch zwei geteilt, um einen Mittelwert zu bekommen. Der mittlere Winkel wurde jeweils am Konometer eingestellt, wobei die Neigung

des Frässockels so lange verändert werden musste, bis der Diamantschleifer an den gegenüberliegenden Flächen gleichmäßig anlag. Danach wurde das gleiche Verfahren nach Drehung des Stumpfes um 90 Grad angewendet (siehe Abb. 11).

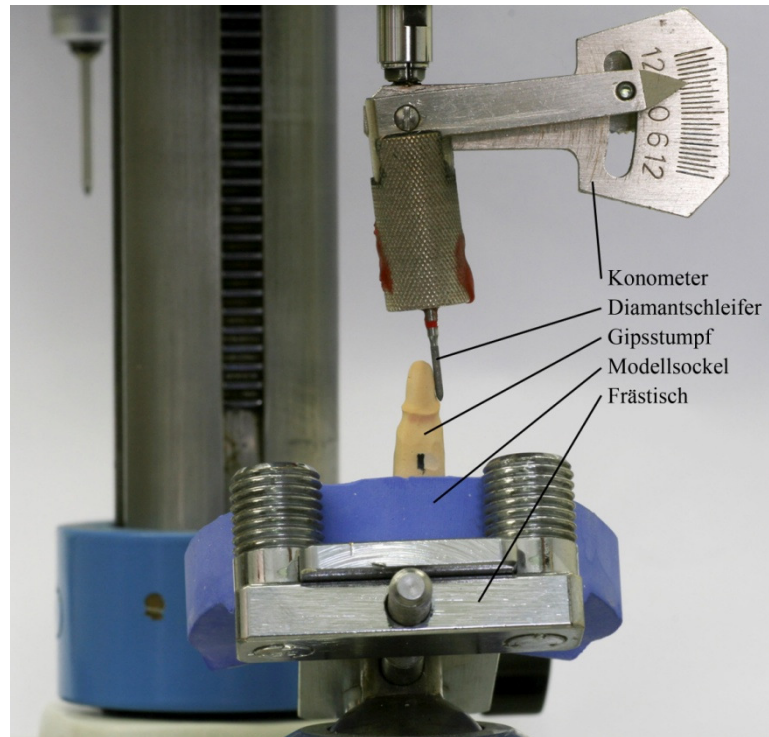


Abbildung 11: Anlegen eines Diamantschleifers im Konometer (DT-Shop, Bad Kissingen) an der Spindel des Fräsgerätes (Fa. Degudent, Hanau) zur Bestimmung der individuellen Stumpfachse

Diese Winkeleinstellungen enthalten einige Risiken, weil die Stümpfe oft Kanten und mehrere Abschrägungen besitzen. Es wurde dann die Fläche genommen, die die längste Kontaktfläche um Schleifer bot. Der Frässockel wurde dann in dieser Stellung, die einer bestimmt mittleren Stumpfposition entspricht, verschlüsselt. Dazu wurde in einem zweiten Schritt eine Übertragungsspinne (Fa. Degudent, Hanau) in das Fräsgerät eingespannt. Mit Silikon (Fa. Shera, Lehmförde) wurde der Stumpf an der Übertragungsspinne befestigt. Es ist wichtig, den Stumpf gut zu fassen, damit dieser sich beim späteren Eingipsen nicht verändern kann. Durch die vorangegangene Vermessung hat jeder Stumpf eine eigene Einschubrichtung und Stumpfachse. Dadurch musste auch jeder Stumpf zunächst einzeln in der Übertragungsspinne mit Silikon fixiert werden (Abb. 12, S. 25).

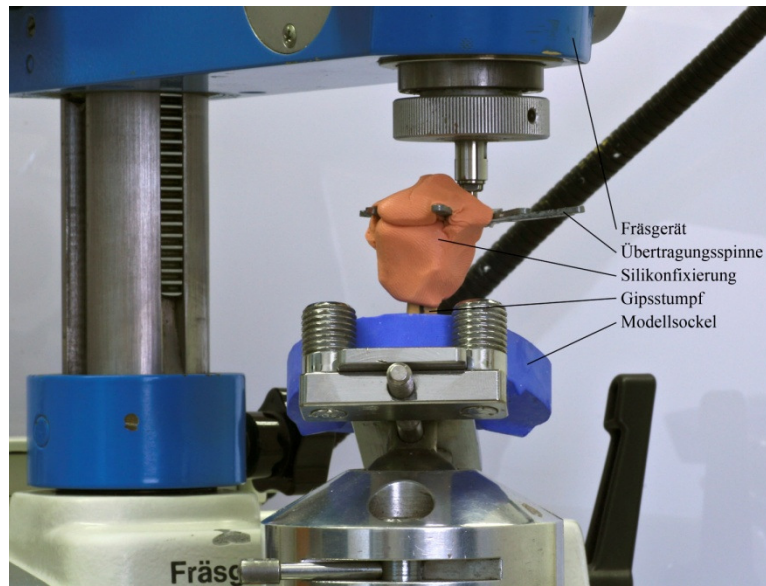


Abbildung 12: Übertragungsspinne mit Silikon (Fa. Shera, Lehmförde) fixiert

Der Stumpf wurde vom Modell entnommen und die passenden Pinnhülsen (Fa. Gamundia, Schwäbisch Gmünd) wurden aufgesteckt.

Nach dem Isolieren mit Super Sep-Isolierung (Fa. Kerr, Scafati, Italien) wurde der Stumpf mit Superhartgips (Fa. Shera, Lehmförde) in dem Scansockel fixiert. In einem Gipssockel fanden so mehrere Stümpfe Platz. Zum Sockeln wurde ein Muffestopfen für HT-Rohre (Größe 40 und 50 mm, Hornbach, Altötting) verwendet (Abb.13).

Jeder Stumpf lässt sich danach sowohl in das Modell, als auch in den Scansockel übertragen.

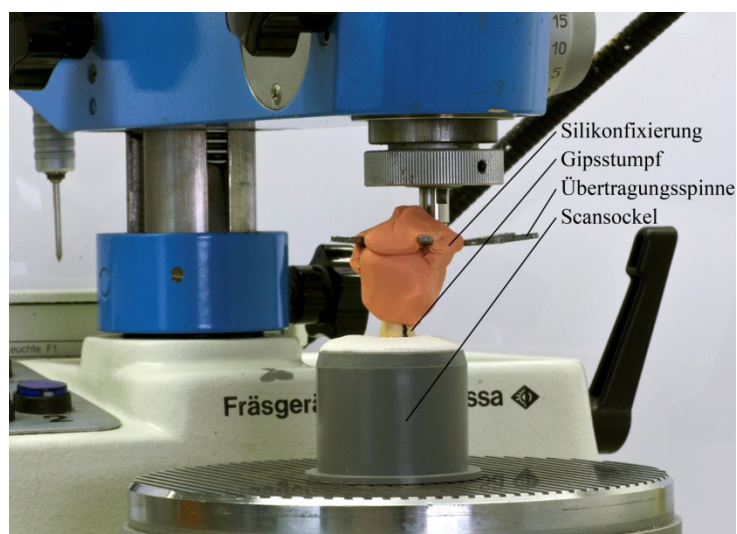


Abbildung 13: Fixieren des Stumpfes mit Gips (Fa. Shera, Lehmförde) im Scansockel

Da der Sensor nur auf einer Fläche genau messen kann, musste unterhalb vom Präparationsrand ein Plateau aufgetragen werden. Dazu wurde Scanwachs (Al dente, Meckenbeuren) mit dem Wachsmesser und parallel zur Stumpfachse mit dem elektrischen Wachsschaber (Fa. Hereaus-Kulzer, Hanau) im Fräsgerät (Degudent, Hanau) aufgetragen (Abb. 14).

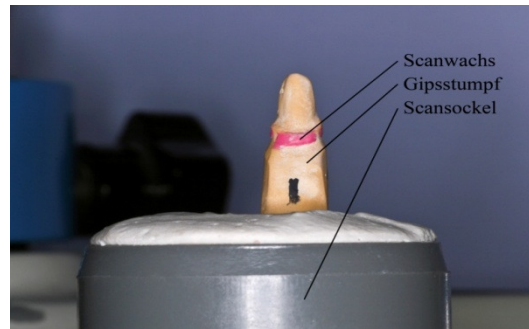


Abbildung 14: Ausblocken unter sich gehender Bereiche unterhalb der Präparationsgrenze mit Scanwachs (Al dente, Meckenbeuren)

Um den Laserdistanzmesser in das Fräsgerät einspannen zu können, wurde eine Bohrung im Gehäuse parallel zum Messfenster angebracht. Darin wurde eine Fräse mit Kunststoff (Fa. Hereaus-Kulzer, Hanau) fixiert. Der so vorbereitete Laserdistanzmesser kann nun jederzeit in das Fräsgerät eingespannt werden und die Messungen können berührungsfrei durchgeführt werden (Abb.15).

Bis zum Messen war pro Stumpf eine Vorbereitungszeit von ca. 50 min erforderlich.



Abbildung 15: Laserdistanzmesser (Fa. Welotec, Laer) fertig zum Messen

4. 4. 1. Messung der Stufen- und Hohlkehlbreite

Die Hohlkehl- und Stufenbreite wird zusammengefasst hier nur noch als Stufenbreite bezeichnet.

Mittels des Laserdistanzmessers wurde der Laserpunkt bei horizontalem Strahlengang zunächst auf eine Stelle unmittelbar unter dem Präparationsrand auf dem Plateau aus Scanwachs, eingestellt. Der gemessene Wert wurde notiert. Nun wurde mittels des Tiefenmessers am Fräsgerät der Laserpunkt um einen Millimeter nach oben in die Hohlkehle oder Stufe verschoben und der so gemessene Wert ebenfalls notiert. Die Differenz aus den beiden gemessenen Werten ergibt die jeweilige Stufenbreite.

Die Stufenbreite wurde immer in der Entfernung von 1 mm vom Präparationsrand gemessen, um vergleichbare Werte zu bekommen. Dieser Punkt wurde gewählt, weil nach zahlreichen Versuchen festgestellt wurde, dass in diesem Bereich die genauesten Messungen möglich sind. Würden z. B. 2 mm angenommen, könnte es sein, dass die Messung schon auf Defekte oder Kanten der Stumpffläche oder stark abgeschrägten Flächen auftrifft.

Wenn die Bifurkation bei Molaren stark ausgeprägt war, erfolgte die Messung buccal auf der mesialen Wurzel. Die Messtoleranz liegt hier bei 0,02-0,03 mm.

Die leeren Spalten in der Auswertungstabelle entsprechen bei den Stufenbreiten den Tangentialpräparationen.

4. 4. 2. Messung der Stumpfhöhe

Die Messung der Stumpfhöhe ist relativ einfach. Der Tiefenmesser am Fräsgerät wird am Präparationsrand auf Null gestellt und so lange mit dem Laserdistanzmesser nach oben verschoben, bis der Laserpunkt gerade noch nicht über der oberen Kante verschwindet. Dann wird nur noch der Wert auf dem Tiefenmesser abgelesen. Eine Ausnahme hiervon erfolgte nur, wenn keine Kante vorhanden war, dann wurde die Höhe bis zur Stumpfspitze genommen. Bei Seitenzähnen wurde die Stumpfhöhe, wenn ein Defekt vorhanden war, bis zu dieser Stelle gemessen, weil darüber kein Winkel mehr messbar gewesen wäre. Bei Frontzähnen wurde die Stumpfhöhe vestibulär bis zur Stumpfspitze gemessen, oral bis zum Ende des palatinalen Retentionszylinders, falls einer vorhanden war, sonst ebenfalls bis zur Stumpfspitze.

4. 4. 3. Errechnen des Präparationswinkels

Für die Bestimmung des Präparationswinkels wurde zusätzlich die halbe Höhe benötigt, die einfach durch Halbieren der Stumpfhöhe ermittelt wurde.

Zuerst wurde im Vorversuch mit der Zweidrittelhöhe gearbeitet, aber an vielen Stümpfen ist in diesem Bereich die Mantelfläche schon so weit konisch präpariert, dass der Präparationswinkel völlig verfälscht würde.

Die halbe Höhe hat andererseits den Nachteil, dass bei sehr kurzen Stümpfen, der Präparationswinkel sehr schlecht oder gar nicht messbar ist. Dieser Fall ist 6 Mal aufgetreten, 4-mal an der distalen Fläche, 1 Mal oral und 1 Mal mesial. Es betraf die Zähne 24, 27, und 47. Da aber genügend Stümpfe vorhanden waren, konnte in diesen speziellen Fällen auf das Ermitteln des Präparationswinkels verzichtet werden. Wenn der Präparationswinkel nicht ermittelt werden konnte, war die Bestimmung des Gesamtpräparationswinkels natürlich auch nicht möglich.

Die Ermittlung des Präparationswinkels α erfolgte mittels der Winkelfunktion:

$$\tan \alpha = a : b \quad \tan \alpha = (\text{Gegenkathete} : \text{Ankathete}),$$

a = Gegenkathete (Lasermesswert)

b = Ankathete (halbe Stumpfhöhe, bzw. korrigierte halbe Stumpfhöhe)

Die Bestimmung des Präparationswinkels erfolgt für Tangentialpräparationen und Hohlkehl- oder Stufenpräparationen jeweils unterschiedlich, (Abb. 16 und 17 auf S. 29).

Präparationswinkel bei tangential präparierten Zähnen:

Bei diesen Zähnen wurde die halbe Stumpfhöhe für die Berechnung als Ankathete eingesetzt. Die Messung mit dem Laserdistanzmesser erfolgte, wie bereits beschrieben an der Präparationsgrenze, dort wurde der Tiefenmesser auch auf Null eingestellt. Nun musste nur noch der Wert der halben Stumpfhöhe auf dem Tiefenmesser eingestellt werden und dort die Distanz zur Stumpfoberfläche abgelesen werden. Die Differenz zwischen diesen beiden Werten ist der horizontale Wert auf dem Dreieck, bzw. die Gegenkathete.

Das heißt also für die Berechnung: Tangens des Präparationswinkels α = gemessener horizontaler Abstandswert bei halber Höhe (Gegenkathete): halbe Höhe (Ankathete)

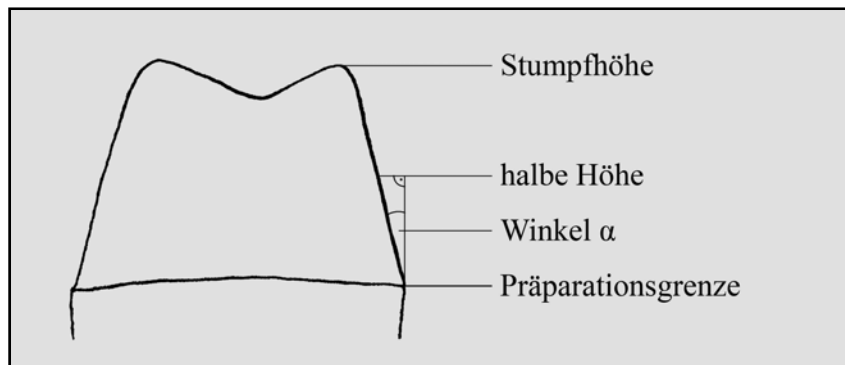


Abbildung 16: Prinzip der Winkelmessung bei Tangentialpräparation

Präparationswinkel bei Hohlkehl- bzw. Stufenpräparation:

Bei Zähnen mit diesen Präparationsformen musste der Präparationswinkel anders gemessen werden. Die Messung in der halben Höhe erfolgte zunächst genauso, wie bei den tangential präparierten Zähnen. Von diesem Messwert musste aber der Betrag (horizontaler Abstandswert) abgezogen werden, der bei 1 mm Entfernung von der Präparationsgrenze gemessen wurde. Dadurch wurde erreicht, dass die Hohlkehle oder Stufe nicht mit in die Winkelmessung einbezogen wird. Die halbe Höhe wurde deshalb auch um 1 mm reduziert.

Das heißt also für diese Berechnung: Tangens des Präparationswinkels $\alpha = (\text{horizontaler Abstandswert bei halber Höhe minus horizontaler Abstandswert bei 1 mm}) : (\text{halbe Höhe minus 1})$

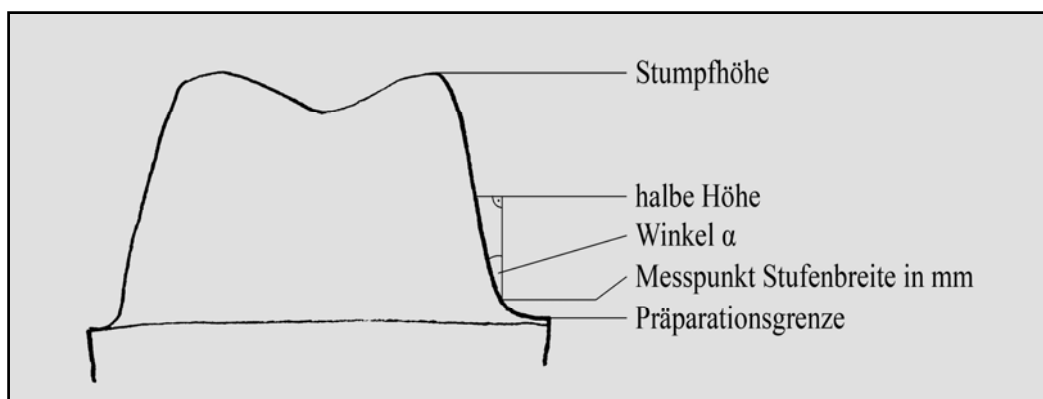


Abbildung 17: Prinzip der Winkelmessung bei Stufen- und Hohlkehlpräparation

Da die Scala des Tiefenmessers nur ein Ablesen in 0,25 mm Schritten erlaubt, muss die messbare Stumpfhöhe bei tangential präparierten Zähnen mindestens 0,5 mm betragen. Mit einer halben Höhe von 0,25 mm ist der Grenzwert für eine Messung gegeben.

Bei Hohlkehl- oder Stufenpräparationen begann die Messung für den Winkel erst bei einer minimalen Stumpfhöhe von 2,5 mm. Die Ursache hierfür ist, dass für die Berechnung die halbe Höhe minus 1 mm herangezogen wird (z. B. 2,5 mm geteilt durch 2 = 1,25 mm; 1,25 mm minus 1 = 0,25 mm). Bei Stufen- und Hohlkehlpräparationen wäre die minimal mögliche Höhe für die Berechnung dann ebenfalls 0,25 mm.

Der Gesamtpräparationswinkel vestibulär/oral errechnet sich aus der Summe des Präparationswinkels vestibulär und oral. Der Gesamtpräparationswinkel mesial/distal ergibt sich ebenfalls aus der Summe der beiden Präparationswinkel mesial und distal. Die Minusangaben der Winkel sind ein Annahmewert, um die Winkel bei unter sich gehender Präparation zu erfassen. Dabei wurde minus 1 eingetragen, wenn in einer Stumpfebene unter sich gehend präpariert wurde. Durch die Mittelung der Präparationswinkel bei der Ausrichtung der Stumpfachse wurden vorhandene unter sich gehende Bereiche immer auf beide korrespondierende Flächen verteilt. Der Wert minus 2 bezeichnet den zusammengefassten unter sich gehenden Gesamtpräparationswinkel in beiden Stumpfebenen, also sowohl mesial/distal, als auch vestibulär/oral.

4. 5. Analysebogen

Durchgeführt wurden die Messungen anhand des Analysebogens (Abb. 18, S 31).

Jeder zu messende Zahn bekam eine laufende Nummer. Für die Auswertung war nach unterschiedlichen Kronen- und Präparationsarten zu unterscheiden. Ebenso wurden die Stufenbreiten und der interokklusale Abstand erfasst. Die Lage der Präparationsgrenze wurde vor dem Trimmen der Stümpfe bereits festgestellt. Nach Eintragung der Messwerte für die Stumpfhöhe und die errechneten halben Höhe, bzw. die korrigierte halbe Höhe konnte der Präparationswinkel und der Gesamtpräparationswinkel errechnet werden.

<h2 style="margin: 0;">Analysebogen</h2>				
Patientennr.: <input style="width: 30px;" type="text"/>		laufende Nummer: <input style="width: 30px;" type="text"/>		Zahn: <input style="width: 30px;" type="text"/>
interokklusaler Abstand:mm				
Präparation für	Vollgusskrone	Metallkeramikkrone	Vollkeramikkrone	
Art der Präparation	Tangentialpräparation	Hohlkehlpäparation	Stufenpräparation	
Messpunkte	vestibulär	oral	mesial	distal
Stufenbreite in mm				
Stumpfhöhe in mm				
halbierte Höhe in mm				
Präparationswinkel in Grad				
Gesamtwinkel in Grad				
Lage der Präparationsgrenze: <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start; margin-top: 5px;"> <div style="text-align: right;"> <ul style="list-style-type: none"> a) vollständig supragingival b) teilweise supragingival c) paragingival d) subgingival </div> <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> <input style="width: 20px; height: 15px; margin-bottom: 2px;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 15px; margin-bottom: 2px;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 15px; margin-bottom: 2px;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 15px;" type="checkbox"/> </div> </div>				

Abbildung 18: Analysebogen

4. 6. Statistische Auswertung

Für die Auswertung der Daten wurde der SPSS Daten-Editor verwendet.

Analysiert wurden die prozentuale Verteilung der untersuchten Kronen- und Präparationsarten, sowie die Lage der Präparationsgrenze bei Präparations- und Kronenarten. Die Darstellung erfolgte mittels Kreisdiagrammen, um die Verteilung übersichtlich darzustellen. Der interokklusale Abstand wurde mit Hilfe eines Säulendiagramms verdeutlicht, um auch die Standardabweichung zu zeigen. Für die Auswertung des interokklusalen Abstandes bei den einzelnen Kronenarten und bei Front- und Seitenzähnen wurde ein tabellarischer Vergleich angestellt.

Die Stumpfhöhe konnte getrennt nach Front- und Seitenzähnen, nach einzelnen Flächen und den Kronenarten ausgewertet werden. Auch hier konnte ein übersichtlicher Vergleich erstellt werden. Außerdem wurde ein Fehlerbalkendiagramm angefertigt, um die Durchschnittswerte und die Standardabweichung darzustellen.

Stufenbreiten wurden an einzelnen Zahnflächen mit einem Säulendiagramm ausgewertet, um auch wieder die Standardabweichung abzubilden. Bei der Auswertung der Stufenbreiten bei Front- und Seitenzähnen und bei den einzelnen Kronenarten wurden die Werte numerisch verglichen. Eine Boxplotdarstellung stellt die extremen Abweichungen bei den Stufenbreiten der einzelnen Kronenarten dar. Eine Übersicht über die Häufigkeit tangential präparierter Flächen bei vestibulärer Hohlkehl- oder Stufenpräparation schloss sich an.

Die Gesamtpräparationswinkel wurden einzeln nach vestibulär/oral und mesial/distal mittels eines Säulendiagrammes ausgewertet, um die großen Abweichungen optisch darzustellen. Im Vergleich zwischen beiden Winkeln wurde eine Boxplotdarstellung eingesetzt, um wiederum auch die extremen Werte zu zeigen. Weiterhin konnten die Winkel bei Front- und Seitenzähnen, sowie bei verschiedenen Kronenarten verglichen werden und ein Fehlerbalkendiagramm die Durchschnittswerte mit der Standardabweichung verdeutlichen.

5. Untersuchungsergebnisse

5. 1. Prozentuale Aufteilung nach untersuchten Kronenarten

Insgesamt wurden in die Untersuchung 218 präparierte Stümpfe einbezogen. Davon wurden 42 Zähne für Vollgusskronen, 137 für Metallkeramikronen und 39 für Vollkeramikronen präpariert.

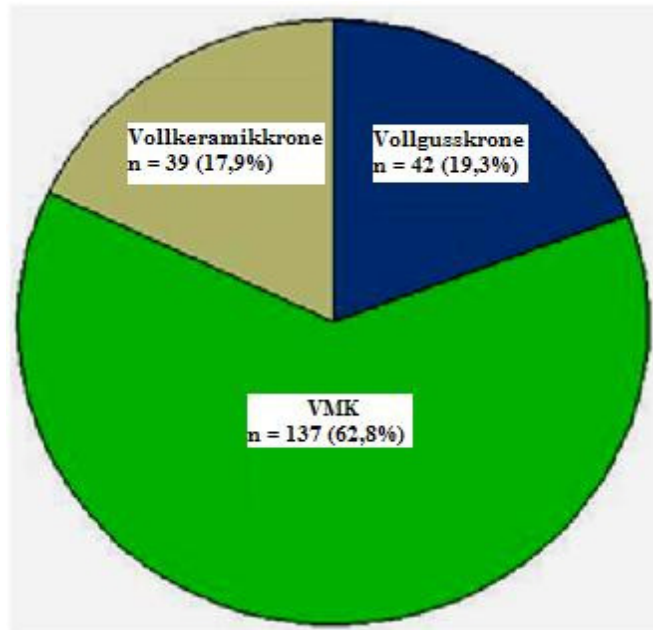


Abbildung 19: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kronenarten

Es ergibt sich eine prozentuale Verteilung von 19,3 % für Vollgusskronen, 62,8 % für Metallkeramikkronen und 17,9 % für Vollkeramikkronen. Der Hauptanteil der Präparationen liegt demnach bei den Metallkeramikkronen.

5. 2. Prozentuale Aufteilung nach Präparationsarten

Für die Auswertung sollte auch ermittelt werden, welche Präparationsart von den Zahnärzten bevorzugt zur Anwendung kommt.

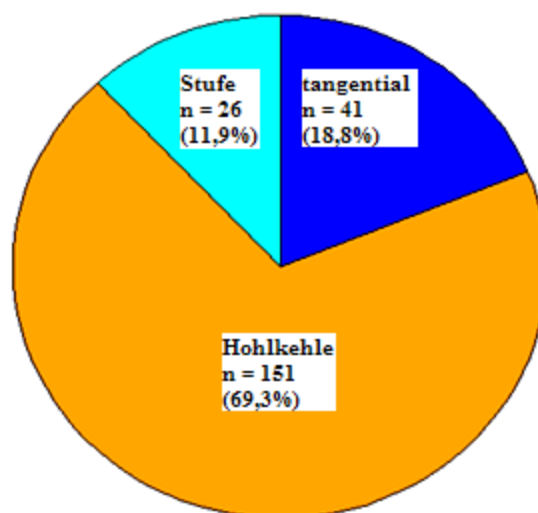


Abbildung 20: Häufigkeitsverteilung der Tangential-, Hohlkehl- und Stufenpräparation

Aus der Abbildung 20 geht hervor, dass von den 218 Zähnen, 41 Zähne tangential präpariert wurden, 151 Zähne mit einer Hohlkehle und 26 Zähne mit einer Stufenpräparation versehen wurden. Das entspricht einem prozentualen Anteil von 18,8 % für Tangentialpräparationen, 69,3 % für Hohlkehlpäparationen und 11,9 % für Stufenpräparationen. Das heißt, dass bei der Präparationsart die Hohlkehlpäparation deutlich bevorzugt wird, wobei diese Präparation bei allen drei Kronenarten eingesetzt wurde.

5. 3. Ergebnisse zur Lage der Präparationsgrenze

Von den 218 Zähnen wurden 196 (89,9 %) vollständig subgingival präpariert. Lediglich 8 Zähne (3,7 %) waren überwiegend paragingival, 10 Zähne (4,6 %) teilweise supragingival und nur 4 Zähne (1,8 %) vollständig supragingival präpariert worden. Wird die Anzahl von vollständig supragingival, teilweise supragingival und paragingival präparierten Zähnen zusammengezählt, ergeben sich 22 Präparationen (10,1 %), das heißt, dass nur ein sehr geringer Teil der Kronenränder oberhalb oder in Höhe des Gingivarandes liegt. Der überwiegende Teil der Kronenränder wurde unter den Zahnfleischrand verlegt. Alle Frontzähne wurden subgingival präpariert.

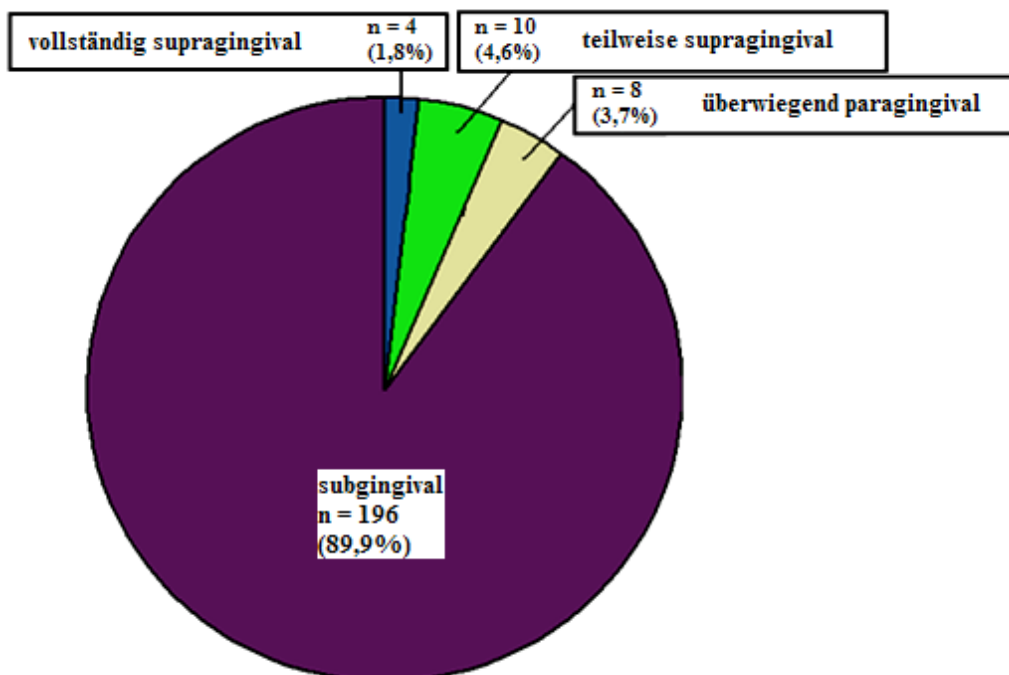


Abbildung 21: Häufigkeitsverteilung der Präparationen nach der Lage der Präparationsgrenze

Werden die Zahlen zur Lage der Präparationsgrenze nach der Präparationsart aufgeschlüsselt, ergibt sich folgendes Bild (Tab. 7):

Tabelle 7: Lage der Präparationsgrenze bei Tangential-, Hohlkehl- oder Stufenpräparation

Lage der Präparationsgrenze	Art der Präparation					
	tangential		Hohlkehle		Stufe	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
vollständig supragingival	-	-	4	2,6	-	-
teilweise supragingival	1	2,4	9	6,0	-	-
überwiegend paragingival	4	9,8	4	2,6	-	-
subgingival	36	87,8	134	88,7	26	100,0
Gesamtzahl	41	100,0	151	100,0	26	100,0

Die Präparationsgrenze wurde bei der Stufenpräparation immer subgingival gelegt. Bei der Hohlkehlpräparation wurde zu 88,7 % subgingival präpariert. Nur insgesamt zu 11,3 % wurde der Kronenrandbereich nicht unter die Gingiva verlegt. Die tangential präparierten Zähne bekamen niemals vollständig supragingivale Kronenränder, nur einmal teilweise supragingivale und viermal überwiegend paragingivale (12,2 %). Der größere Teil (87,8 %) wurde subgingival präpariert. Bei den vollständig supragingivalen, teilweise supragingivalen und paragingivalen Kronenrändern handelte es sich immer um Seitenzähne.

Wird die Lage der Präparationsgrenze nach der Kronenart aufgeteilt, so ergibt sich nachfolgende Aufteilung (Tabelle 8, S. 36):

Tabelle 8: Lage der Präparationsgrenze bei Vollgusskronen, Metallkeramikkronen und Vollkeramikkronen

Lage der Präparationsgrenze	Vollgusskronen		Metallkeramikkronen		Vollkeramikkronen	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
vollständig supragingival	4	9,5	-	-	-	-
teilweise supragingival	5	11,9	5	3,6	-	-
überwiegend paragingival	6	14,3	1	0,7	1	2,6
subgingival	27	64,3	131	95,6	38	97,4
Gesamtzahl	42	100,0	137	100,0	39	100,0

Die vier vollständig supragingival präparierten Zähne bekamen Vollgusskronen. Teilweise supragingival präparierte Zähne erhielten je zur Hälfte Vollgusskronen und Metallkeramikkronen. Überwiegend paragingivale Präparationen fanden sich bei 6 Vollgusskronen, einer Metallkeramikkrone und einer Vollkeramikkrone. Subgingival wurden 27 Vollgusskronen, 131 Metallkeramikkronen und 38 Vollkeramikkronen präpariert.

5. 4. Messergebnisse zum interokklusalen Abstand

In diese Analyse konnten 202 von 218 Gipsstümpfen einbezogen werden. Bei den restlichen 16 Gipsstümpfen war kein Gegenbiss vorhanden, wodurch sich die Anzahl reduzierte. Die Messergebnisse sind in Abbildung 22 (S. 37) und für die einzelnen Kronenarten in Tab. 9 (S. 37) dargestellt.

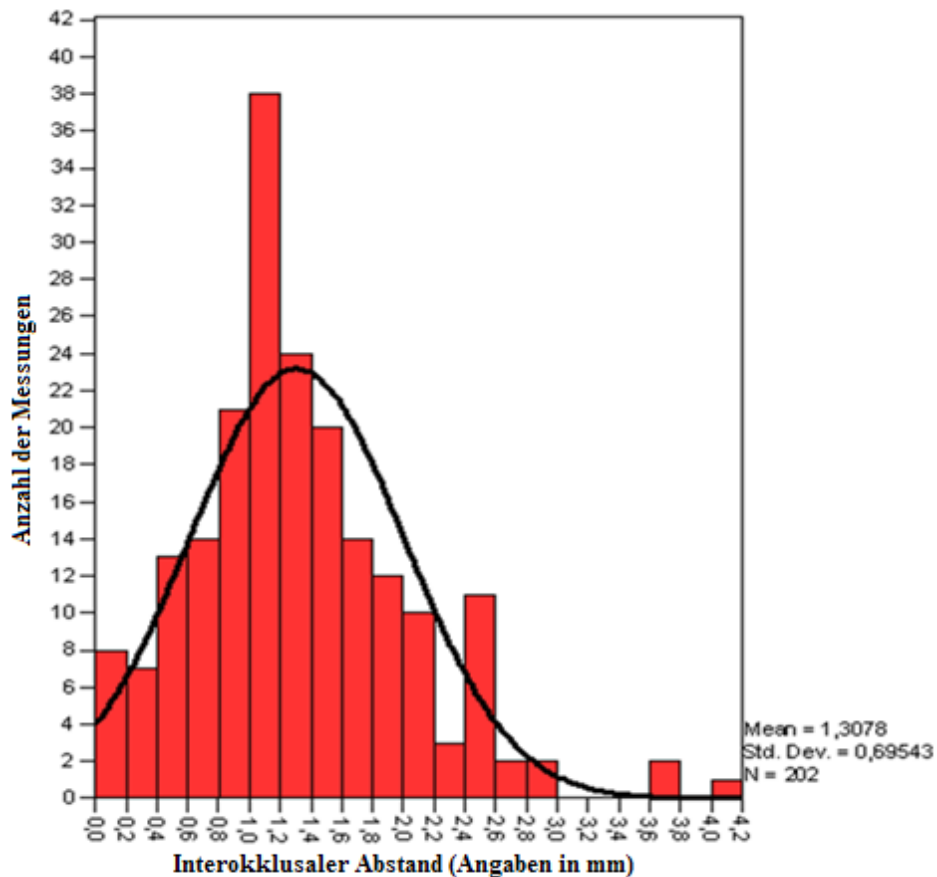


Abbildung 22: Häufigkeitsverteilung für den interokklusalen Abstand mit Normalverteilungskurve in Schritten von 0,2 mm

Der mittlere interokklusale Abstand beträgt demnach rund 1,3 mm. Unter Berücksichtigung der Standardabweichung liegen die meisten Werte zwischen 0,6 mm und 2,0 mm.

Tabelle 9: Interokklusaler Abstand bei den einzelnen Kronenarten (Angaben in mm)

Präparation für	Minimum	Maximum	Mittelwert
Vollgusskrone n=42	0,00	1,86	0,99
Metallkeramikkrone n=137	0,00	4,06	1,38
Vollkeramikkrone n=39	0,37	3,63	1,36

Der interokklusale Abstand wird im Durchschnitt bei Vollgusskronen geringer präpariert, während zwischen Metallkeramikkrone und Vollkeramikkrone kaum ein Unterschied festzustellen ist. Allerdings gab es Vollgusskronen und Metallkeramikkrone, bei denen kein interokklusaler Abstand vorhanden war, wodurch sich auch die große Variationsbreite ergibt.

Tabelle 10: Interokklusaler Abstand bei Front- und Seitenzähnen (Angaben in mm)

Art der Zähne	Minimum	Maximum	Mittelwert
Frontzähne n=69	0,14	4,06	1,26
Seitenzähne n=133	0,00	3,63	1,33
insgesamt n=202	0,00	4,06	1,31

Wenn zwischen Front- und Seitenzähnen differenziert wird, ist festzustellen, dass der interokklusale Abstand bei Frontzähnen etwas geringer ist als bei den Seitenzähnen. Er liegt im statistischen Mittel für die Frontzähne bei 1,26 mm und für die Seitenzähne bei 1,33 mm. Allerdings ist zu bemerken, dass der interokklusale Abstand eine sehr große Variationsbreite hat. Es gibt Werte von minimal 0,00 mm und maximal von 4,06 mm, wobei 0,00 mm nur bei Seitenzähnen zu finden war.

5. 5. Messergebnisse zur Stumpfhöhe

Da es bei der Stumpfhöhe von Bedeutung ist, ob es sich um einen Front- oder Seitenzahn handelt, wurde eine getrennte Analyse darüber erstellt.

Tabelle 11: Messergebnisse zur Stumpfhöhe bei Front- und Seitenzähnen, Angaben in mm

Zahnart	Stumpfhöhe	vestibulär	oral	mesial	Distal
Front- zähne n=70	Minimum	5,0	1,5	2,0	2,0
	Maximum	11,0	9,0	8,0	8,0
	Mittelwert (gerundet)	7,6	4,2	5,4	5,5
Seiten- zähne n=148	Minimum	2,0	2,0	1,5	0,0
	Maximum	9,0	7,0	7,0	7,0
	Mittelwert (gerundet)	5,3	4,0	3,6	3,7

In der Tabelle 11(S. 38) ist besonders auffällig, dass an den Seitenzähnen distal eine minimale Stumpfhöhe von 0,0 mm aufgetreten ist.

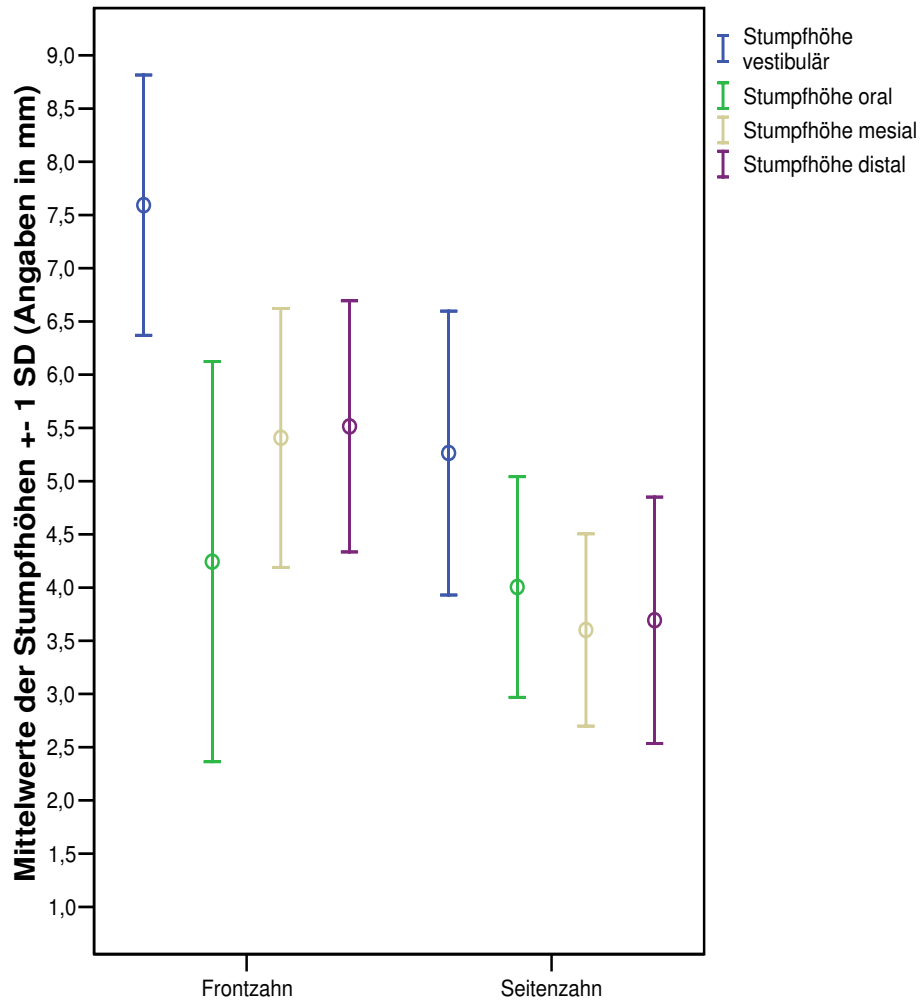


Abbildung 23: Mittelwerte der Stumpfhöhen mit Standardabweichung getrennt nach Front- und Seitenzähnen

Aus der Abbildung 23 geht hervor, dass die größte Stumpfhöhe mit 7,6 mm vestibulär an den Frontzähnen vorhanden ist. Oral ist sie mit 4,2 mm ist sie erwartungsgemäß entsprechend der Zahnanatomie wesentlich geringer, aber im Durchschnitt noch höher als bei Seitenzähnen. Approximal hat die Stumpfhöhe bei Frontzähnen mit 5,4 bzw. 5,5 mm einen mittleren Wert. Bei Seitenzähnen ist lediglich vestibulär eine größere Stumpfhöhe von 5,3 mm zu erkennen, oral ist sie mit 4,0 mm und approximal mit 3,6 bzw. 3,7 mm deutlich geringer. Wird eine Übersicht der Stumpfhöhen nach den Kronenarten vorgenommen, ergibt sich das nachfolgende Bild (Abb. 24, S 40):

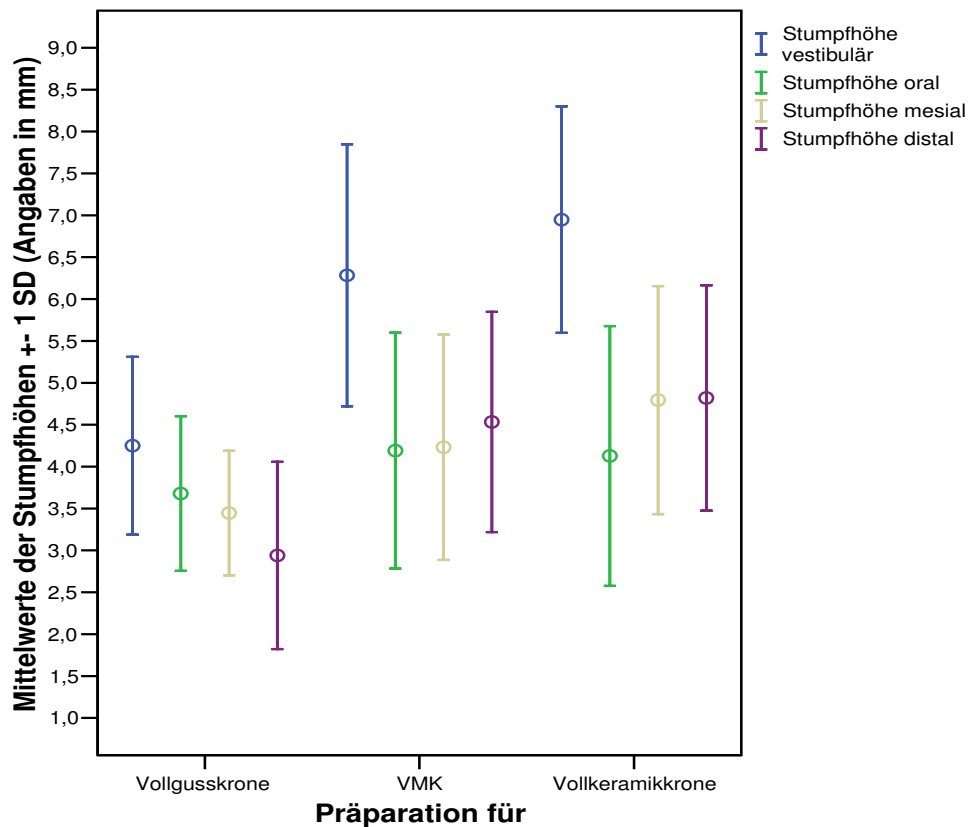


Abbildung 24: Mittlere Stumpfhöhen bei Vollgusskronen, Metallkeramikronen und Vollkeramikronen

Die Abbildung 24 zeigt, dass die Stumpfhöhe bei Vollgusskronen mit minimal 0,0 mm und maximal 7,0 mm am geringsten ist, vor allem wohl deshalb, weil Vollgusskronen vorwiegend im Seitenzahnggebiet angefertigt werden. Metallkeramikronen mit minimal 0,0 mm und maximal 11,0 mm, sowie Vollkeramikronen mit minimal 1,5 mm und maximal 10,0 mm haben vor allem vestibulär größere Stumpfhöhen.

5. 6. Messergebnisse zu den Hohlkeh- und Stufenbreiten

Da bei der Auswertung der Breite der Präparationsgrenze kein Unterschied zwischen Hohlkehle und Stufe gemacht wurde, wird zur Vereinfachung im Text nur noch von Stufenbreite gesprochen.

Zuerst wurden die einzelnen Flächen der Zähne nach Stufenbreiten ausgewertet. Danach wurden die Stufenbreiten nach Front- und Seitenzähnen ausgewertet. Als Letztes wurde eine Aufstellung über die Stufenbreiten bei den einzelnen Kronenarten angefertigt.

5. 6. 1. Durchschnittliche Stufen- und Hohlkehlbreiten an einzelnen Zahnflächen

In die Auswertung der Stufenbreite an den vestibulären Flächen sind 177 Gipsstümpfe einbezogen worden. Die restlichen 41 Stümpfe entsprechen an dieser Stelle tangentialen Präparationen. Stufen wurden erst ab einem Wert von 0,10 mm gemessen (Abb. 25).

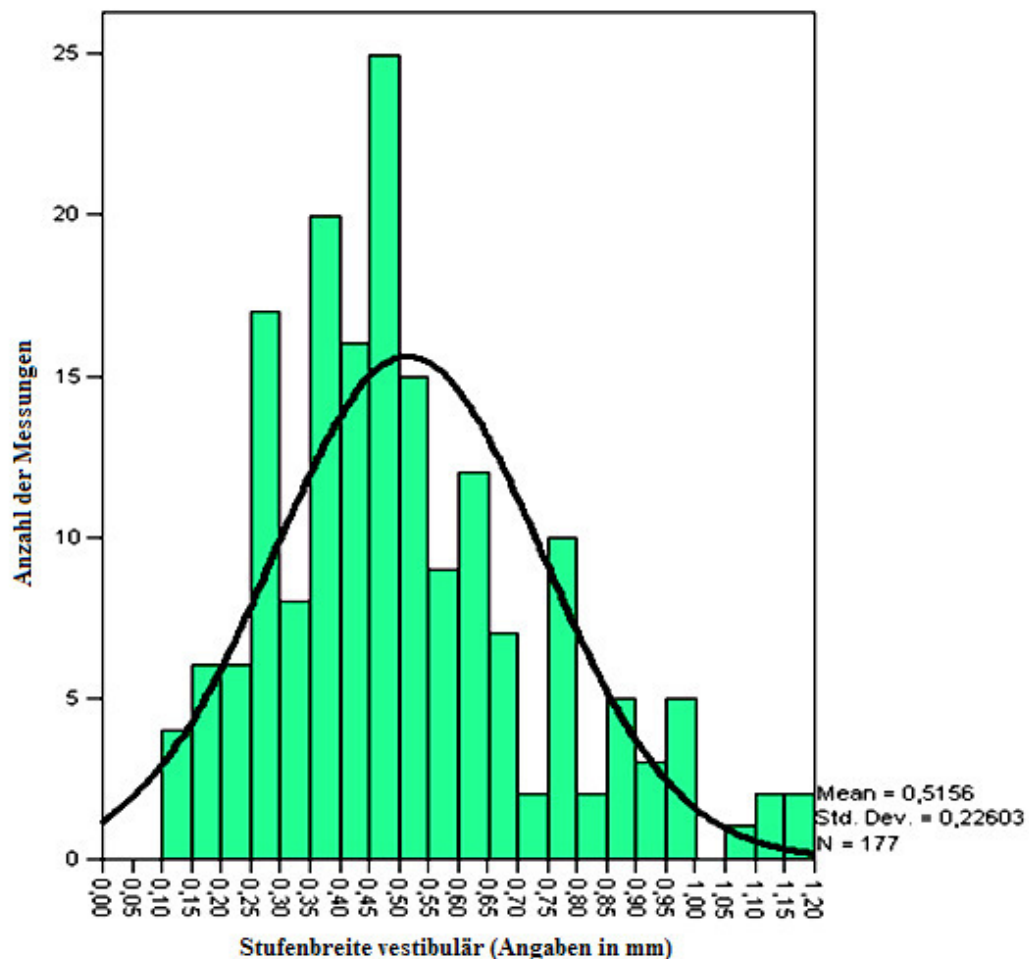


Abbildung 25: Stufenbreite vestibulär in Schritten von 0,05 mm

Auf der Darstellung in Abbildung 25 kann die mittlere Stufenbreite für alle untersuchten Stümpfe vestibulär abgelesen werden, sie beträgt rund 0,5 mm. Die meisten Messwerte liegen in einer Variationsbreite von 0,29 mm bis 0,75 mm.

Für die Auswertung der Stufenbreiten an Oralflächen konnten 143 untersuchten Gipsstümpfen herangezogen werden, das heißt, dass an dieser Seite von den 218 Stümpfen 75 tangential präpariert wurden.

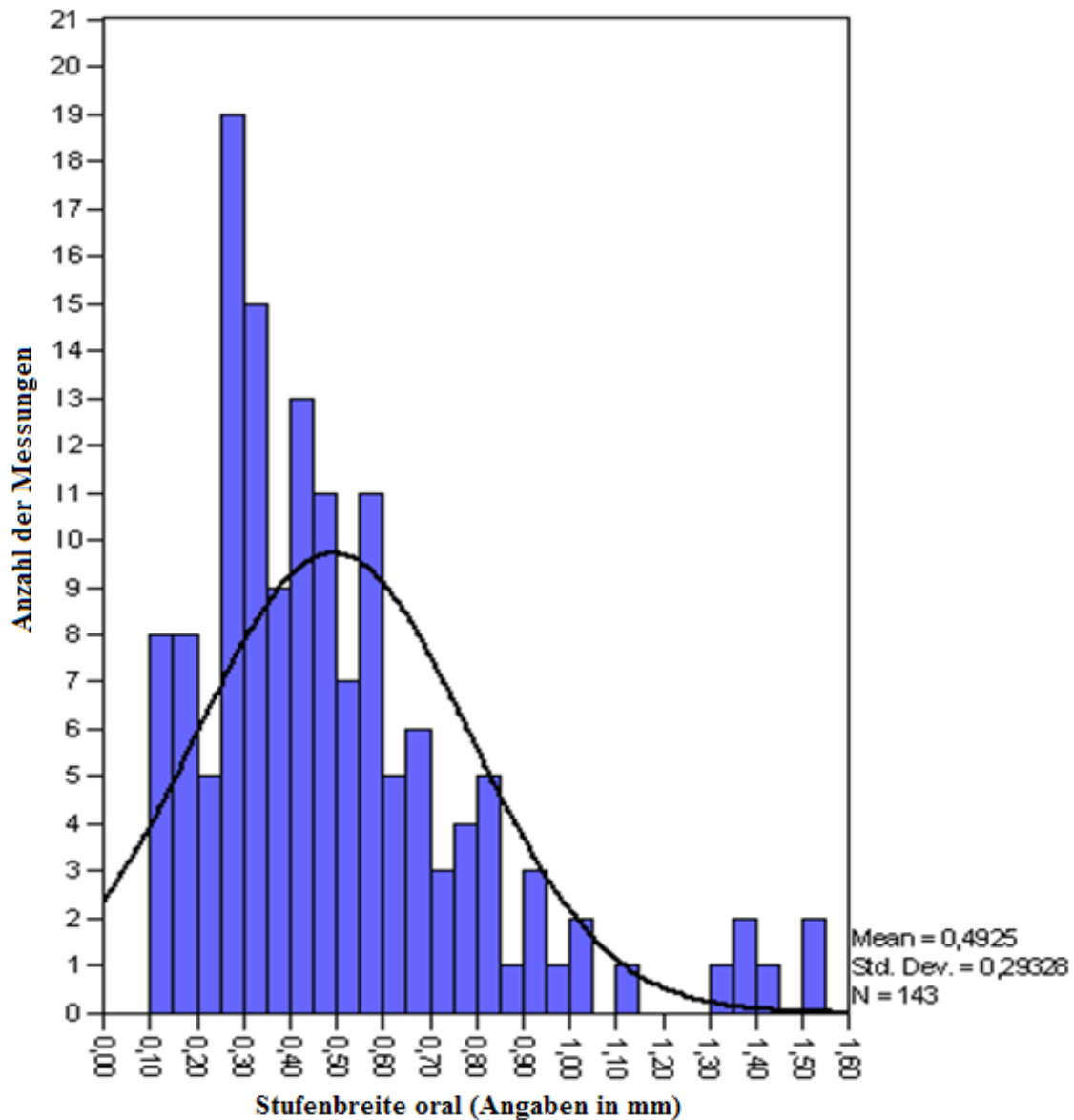


Abbildung 26: Stufenbreite oral in Schritten von 0,1 mm

Auch oral wurde eine durchschnittliche Stufenbreite von rund 0,5 mm ermittelt, wobei die meisten Stümpfe oral mit einer Stufenbreite in einem Bereich von rund 0,20 mm bis 0,78 mm liegen.

Die Anzahl der ausgewerteten Gipsstümpfe mit einer mesialen Stufe war auf 141 begrenzt (Abbildung 27, Seite 43). Auf dieser Seite wurden von den 218 Zähnen 77 Zähne tangential präpariert.

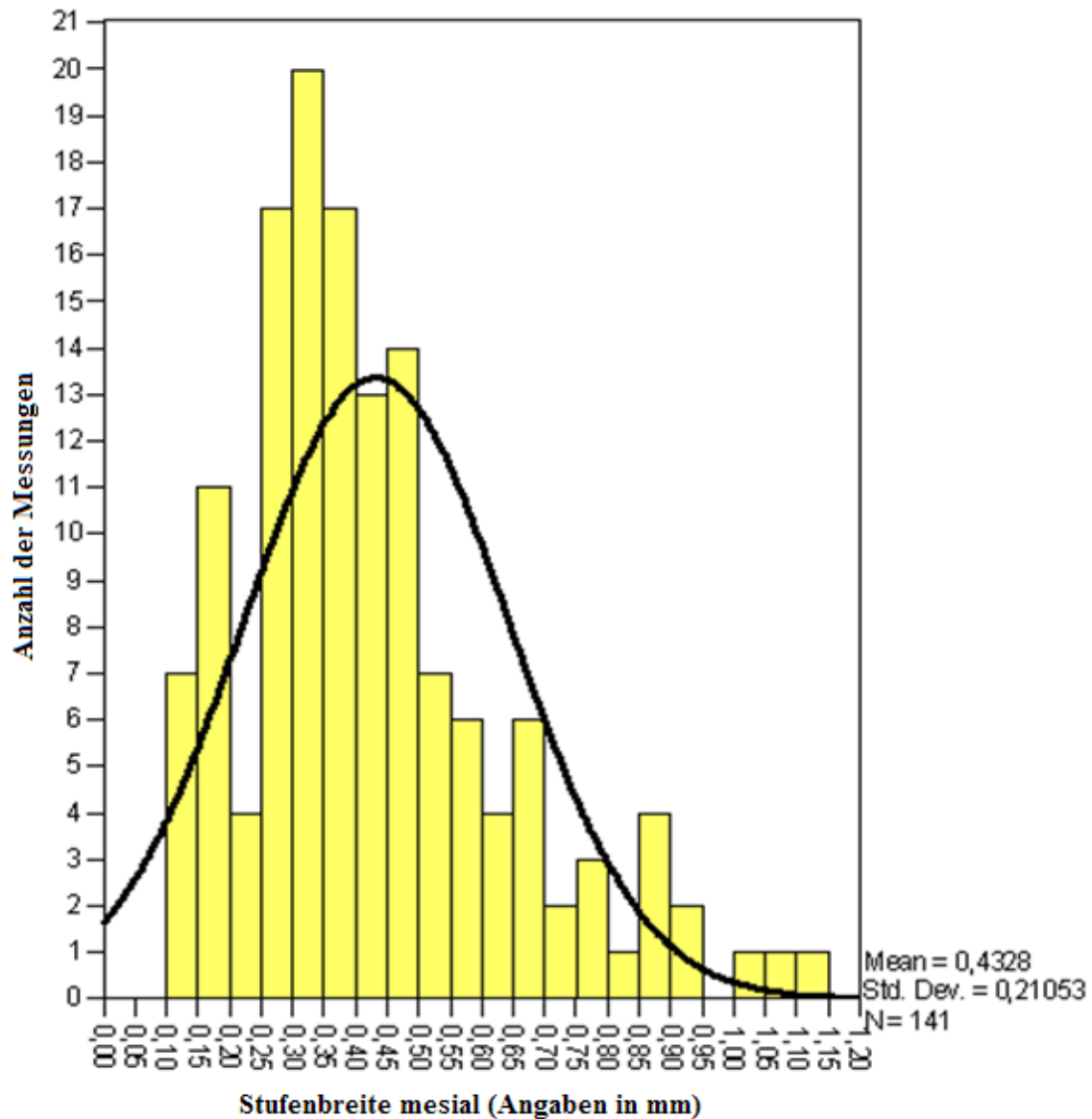


Abbildung 27: Stufenbreite mesial in Schritten von 0,05 mm

Mesial liegt die mittlere Stufenbreite aller untersuchten Stümpfe bei rund 0,4 mm. Die häufigsten Stufenbreiten liegen zwischen 0,22 mm und 0,64 mm.

Es konnten für die Auswertung der Stufenbreite distal 147 Stümpfe verwertet werden, die restlichen 71 waren distal tangential präpariert worden (Abbildung 28, Seite 44).

Die durchschnittliche Stufenbreite distal beträgt rund 0,4 mm. Distal liegen die häufigsten Stufenbreiten in einem Bereich von 0,2 mm bis 0,7 mm.

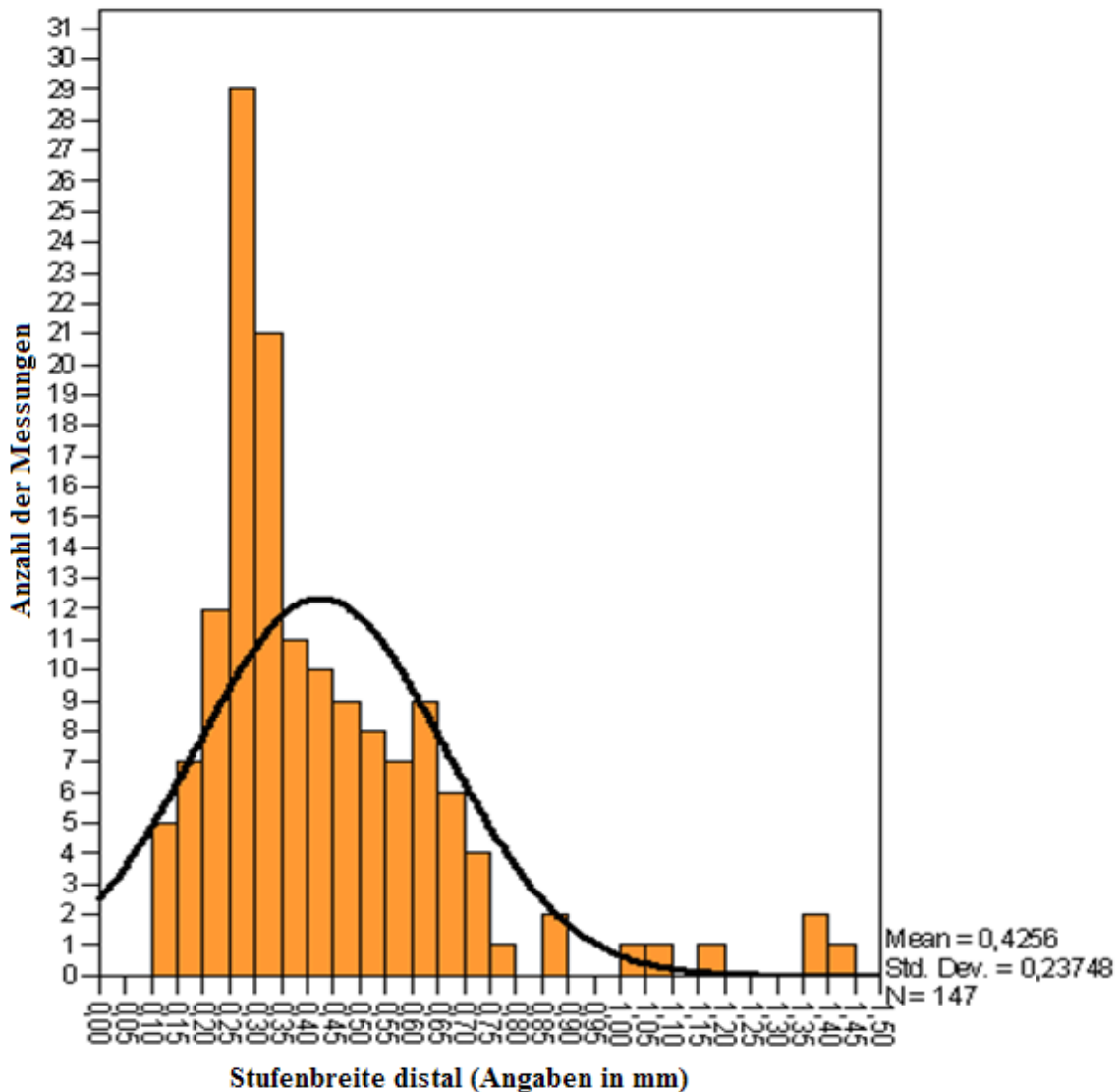


Abbildung 28: Stufenbreite distal in Schritten von 0,05 mm

5. 6. 2. Durchschnittliche Stufen- und Hohlkehlbreiten bei Front- und Seitenzähnen

Vestibulär ist die Breite der Stufen an Front- und Seitenzähnen mit 0,52 mm gleich breit präpariert. Bei Frontzähnen wurde im Durchschnitt oral mit 0,51 mm etwas breiter präpariert, als an den Seitenzähnen mit lediglich 0,48 mm. Mesial wurde ein Wert von 0,42 mm bei Frontzähnen ermittelt und bei Seitenzähnen 0,44 mm, also fast kein Unterschied. Distal ist es ähnlich, in der Front wurde durchschnittlich 0,43 mm breit präpariert, im Seitenzahngebiet 0,42 mm.

Tabelle 12: Darstellung der Stufenbreiten an verschiedenen Zahnflächen bei Front- und Seitenzähnen (Angaben in mm)

Zahnart	Stufenbreite	Mittelwert
Frontzähne n=69	vestibulär	0,52
	oral	0,51
	mesial	0,42
	distal	0,43
Seitenzähne n=109	vestibulär	0,52
	oral	0,48
	mesial	0,44
	distal	0,42

Die Tabelle 12 lässt erkennen, dass die Stufenbreiten sowohl vestibulär und oral, als auch mesial und distal bei Front- und Seitenzähnen fast gleich breit präpariert wurden. Zwischen Front- und Seitenzähnen ist also kein wesentlicher Unterschied in der Stufenbreite zu erkennen. Bedingt durch die Form der Zähne wurde approximal weniger abgetragen.

5. 6. 3. Durchschnittliche Stufen- und Hohlkehlbreiten bei einzelnen Kronenarten

Allgemein ist Tabelle 13 zu erkennen, dass die Stufenbreiten bei Vollgusskronen und bei Metallkeramikkronen ziemlich gleich sind. Bei Vollkeramikkronen sind die Stufen wesentlich breiter. Bei Vollgusskronen und Metallkeramikkronen wurde vestibulär am stärksten präpariert, bei Vollkeramikkronen dagegen oral.

Zusammengefasst ergibt sich folgendes Bild. Wenn vestibulär als besonders wichtiger Messpunkt herangezogen wird, ist zu erkennen, dass die Stufenbreite bei **Vollgusskronen** in diesem Bereich zwischen rund 0,2 mm und rund 1,0 mm liegt, durchschnittlich aber bei 0,5 mm. Oral und distal finden sich die gleichen Mittelwerte von rund 0,4 mm. Nur mesial ist durchschnittlich etwas mehr präpariert worden, der Wert liegt bei rund 0,5 mm. Zirkulär betrachtet sind die Stufen bei Vollgusskronen zwischen 0,4 und 0,5 mm breit.

Tabelle 13: Stufenbreiten bei den einzelnen Kronenarten (Angaben nach Anzahl und in mm)

Präparation Für	Zahnfläche	tangentiale Flächen	ausgewertete Anzahl mit Stufe	Stufenbreite Minimum	Stufenbreite Maximum	Stufenbreite Mittelwert
Vollgusskronen n=42	vestibulär	20	22	0,19	0,97	0,53
	oral	26	16	0,10	0,66	0,38
	mesial	27	15	0,25	0,95	0,46
	distal	26	16	0,12	0,65	0,38
Metallkeramik- kronen n=137	vestibulär	20	117	0,14	1,19	0,48
	oral	44	93	0,12	1,02	0,41
	mesial	46	91	0,12	1,01	0,38
	distal	43	94	0,12	1,41	0,37
Vollkeramik- kronen n=39	vestibulär	0	39	0,14	1,15	0,62
	oral	2	37	0,10	1,53	0,74
	mesial	3	36	0,26	1,14	0,55
	distal	1	38	0,16	1,39	0,58

Bei **Metallkeramik**kronen wurde vestibulär eine Breite von 0,1 mm bis 1,2 mm präpariert, im Mittelwert aber 0,5 mm. Oral, mesial und distal sind die Stufenbreiten mit rund 0,4 mm, gleich breit. Bei Metallkeramikronen wurde zirkulär ebenfalls im Bereich von 0,4 und 0,5 mm präpariert.

Die **Vollkeramik**kronen weisen vestibulär ebenfalls einen Bereich von 0,1 mm bis 1,2 mm auf. Im Durchschnitt wurden aber eine 0,6 mm breite Stufen präpariert. Oral fällt auf, dass etwas breitere Stufen vorhanden sind (0,7 mm). Zwischen mesial und distal ist mit rund 0,6 mm kein Unterschied erkennbar. Vollkeramikronen weisen zirkuläre Stufen zwischen 0,6 und 0,7 mm auf.

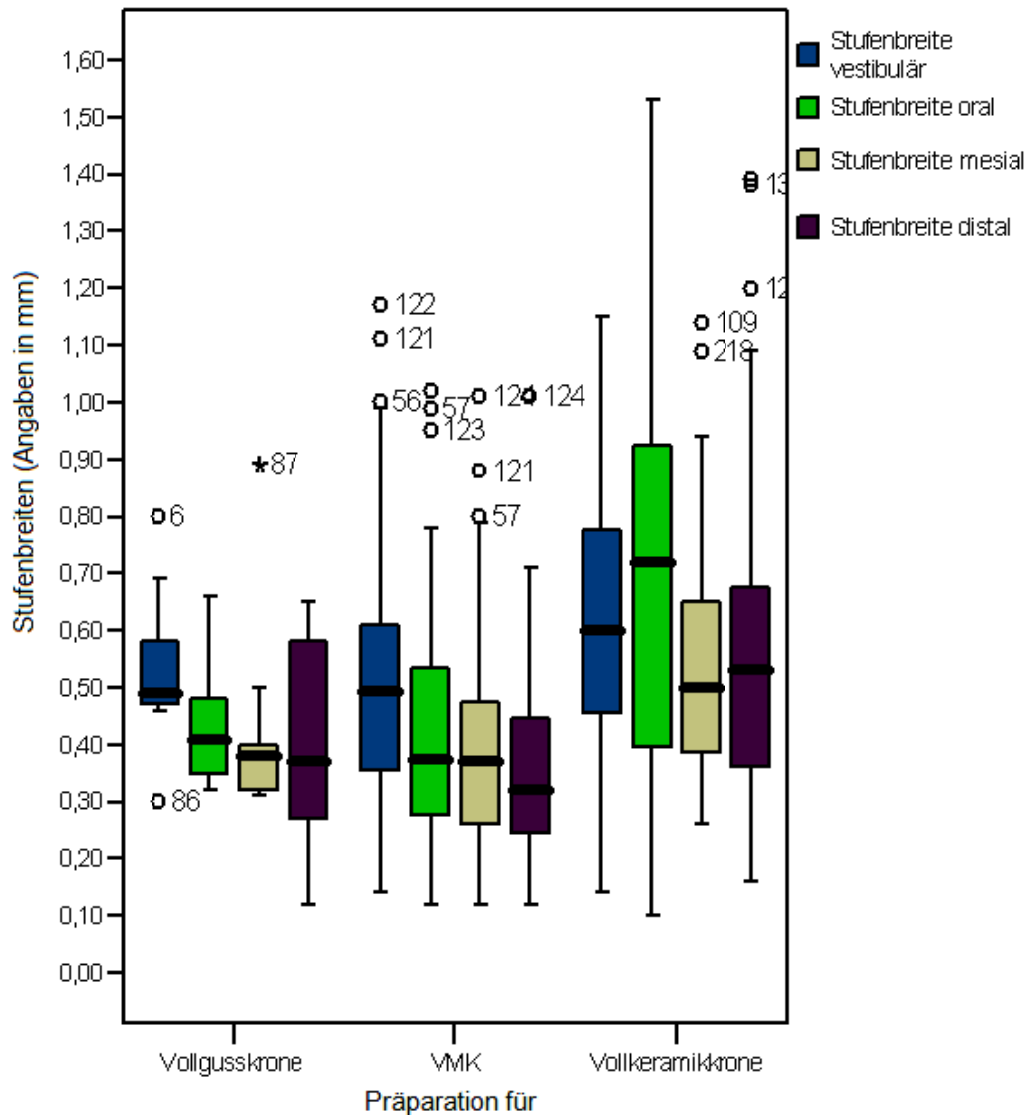


Abbildung 29: Gemessene Stufenbreiten bei allen Kronenarten
(Angaben in mm)

Die Abbildung 29 zeigt, welche Extremwerte es bei den einzelnen Stufenbreiten gab. Die Variationsbreite bei den Vollkeramikkrone ist am größten. Allerdings zeigt diese Graphik auch, dass die durchschnittlichen Stufenbreiten entsprechend dem Platzbedarf bei Vollkeramikkrone am größten sind.

Da die Einteilung der Hohlkehl- und Stufenpräparation nach der vestibulären Seite erfolgte, gab es oral, mesial und distal auch tangentielle Anteile. Diese sind in der Tabelle 14 auf Seite 48 noch einmal zusammengefasst worden.

Tabelle 14 : Häufigkeit tangential präparierter Flächen bei vestibulärer Hohlkehl- und Stufenpräparation aufgeteilt nach den einzelnen Kronenarten

Art der Zähne	Kronenart	tangentielle Präparation		
		oral	mesial	distal
Schneide- und Eckzähne	Metallkeramikkrone	8	5	6
	Vollkeramikkrone	-	-	-
Prämolaren	Vollgusskrone	-	-	1
	Metallkeramikkrone	13	11	10
	Vollkeramikkrone	2	1	1
Molaren	Vollgusskrone	7	7	6
	Metallkeramikkrone	7	5	3
	Vollkeramikkrone	1	1	-

Da manchmal an einem Zahn mehrere Flächen tangential präpariert wurden und dieser Stumpf in der Einzelauswertung dieser Tabelle mehrmals gezählt werden musste, stimmen die Gesamtzahlen der Tabelle nicht mit den Gesamtzahlen der jeweiligen Kronenarten überein.

5. 7. Messergebnisse zum Gesamtpräparationswinkel

5. 7. 1. Messergebnisse zum Gesamtpräparationswinkel vestibulär/oral

Der Gesamtpräparationswinkel von vestibulär/oral wurde hier von 215 Gipsstümpfen ermittelt. Drei Messungen waren nicht möglich, da die Stumpfhöhe dort zu gering war.

Der Gesamtpräparationswinkel vestibulär/oral reicht von -2,00 Grad bis 62,47 Grad. Das entspricht einer Variationsbreite von 64,47 Grad.

Es wurden 6 Zähne mit -2 als unter sich gehende Präparation vermerkt. Der durchschnittliche Gesamtpräparationswinkel vestibulär/oral beträgt 23,54 Grad und wird natürlich auch durch die zum Teil sehr hohen Werte (z. B. maximaler Wert von 62,47 Grad) nach oben verschoben, allerdings betrifft das nur zwei Messungen.

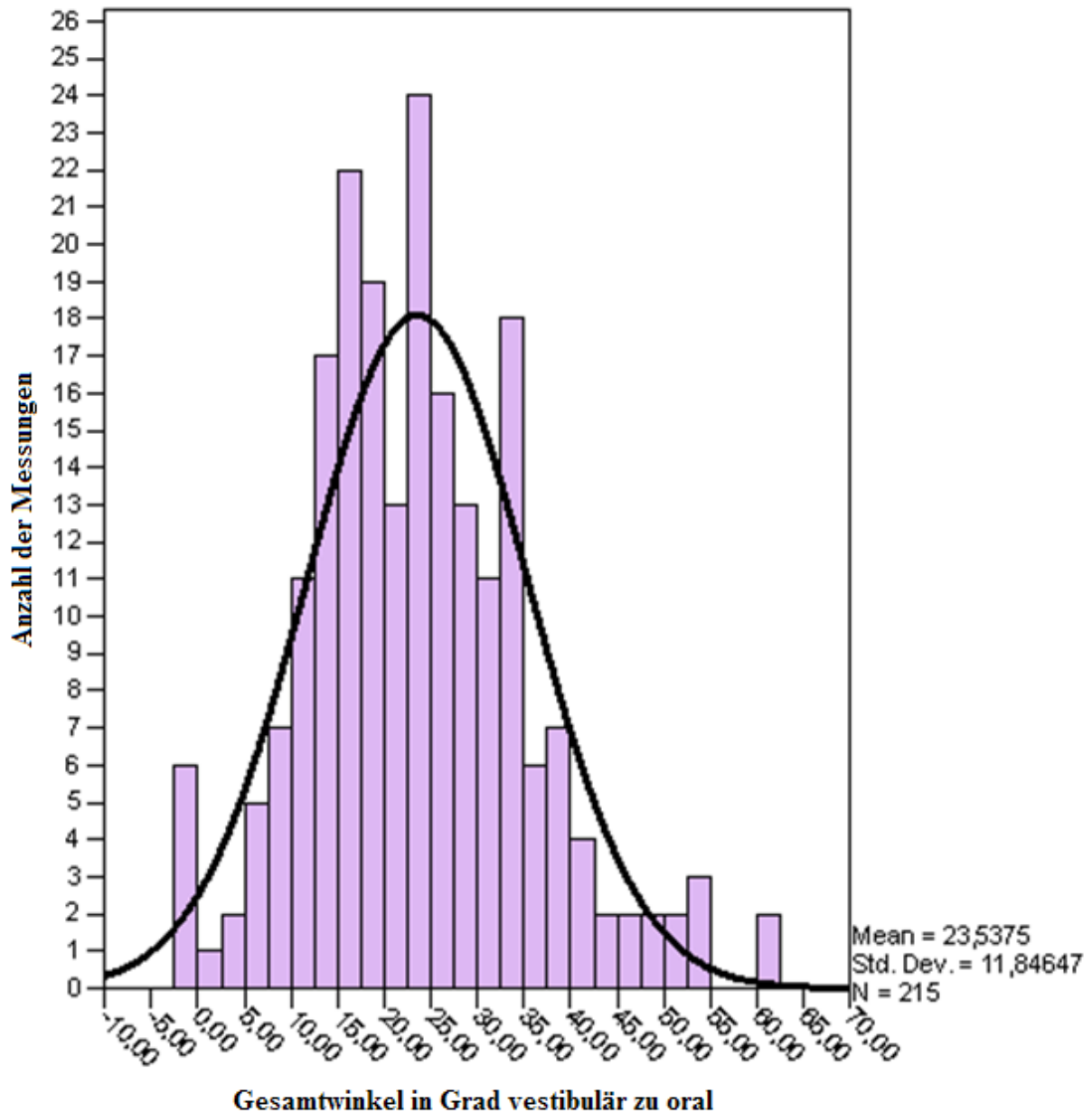


Abbildung 30: Gesamtpräparationswinkel vestibulär/oral (Angaben in Grad)

5. 7. 2. Messergebnisse zum Gesamtpräparationswinkel mesial/distal

Für den Gesamtpräparationswinkel mesial/distal konnten 213 Gipsstümpfe für die Auswertung herangezogen werden. Hier reicht der Gesamtpräparationswinkel von -2,00 Grad bis 59,70 Grad, wodurch sich eine Variationsbreite von 61,70 Grad ergibt. Der Mittelwert für diesen Winkel beträgt 20,37 Grad.

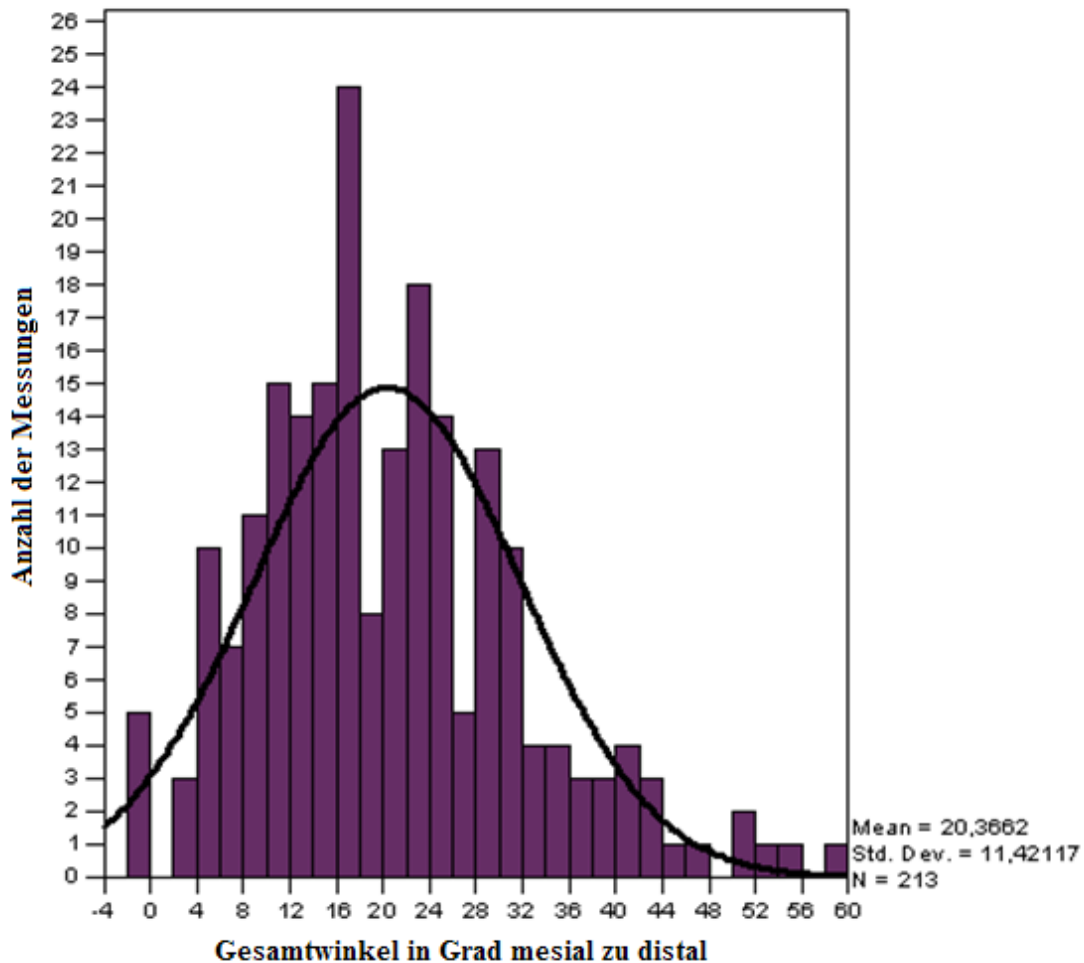


Abbildung 31: Durchschnittlicher Gesamtpräparationswinkel mesial/distal (Angaben in Grad)

Die enorme Variationsbreite ergibt sich aus den sehr hohen Werten bei 7 Präparationen, die zwischen ca. 44 und ca. 60 Grad Gesamtwinkel approximal aufwiesen und demnach sehr flach präpariert waren (Abbildung 31). 5 Zähne wurden mit -2 als unter sich gehende Präparation erfasst. Plus minus der Standardabweichung zeigen sich die häufigsten Gesamtpräparationswinkel zwischen 8,95 und 31,79 Grad. Es ist aber auch erkennbar, dass sehr viele Zähne unter 20 Grad präpariert waren.

5. 7. 3. Vergleich der Gesamtpräparationswinkel zwischen vestibulär/oral und mesial/distal

Insgesamt ist der durchschnittliche Gesamtpräparationswinkel vestibulär/oral etwas größer im Vergleich zu mesial/distal. Die Abbildung 32 (Seite 51) zeigt auch die extremen Abweichungen nach oben, die sehr konisch präparierte Stümpfe darstellen.

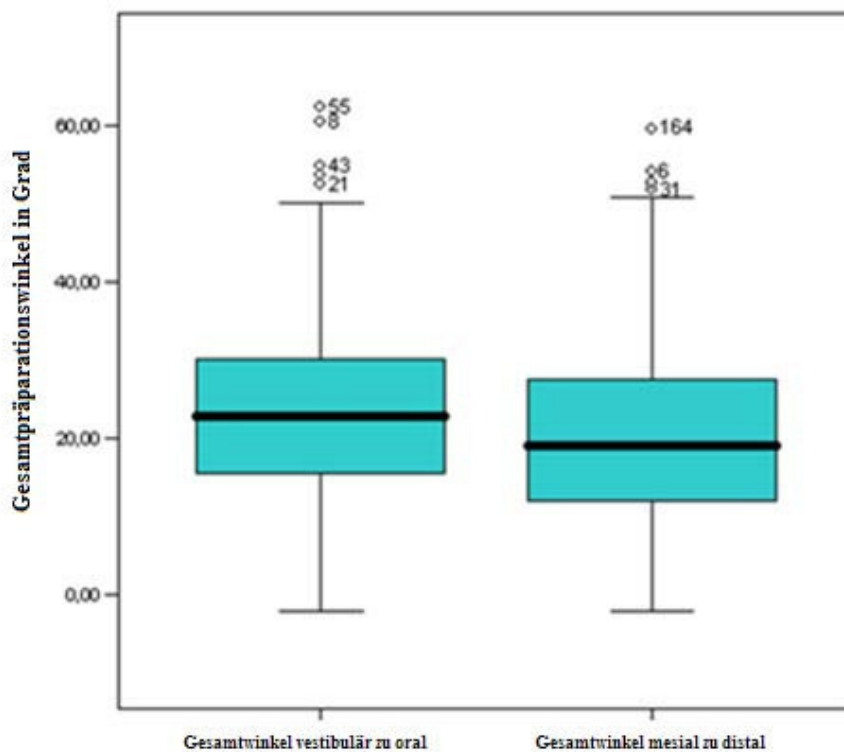


Abbildung 32: Vergleich der Gesamtpräparationswinkel vestibulär/oral und mesial/distal.

Die Maximalwerte sind durch die Zuordnungsnummer der Stümpfe gekennzeichnet

In der vestibulär/oralen Auswertung entsprechen die Nummern 43, 8, 56 jeweils Metallkeramikkrone, die Nummer 21 ist eine Vollgusskrone. In der nebenstehenden Auswertung über Gesamtwinkel mesial/distal sind die Nummern 31, 6, 164 jeweils Vollgusskronen

5. 7. 4. Messergebnisse zum Gesamtpräparationswinkel bei Front- und Seitenzähnen

Die Form der Frontzähne ist maßgebend für die Präparation auf der oralen Seite. Da bereits bei geringer Präparationshöhe die palatinale Einziehung beginnt, entsteht nur ein kurzer Retentionszylinder. Die Stumpfhöhe war oral z. T. so gering, dass kein Winkel ermittelt werden konnte. Der proximale Bereich ist leichter präparierbar und für die Retention zu nutzen. Die Seitenzähne zeigen nur etwa einen Grad Unterschied zwischen vestibulär/oral (rund 22,5 Grad) und mesial/distal (rund 21,5 Grad) im Gesamtpräparationswinkel.

Tabelle 15: Gesamtpräparationswinkel im Vergleich zwischen Front- und Seitenzähnen
(Angaben in Grad)

	Frontzähne	Seitenzähne
gemessene Anzahl vestibulär/oral	68	147
Minimum vestibulär/oral	-2,00	-2,00
Maximum vestibulär/oral	62,47	54,89
Mittelwert vestibulär/oral	25,73	22,52
gemessene Anzahl mesial/distal	70	144
Minimum mesial/distal	2,55	-2,00
Maximum mesial/distal	40,83	59,70
Mittelwert mesial/distal	18,04	21,51

Es ist zu erkennen, dass bei Frontzähnen vestibulär/oral im Vergleich sehr stumpfe Winkel präpariert wurden und mesial/distal dagegen spitzere. Bei Seitenzähnen sind die Mittelwerte beider Gesamtpräparationswinkel bis auf 1,01 Grad etwa gleich groß (Abbildung 33).

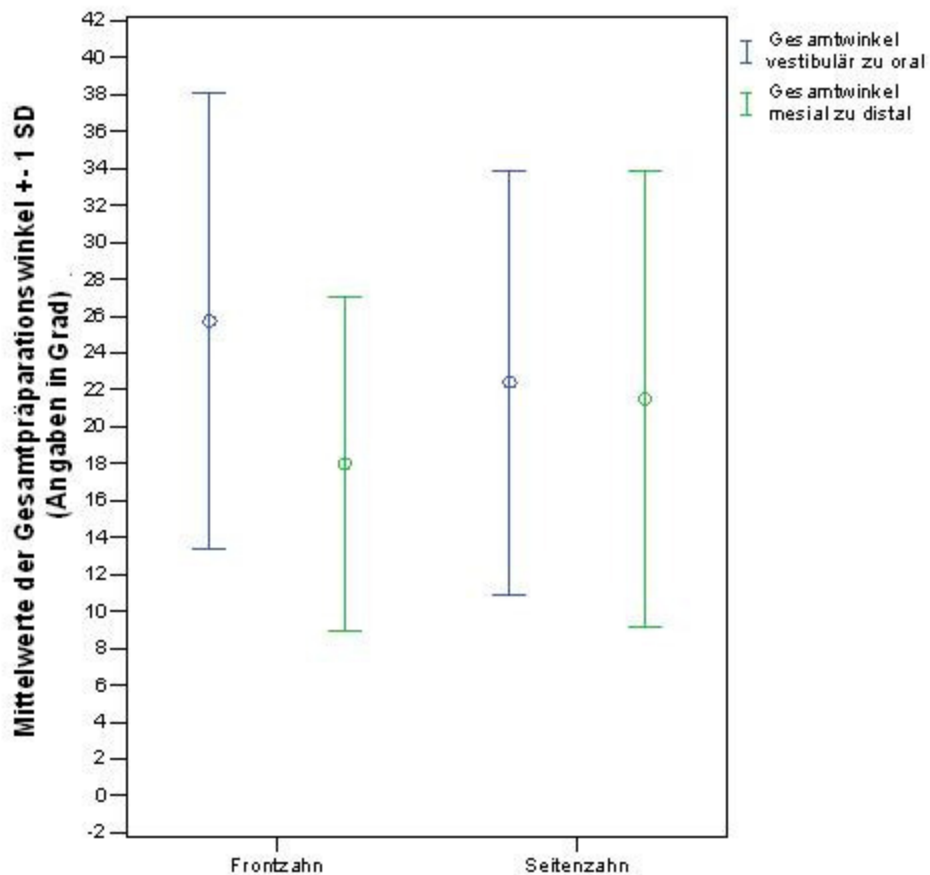


Abbildung 33: Vergleich der Gesamtpräparationswinkel bei Front- und Seitenzähnen

5. 7. 4. Messergebnisse zum Gesamtpräparationswinkel bei verschiedenen Kronenarten

In der Auswertung der Gesamtpräparationswinkel konnten bei den einzelnen Kronenarten deutliche Unterschiede festgestellt werden.

Tabelle 16: Gesamtpräparationswinkel im Vergleich zu den verschiedenen Kronenarten
(Angaben in Grad)

Präparation für	Gesamtpräparationswinkel	Minimum	Maximum	Mittelwert
Vollgusskrone n=42	vestibulär/oral	6,93	53,64	28,36
	mesial/distal	4,59	59,70	26,49
Metallkeramik- krone n=137	vestibulär/oral	-2,00	62,47	24,04
	mesial/distal	-2,00	52,66	19,93
Vollkeramik- krone n=39	vestibulär/oral	-2,00	35,27	16,20
	mesial/distal	-2,00	42,59	15,77

Hier ist eindeutig zu erkennen, dass der Gesamtpräparationswinkel bei **Vollgusskronen** sowohl vestibulär/oral als auch mesial/distal am höchsten ist, er liegt bei 26,5 Grad bzw. 28,4 Grad im statistischen Mittel. Allerdings betragen die kleinsten Winkel mesial/distal 4,6 Grad und vestibulär/oral 6,9 Grad. Unter sich gehende Präparationen traten hier nicht auf. Maximal wurden Werte vestibulär/oral von 53,6 Grad und mesial/distal von 59,7 Grad ermittelt.

Die **Metallkeramikkrone** liegen in den durchschnittlichen Werten bereits niedriger, im Bereich von durchschnittlich 24,0 Grad vestibulär/oral und 19,9 Grad mesial/distal. Minimale Gradzahlen von -2 für unter sich gehende Präparationen und maximale Gradzahlen von 62,5 Grad sind bezeichnend für die große Variationsbreite der Gesamtpräparationswinkel bei den Metallkeramikkrone.

Mit den niedrigsten Werten wurden die **Vollkeramikkrone** präpariert. Hier liegen die Messwerte bei einem Mittelwert von rund 16,2 Grad vestibulär/oral und 15,8 Grad mesial/distal. Auch hier gibt es unter sich gehende Präparationen, die mit einem Winkel von -2 erfasst wurden und maximale Gesamtpräparationswinkel von 35,3 Grad vestibulär/oral und 42,6 Grad mesial/distal.

Die Abbildung 34 verdeutlicht noch einmal, dass die Gesamtwinkelwerte bei Vollgusskronen am höchsten sind, die Winkel bei den Metallkeramikkronen liegen in der Mitte und bei den Vollkeramikkronen sind sie am niedrigsten.

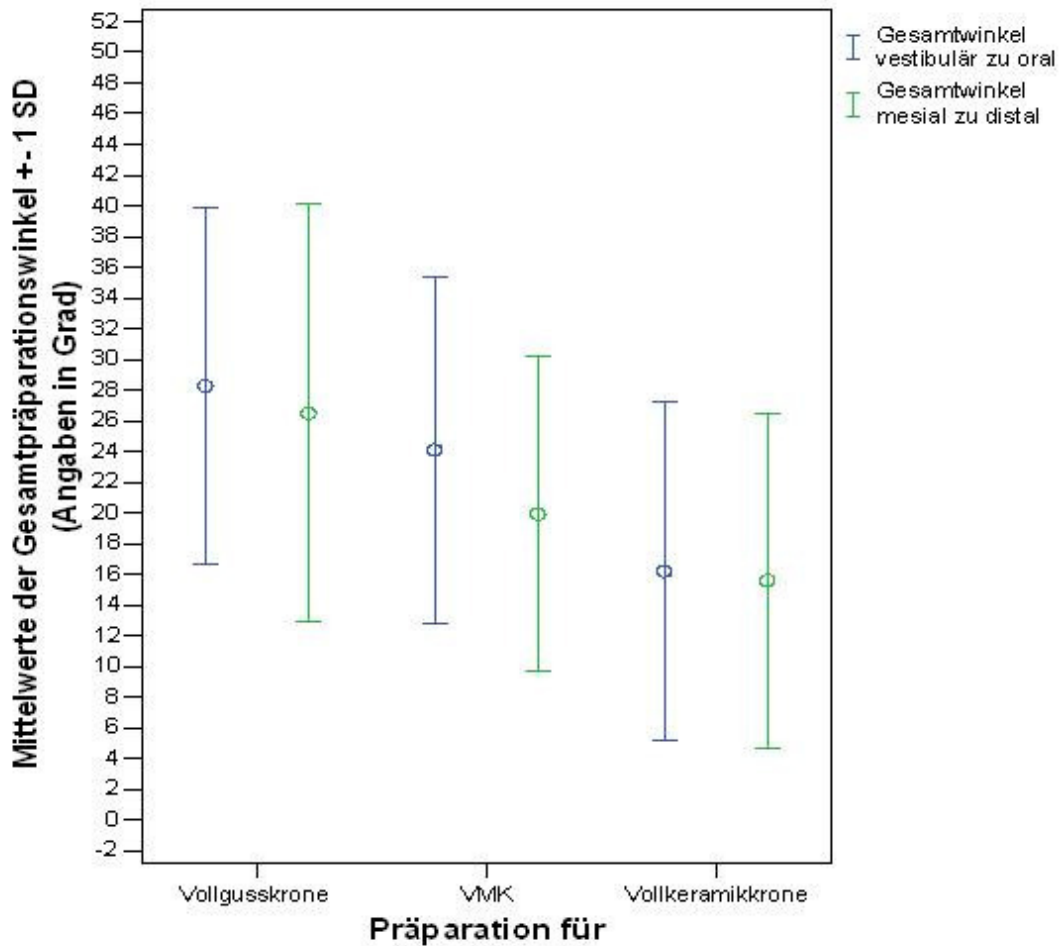


Abbildung 34: Vergleich der Gesamtpräparationswinkel bei Vollgusskronen, Metallkeramikkronen und Vollkeramikkronen

6. Diskussion

Die unterschiedlichen Qualitätsmerkmale für eine Kronenstumpfpräparation sind in der Literatur von verschiedenen Autoren definiert worden (Körber 1995, Kimmel 1997, Köck 1999, Lange 2001, Lehmann und Hellwig 2005, Esser et al. 2004). Bisher durchgeführte Untersuchungen zur Qualität von Kronenstumpfpräparationen zeigten, dass die vorgegebenen Anforderungen in der Praxis oft nicht eingehalten wurden (Esser 2003). Um eine aktuelle Aussage darüber zu erhalten, inwieweit bestimmte Kriterien bei der Präparation beachtet werden, wurde die vorliegende Arbeit angefertigt. Das erfolgte auch unter dem Aspekt, dass in den vergangenen Jahren verstärkt Vollkeramiksysteme Einzug in die Praxis gefunden haben, die zumindest in der klassischen Form bestimmte Präparationsanforderungen stellen.

Die Aufgabe bestand darin, experimentelle Untersuchungen zur Form der Kronenstumpfpräparationen in der Praxis durchzuführen. Zu diesem Zweck wurden von 16 verschiedenen Zahnärzten aus zwei verschiedenen zahntechnischen Laboratorien aus Bayern und aus Sachsen im zweiten Quartal 2006 genau 100 Modelle gesammelt und anonym untersucht. Das entsprach 92 Patienten und 218 natürlichen Zahnstümpfen. Daraus wurden 5232 Daten ermittelt, die für die einzelnen Untersuchungen entsprechend analysiert werden konnten. Das Ziel bestand darin, durch die Untersuchungen einen Vergleich anzustellen, inwieweit die Realität in der Praxis mit der Literatur und der Lehrmeinung übereinstimmt. Durch eine Literaturübersicht konnte festgestellt werden, dass zwar sehr viele theoretische Angaben zur Präparation zu finden sind, aber nur sehr wenige Untersuchungen an unter Praxisbedingungen präparierten Zähnen vorhanden sind. Da für diese Untersuchung aber natürliche, in der täglichen Praxis präparierte Zähne verwendet wurden, mussten zunächst die anfänglichen Schwierigkeiten in der Ermittlung der Daten überwunden werden. Nach einigen Vorversuchen konnte ein standardisiertes Verfahren mittels individuellem Scansockel und Laserdistanzmesser entwickelt werden, das genaue und reproduzierbare Messungen erlaubt.

Es erfolgte zunächst eine **Untersuchung nach den Kronenarten**. Von den untersuchten 218 Stümpfen konnten 42 Vollgusskronen (19,3 %), 137 Metallkeramikronen (62,8 %) und 39 Vollkeramikronen (17,9 %) ermittelt werden. Diese Verteilung repräsentiert auch die Häufigkeit der Verwendung der Metallkeramikronen in der Praxis als Standardbehandlungsmittel (Reitemeier et al. 2007).

Weiterhin fand eine **Auswertung nach den Präparationsarten** statt. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Hohlkehlpräparation (69,3 %) die am meisten eingesetzte Präparationsart ist. An zweiter Stelle stand mit 18,8% die Tangentialpräparation und an dritter Stelle mit 11,9 %

die Stufenpräparation. Bei den Hohlkehlpräparationen gab es 86 mit zirkulärer Hohlkehlpräparation und 65 mit partieller Hohlkehle.

Die Verteilung der tangentialen Flächen bei vestibulärer Hohlkehl- oder Stufenpräparation ist aus der Tabelle 14 (Seite 48) ersichtlich. Bei **Schneidezähnen und Eckzähnen** fanden sich tangentielle Flächen nur bei Metallkeramikkronen und hier nur oral, mesial und distal. Das ist vertretbar, da an diesen Flächen kleine Metallränder hergestellt werden können, ohne die Ästhetik zu stören. **Im Prämolarenbereich** ist eventuell auf Grund der häufig ausgeprägten Nierenform der oberen Prämolaren im Bereich der Schmelz-Zement-Grenze die tangentielle Präparation an den approximalen Seiten erklärbar (Marxkors 2007). Allerdings nicht vertretbar ist die tangentielle Präparation bei Vollkeramikkronen. Obwohl schon Fortschritte durch die neuen Zirkonkeramiken hinsichtlich des Platzbedarfes am Rand zu erkennen sind, ist diese Präparation für Vollkeramikkronen nicht ausreichend. Häufiger sind tangentielle Präparationen **im Molarenbereich** vorzufinden. Sie sind dort oral, mesial und distal anzutreffen. Zähne, die für Vollkeramikkronen, sowohl oral, als auch mesial tangential präpariert wurden, erfüllen nicht die Vorgaben aus der Literatur und der aktuellen Lehrmeinung.

Allerdings wurden bei den Metallkeramikkronen auch 20 Zähne vestibulär tangential präpariert und demnach zu den Tangentialpräparationen gerechnet. Das entspricht 14,6 % aller Metallkeramikkronen. Darin enthalten sind 2 Frontzähne, 15 Prämolaren und 3 Molaren. Die beiden Frontzähne sind für eine Metallkeramikkrone unzulänglich präpariert. Eine vestibuläre Überkonturierung der Krone durch die notwendige Verblendung ist bei diesen Tangentialpräparationen unvermeidlich. Zusätzlich ist auch die zahntechnische Ausführung der Krone unbefriedigend. Von der Gesamtzahl der Metallkeramikkronen entspricht das 1,5 %. Interessanterweise waren die drei verschiedenen Präparationsarten auch in allen drei Kronenarten vertreten.

Es ist aber erkennbar, dass in der Praxis vorwiegend Hohlkehlpräparationen für Metallkeramikkronen verwendet werden. Das entspricht auch den Feststellungen von Köck (1999), Chiche und Sadan (2005) und Reitemeier et al. (2007), die die Metallkeramikkrone als eine qualitativ hochwertige Form der Versorgung der Zähne mit sehr guten Langzeitergebnissen betrachten. Die Hohlkehlpräparation wird sicher so häufig verwendet, weil sie sich auch leicht mit entsprechenden Diamantschleifern anlegen lässt und die Präparationsgrenze sowohl auf dem Zahn, als auch auf dem Modell gut zu erkennen ist (Shillingburg et al. 1988).

Die *Untersuchung der Lage der Präparationsgrenze* ergab, dass die meisten Stümpfe subgingival präpariert wurden. Von 218 Zähnen waren 196 subgingival präpariert, das entspricht 89,9 %. Eine Ursache dafür könnte sein, dass die meisten Zähne erst überkront werden, wenn der Kariesdefekt sehr groß ist. Dieser liegt häufig bereits unter dem Zahnfleischrand, der Kronenrand soll aber auf gesunder Zahnschubstanz abschließen. Ein weiterer Grund könnte ein ästhetisches Problem sein. Die meisten Patienten wünschen sich, dass kein Kronenrand zu sehen ist. Außerdem vertreten viele Patienten die Meinung, dass die Krone nicht richtig angefertigt worden sei, wenn der Kronenrand zu sehen ist. Bei den **Vollgusskronen** ist allerdings zu bemerken, dass der Kronenrand bei insgesamt 35,7 % supragingival, teilweise supragingival und überwiegend paragingival liegt und nur 64,3 % subgingival präpariert wurden. Es ist anzunehmen, dass Vollgusskronen nur an den Stellen angefertigt werden, an denen nur geringe Ansprüche an die Ästhetik gestellt werden. Deshalb ist auch dort die Verlegung des Kronenrandes unter die Gingiva nicht unbedingt nötig. Diese möglichen Gründe werden auch durch die Tatsache bestätigt, dass alle supragingival präparierten Kronen im Seitenzahngebiet angefertigt wurden.

Bei **Metallkeramikronen** wurden nur insgesamt 4,3 % teilweise supragingivale und überwiegend paragingivale Kronenränder ermittelt, dagegen wurden 95,6 % der Stümpfe subgingival präpariert. Lediglich ein Stumpf für eine **Vollkeramikkrone** wurde überwiegend paragingival präpariert. Alle übrigen erhielten eine subgingivale Präparation.

Die *Auswertung des interokklusalen Abstandes* ergab, dass in der Praxis von den Zahnärzten der okklusale bzw. inzisale Platzbedarf für die Kronenart im Mittelwert gut beachtet wird. Er beträgt im Gesamtdurchschnitt 1,3 mm.

Tabelle 17: Gesamtübersicht durchschnittlicher interokklusaler Abstände (Angaben in mm)

	gesamt	Vollgusskronen	Metallkeramikronen	Vollkeramikronen	Frontzähne	Seitenzähne
interokklusaler Abstand	1,3	1,0	1,4	1,4	1,3	1,3

Bei der **Vollgusskrone** wird weniger Platz geschaffen, da dieser dort auch nicht benötigt wird. Die Messwerte dieser Untersuchung ergaben durchschnittlich rund 1,0 mm. In der Literatur wird unter anderem bei Köck (1999) ein Platzbedarf von 1,0 mm angegeben. Kimmel (1997) gibt 0,6-1,0 mm an.

Wird eine Einzelbetrachtung durchgeführt, so lässt sich feststellen, dass 8 Kronen von allen Vollgusskronen (19,1 %) unter 0,6 mm interokklusalen Abstand hatten. Unter 0,3 mm fanden sich 5 Werte (11,9 %). Es gab auch 3 minimale interokklusale Werte von 0,0 mm (8,3 % der Vollgusskronen). Wenn 0,3 mm als untere Grenze für die Schichtstärke bei Metall angesehen wird (Köck 1999), dann kann unter diesem Messwert keine Krone mehr mit ausreichender Stabilität hergestellt werden. Damit sind für 5 Vollgusskronen (11,9 %) interokkusal nicht ausreichende Platzverhältnisse geschaffen worden.

Metallkeramikronen und Vollkeramikronen haben einen höheren Platzbedarf, was beim Substanzabtrag erkennbar ist. Hier wurden Durchschnittswerte von rund 1,4 mm für Metallkeramikronen und für Vollkeramikronen ermittelt. Die genannten Werte in der Literatur für Metallkeramikronen betragen beispielsweise 1,5-2,0 mm bei Lauterbach (1992), für Vollkeramikronen bei Lauer (2003) 1,5–2,0 mm. Die hier gemessenen Werte liegen damit leicht unter den Literaturanforderungen. Sie zeigen aber auch den geringsten gemessenen Abstand an. An allen anderen Stellen ist mehr Platz vorhanden. Es kann deshalb angenommen werden, dass bei diesen Platzverhältnissen noch funktionelle und ästhetisch ansprechende Kauflächen hergestellt werden können. Die Praxiswerte stimmen demnach mit den Angaben in der Literatur im Durchschnitt überein.

Werden die Werte für Metallkeramikronen und Vollkeramikronen differenziert betrachtet, so ergibt sich ein anderes Bild. Bei den Metallkeramikronen wiesen 25,6 % einen interokklusalen Abstand von unter 1,0 mm auf. Einen Wert unter 0,3 mm Abstand hatten 4,4 % aller Metallkeramikronen. Davon hatten 2 Kronen einen Wert von 0,0 mm (1,5 %). Wenn davon ausgegangen wird, dass 0,3 mm gerade noch ausreichend für einen Metallaufbiss sind, dann wurden 6 Kronen (4,4 %) unzureichend präpariert. Bei den Vollkeramiken wurden 11 Kronen (28,1 %) mit einem interokklusalen Wert von weniger als 1,0 mm ermittelt, unter 0,6 mm waren es noch 10,3 % (4 Kronen). Wird angenommen, dass unter 0,6 mm interokkusal eine Vollkeramikkrone nicht stabil hergestellt werden kann, dann ist dieser interokklusale Abstand ebenfalls nicht ausreichend. Eine Übereinstimmung mit Literaturempfehlungen zum notwendigen interokklusalen Raum kann für 11,9 % der Vollgusskronen, 4,4 % der Metallkeramikronen und 10,3 % der Vollkeramikronen nicht bestätigt werden.

Die Analyse ergab in der **Auswertung nach Front- und Seitenzähnen**, dass **bei Frontzähnen** im Durchschnitt rund 1,3 mm Platz geschaffen wird. Allerdings ist hier eine enorme Variationsbreite von 0,1 mm bis 4 mm zu erkennen. Die minimalen Werte sind für eine ausreichend stabile palatinale Fläche der Krone selbst dann, wenn nur Metall vorhanden

ist, zu gering. Im Durchschnitt ist aber der Platz als ausreichend anzusehen, da an den Frontzähnen palatinal nur Funktionsflächen eine Rolle spielen.

Bei **Seitenzähnen** waren interokklusal minimale Werte von 0,0 mm und maximal von 3,6 mm ermittelt worden. Der Wert von 0,0 mm gestattet keine Kronenversorgung und es müsste nachpräpariert werden. Es betraf von den 133 ausgewerteten Fällen allein 5 Stümpfe (3,8 %) mit 0,0 mm interokklusalem Abstand. Es ist aber wieder zu berücksichtigen, dass in der Auswertung jeweils der geringste Platz gemessen wurde. Diese Stelle ist manchmal nur punktförmig, alle anderen Bereiche sind mit mehr Platz ausgestattet. Im Durchschnitt ist der interokklusale Abstand bei Seitenzähnen aber rund 1,3 mm, was völlig ausreichend ist und mit der Lehrmeinung übereinstimmt.

Die **Präparationshöhe** bei **Frontzähnen** ist an den einzelnen Flächen sehr unterschiedlich. Vestibulär reicht sie von 5 bis 11 mm. Diese Höhe stimmt mit der Literaturanforderung von mindestens 3 mm gut überein (Goodacre et al. 2001). Oral beträgt die Höhe zwischen 1,5 mm und 9,0 mm. Die Messung der oralen Höhe erfolgte nur bis zur palatinalen Einziehung, wenn eine solche vorhanden war. Der Gesamtstumpf ist aber palatinal höher, deshalb kann in diesem Fall die Höhe ebenfalls als ausreichend eingestuft werden. Approximal liegen die Werte zwischen 2 mm und 8 mm. Die Stumpfhöhe erscheint hier teilweise zu niedrig. Da aber approximal nur in der Mitte der Fläche gemessen wurde, können die approximalen Flächen nicht als eindeutig relevant beurteilt werden.

Die Literaturangaben fordern bei den **Seitenzähnen** eine Mindesthöhe von 4 mm (Goodacre et al. 2001). In der Praxis reichen die Werte vestibulär von 2 mm bis 9 mm, sind also stellenweise zu gering. Oral liegen die Werte zwischen 2 mm und 7 mm, d. h. auch hier gibt es zu geringe Stumpfhöhen. Mesial wurden minimale Werte von 1,5 mm und maximale Werte von 7 mm gemessen. Distal lag die Stumpfhöhe zwischen 0,0 mm und 7 mm. Der Wert 0,0 mm distal wurde zweimal bei Vollgusskronen und einmal bei einer Metallkeramikkrone angetroffen. Ursachen für die niedrigen Werte könnten sein, dass hier häufiger supragingival präpariert wurde und der Bereich schlechter einsehbar ist. Dennoch sind Werte unter 4 mm als nicht ausreichend für eine entsprechende Retention der Krone zu betrachten und stimmen nicht mit der Literaturforderung überein. In der Betrachtung der Durchschnittswerte fällt aber auf, dass sowohl an den Frontzähnen, als auch im Seitenzahngebiet an allen Flächen die Stumpfhöhe im Bereich der geforderten Norm liegt.

Tabelle 18: Gesamtübersicht durchschnittlicher Stumpfhöhen (Angaben gerundet in mm)

Stumpfhöhe	gesamt	Vollguss- kronen	Metall- keramik- kronen	Voll- keramik- kronen	Front- zähne	Seiten- zähne
vestibulär	6	4	6	7	6	5
oral	4	4	4	4	4	4
mesial	4	4	4	5	5	4
distal	4	3	5	5	6	4

In den weiteren Ausführungen zur **Breite der Präparationsgrenze** wird nicht mehr zwischen Hohlkehl- und Stufenbreiten unterschieden.

Bei der Auswertung der gesamten Stufenbreiten ergaben sich **vestibulär** rund 0,5 mm im Durchschnitt. Esser et al. (2004) fordern zum Beispiel vestibulär bei den oberen mittleren Schneidezähnen 1,3 mm. Die ermittelten Werte sind demnach geringer, als in der Literatur gefordert wird. Ursachen dafür könnten die anatomische Form der beschliffenen Zähne, Zahnstellungsanomalien, Zeitmangel beim Beschleifen, falsche Präparationsdiamantenwahl oder fehlerhafte Präparationstechnik sein. **Oral** wurden ebenfalls im Durchschnitt rund 0,5 mm gemessen. Hier werden in der Literatur ebenfalls bei Esser et al. (2004) Angaben von 0,5-0,7 mm gefunden. Die Messwerte würden in diesem Fall eher der Norm entsprechen. **Mesial und distal** ergaben sich Werte von 0,4 mm. In der Literatur gibt es zum Beispiel Vorgaben von 0,5-1,0 mm (Marxkors 2007). Obwohl die gemessenen Werte an der unteren Grenze der Literaturforderung liegen, könnten sie als ausreichend betrachtet werden.

Der **Vergleich der Stufenbreiten bei Front- und Seitenzähnen** hat gezeigt, dass die Stufen bei diesen beiden Zahnarten im Durchschnitt vestibulär und oral gleich breit präpariert wurden (rund 0,5 mm). Mesial und distal wurden bei Front- und Seitenzähnen durchschnittlich 0,4 mm gemessen. Die Abweichungen sind sehr gering, so dass der Eindruck entsteht, dass von den Zahnärzten kein Unterschied in der Präparation zwischen Front- und Seitenzähnen gemacht wird und eventuell auch keine anderen Diamantschleifer verwendet werden. Die Präparation wird nicht gezielt auf den Platzbedarf orientiert durchgeführt.

Aufgeteilt nach den **Kronenarten** ergab sich bei den **Stufenbreiten** folgendes Bild:

Vollgusskronen weisen durchschnittliche Werte auf von **vestibulär** 0,5 mm, **oral** 0,4 mm, **mesial** 0,5 mm und **distal** 0,4 mm. Der Platzbedarf, der in der Literatur für Vollgusskronen

gefordert wird, beträgt 0,3-0,5 mm (Kimmel 1997, Köck 1997, Lange 2001). Der Vergleich ergibt, dass die Praxis mit der Theorie übereinstimmt. Da für Vollgusskronen im Notfall eine Tangentialpräparation als ausreichend angesehen wird, ist für diese Kronenart auf jeden Fall genügend Platz vorhanden.

Bei **Metallkeramikkronen** wurden durchschnittliche Stufenbreiten von **vestibulär** 0,5 mm, **oral**, **mesial** und **distal** von 0,4 mm ermittelt. Die theoretischen Angaben in der Literatur fordern im Bereich der Verblendung allerdings höhere Werte. Chiche und Pinault (1994) nennen zum Beispiel labial 1,0-1,2 mm und oral 0,5 mm. Unter 1,0 mm vestibulärer Stufenbreite fand sich bei 172 von 177 Stümpfen, was 97,2 % entspricht. Das heißt, dass bei dem überwiegenden Teil der präparierten Zähne vestibulär zu wenig Zahnhartsubstanz abgetragen wird. Oral wäre der Substanzabtrag allerdings im Durchschnitt gerade noch ausreichend, wenn dort nicht zahnfarben verblendet wird. Approximal sind je nach Zahnart schmalere Stufen indiziert (Marxkors 2007). Hier spricht die Literatur auch von auslaufender Präparation bis zu einer 0,5 mm breiten Hohlkehle oder Stufe (Marxkors 2007). So kann von diesem Standpunkt aus gesehen auch die proximale Stufenbreite im Durchschnitt als ausreichend für diese Kronenart angesehen werden. Hinzu kommt noch, dass oral, mesial und distal im Praxisalltag dieses Problem mit feinen Goldrändern im nicht sichtbaren Bereich gelöst werden kann. Es muss also keine Überkonturierung der Krone entstehen. Im sichtbaren Bereich muss angenommen werden, dass die Krone vom Techniker überkonturiert werden muss, da dort ein höherer Platzbedarf auf Grund der nötigen Verblendung erforderlich ist.

Bei **Vollkeramikkronen** ergaben sich für die Stufenbreiten folgende Mittelwerte: **vestibulär** 0,6 mm, **oral** 0,7 mm, **mesial** und **distal** 0,6 mm. In der Literatur werden stark voneinander abweichende Werte angegeben (je nach Art der Vollkeramik), sie reichen zum Beispiel von 0,6 bis 0,8 mm (Spiekermann 2007), bis 1 mm (Rinke 2004) und 1,5-2,0 mm (Chiche und Sadan 2005). Wenn von minimalen Werten von 0,6 mm zirkulär zum Beispiel für Zirkonoxidkeramiken ausgegangen wird, kann festgestellt werden, dass diese Werte im Durchschnitt vorhanden sind. 35,9 % aller Kronen wurden aber vestibulär unter 0,6 mm präpariert. Allerdings sind die Stufen, bzw. Hohlkehlen breiter als bei Vollgusskronen und Metallkeramikkronen. Es handelt sich bei den Vollkeramikkronen außerdem um ein neueres Behandlungsmittel. Die Anfertigung der Vollkeramikkronen kommt über das Fortbildungsnetz aktueller in die Praxis und die Lehrmeinung findet dadurch wahrscheinlich stärkere Beachtung.

Tabelle 19: Ermittelte durchschnittliche Stufenbreiten im Überblick (Angaben in mm)

Durchschnittliche Stufenbreite	gesamt	Vollgusskronen	Metallkeramik-kronen	Vollkeramik-kronen	Frontzähne	Seitenzähne
vestibulär	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5
oral	0,5	0,4	0,4	0,7	0,5	0,5
mesial	0,4	0,5	0,4	0,6	0,4	0,4
distal	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4

Gründe, warum die von der Literatur geforderten Werte oftmals in der Praxis unterschritten werden, könnten in der anatomischen Form des Zahnes liegen. Die Formen- und Größenvariabilität der einzelnen Zahnarten muss bei jeder Präparation beachtet werden (Staegemann 1976). Wenn sich der Zahn zum Beispiel im Zahnhalsbereich zu sehr verjüngt, kann in diesem Bereich keine breite Stufe präpariert werden. Generell ist bei jugendlichen Zähnen der geforderte zirkuläre Substanzabtrag auf Grund der Gefahr der Pulpenschädigung häufig nicht möglich (Köck 1999). Auch bei unteren Schneidezähnen und bei oberen Prämolaren ist der Zahnarzt durch die anatomische Form vor allem im approximalen Bereich zu einer sehr vorsichtigen Präparationsweise gezwungen, so dass bei Prämolaren mesial häufig nur eine Tangentialpräparation und distal nur eine 0,2-0,3 mm schmale positive Stufe empfohlen wird (Marxkors 2007).

Es könnte auch sein, dass große Aufbaufüllungen vorhanden sind. Häufig stehen nur noch vestibulär und oral dünne Zahnwände. Würde in diesem Fall zu stark präpariert, bliebe zu wenig eigene Zahnhartsubstanz übrig und die dauerhafte Stabilität des Zahnes wäre gefährdet. Außerdem spielt die Wahl der Präparationsinstrumente eine große Rolle. Laut Auskunft der Fa. Komet, Lemgo, werden vorwiegend Diamantschleifer in den Stärken von 1,2 bis 1,4 mm verwendet. Bei der Präparation wird ein Diamantschleifer nie ganz versenkt, maximal zur Hälfte des Durchmessers. So kann automatisch nur eine Stufe von 0,6 bis 0,7 mm entstehen. Das wäre die halbe Schleiferstärke. Konische Diamantschleifer sind nur an ihrem größten Umfang in der angegebenen Dimension, d. h. im Präparationsrandbereich sind sie noch schmaler. Schleifer mit Führungsstiften sind fast immer konisch. Der Führungsstift hat nach Balzer (2007) eine Stärke von 0,4 mm. So würde sich in diesem Fall die Breite bei der Präparation noch zusätzlich um 0,2 mm verringern. Balzer (2007) hat außerdem bei Frontzähnen ermittelt, dass bei einer Stufe oder Hohlkehle von 0,8 mm labial und palatinal für

Vollkeramikronen ein Substanzverlust des Zahnes von 48 % entsteht, bei 1,2 mm zirkulärer Präparation wären das sogar 60 %. Diese Zusammenhänge wurden bereits in Untersuchungen von Spiekermann (2007) berücksichtigt in bei denen von den Pfeilerzähnen nur 0,6-0,8 mm tief für Zirkonoxidkronen präpariert wurde. Bei den Nachuntersuchungen traten nur eine Gerüstfraktur und vier partielle Verblendungsabplatzungen auf. Das bedeutet für die Praxis, dass Zirkonoxid bei diesen reduzierten Präparationstiefen eine geeignete Versorgung darstellt. Weiterhin untersuchten Brien et al. (2003) die Bruchfestigkeit von Procerakronen mit einer Stärke von 0,4 mm und 0,9 mm. Dabei haben sie ermittelt, dass die größte Anzahl der frakturierten Kronen bei einer Bruchlast zwischen 2200 und 2600 N aufgetreten ist. Da aber die mittlere maximale Kaukraft bei Männern in der Molarenregion 847 N und bei Frauen nur 597 N beträgt, spielt die Stärke der Krone in Bezug auf die Bruchgefahr keine signifikante Rolle. Daraus könnte geschlussfolgert werden, dass der Substanzabtrag nur aus ästhetischen Gründen so hoch gefordert wird. Auch dieses Problem wird bei den neuen Zirkonoxidkeramiken schon berücksichtigt. Der Verlust an Zahnhartsubstanz ist bei der Präparation für vollkeramische Restaurationen, insbesondere bei Zirkonoxidkeramiken, gegenüber früher deutlich gesunken. Dünnere Wandstärken sind möglich (Lauer 2003). Auch Hajto und Schenk (2007) nahmen Untersuchungen mit einem reduzierten Zirkongerüst von 0,3 mm vor. Aggstaller et al. (2006) haben in einer Studie mit Molaren-Einzelkronengerüsten aus Zirkonoxid festgestellt, dass auf Grund der ausreichenden Festigkeitswerte bei Präparationsformen mit geringerem Substanzabtrag (schwache Hohlkehle mit 0,5 mm) diese Präparationen aus prophylaktischen Gründen zum Erhalt von Zahnhartsubstanz und zur Vermeidung von Präparationstraumata zu diskutieren sind. Auch Funk (2007) schlussfolgert, dass wegen der hohen Bruchfestigkeit von grazen Hartkerngerüsten aus Zirkon auf schonendere Präparationsformen zurückgegriffen werden kann. Da das Zirkonoxidgerüst auch bereits in der entsprechenden Farbe hergestellt werden kann, ist ein Überbrennen mit Verblendkeramik im Bereich des Kronenrandes aus ästhetischen Gründen nicht mehr notwendig. Der Kronenrand ist farblich nicht mehr von der restlichen Verblendung zu unterscheiden.

Insgesamt ist bei der Präparation der Hohlkehlen und Stufen auch die zunehmende Tendenz zu beobachten, dass einer minimalinvasiven und dabei atraumatischen Arbeitsweise der Vorrang gegeben wird. Zahnhartsubstanz wird nur noch im klinisch unbedingt notwendigen Umfang abgetragen. Dieser Paradigmawechsel im Zusammenhang mit der zahnärztlichen Präparationstechnik gehört zu den wesentlichen Fortschritten in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (Kimmel 2000).

Weiterhin ist zu bedenken, dass die Stufenbreiten jeweils nur in der Entfernung von 1 mm vom Präparationsrand gemessen wurden, um einen Vergleich zu bekommen und um noch den Präparationswinkel messen zu können. Wenn davon ausgegangen wird, dass der Präparationsrand maximal 0,5 mm unter dem Gingivalrand liegt, dann kann die Krone oberhalb davon, auch bedingt durch die bauchige Form des Zahnes und den Präparationswinkel bereits dicker angefertigt werden. Gravierender sind die geringen Stufenbreiten vestibulär, weil in diesem Bereich noch Platz für die Verblendung benötigt wird, wobei allerdings wieder an den geringeren Platzbedarf der neueren Materialien gedacht werden muss. Daher ist bereits eine Wende in den Angaben der Literatur zu erkennen, z. B. bei Marxkors (2007), der je nach Zahnart unterschiedliche Stufenbreiten vorschlägt. Eventuell müsste eine Korrektur der Lehrmeinung zu den geforderten Stufenbreiten diskutiert werden. Es müsste überprüft werden, ob die Qualitätsanforderungen richtig definiert sind und praktisch auch umgesetzt werden können (Esser 2003).

Da die Form der präparierten Zähne und die Retention der Kronen ebenso vom **Präparationswinkel** abhängig sind, wurde auch dieser untersucht. In der Literatur sind eine Reihe von Forderungen zu den Winkeln zu finden und auch einige klinische Untersuchungen dazu.

Zunächst wurde in dieser Studie aus den Messdaten ein **Gesamtpräparationswinkel** errechnet und zwar von **vestibulär/oral** und von **mesial/distal**.

Der durchschnittliche **vestibulär/orale Winkel** aller untersuchten Stumpfpräparationen liegt bei 23,5 Grad. Unter Berücksichtigung der Standardabweichung finden sich die meisten Werte zwischen 11,7 und 35,4 Grad. Die große Variationsbreite ergibt sich einerseits aus sehr konischen und andererseits aus den unter sich gehenden Präparationen, die insgesamt 10 Mal mit in die Messungen eingeflossen sind. Über 30 Grad hatten 27,4 % aller untersuchten Gipsstümpfe. In den Literaturangaben wurden bei Ayad et al. (2005) -10 bis 19,8 Grad gemessen. Im Vergleich ergibt sich, dass in der Praxis oft viel zu konisch präpariert wird.

Der durchschnittliche Winkel **mesial/distal** ist insgesamt etwas geringer, er beträgt 20,4 Grad. In dem Bereich von 9,0 bis 31,8 Grad liegen 68,3 % aller Werte. Goodacre et al. (2001) haben ähnliche Gradzahlen ermittelt, sie nennen 10-20 Grad. Nur Ayad et al. (2005) hatten klinisch geringere Werte, ihre Messwerte liegen approximal zwischen -3,8 und 14,1 Grad. Im Approximalbereich ist die Abweichung zu den Literaturangaben nicht so ausgeprägt, aber insgesamt wurde auch hier zu konisch präpariert.

Es wurde weiterhin eine Auswertung der **Gesamtpräparationswinkel bei Front- und Seitenzähnen** vorgenommen. Die anatomische Form der Frontzähne allein bedingt bereits

größere Winkel. Ein Anteil von 31,4 % der Frontzähne hatte vestibulär/oral einen Winkel von über 30 Grad. Die Form der Palatinalfläche erlaubt selten die Schaffung eines guten Retentionsgebietes. Für den Halt der Krone ist dieser Bereich deshalb nicht relevant. Im Approximalbereich der Frontzähne dagegen kann die entsprechende Retentionsfläche gut präpariert werden. Dort finden sich auch die niedrigeren Winkelwerte. Nur 8,6 % hatten hier einen Wert von über 30 Grad. Bei Seitenzähnen verhält es sich etwas anders. Über 30 Grad Gesamtpreparationswinkel hatten vestibulär/oral 25 % und mesial/distal waren es 17,6 %.

Wenn man die **Gesamtpreparationswinkel bei den verschiedenen Kronenarten** zueinander in Relation setzt, ist eine Differenzierung zu erkennen. Die Vollgusskronen weisen höhere Winkel auf, durchschnittlich zwischen 28,4 Grad (vestibulär/oral) und 26,5 (mesial/distal). Die Metallkeramikronen haben bereits kleinere Präparationswinkel, hier liegen die Werte zwischen 24,0 Grad (vestibulär/oral) und 19,9 (mesial/distal). Die Vollkeramikronen haben im Durchschnitt die kleinsten Präparationswinkel. Die Messung hat hier 16,2 Grad (vestibulär/oral) bis 15,8 Grad (mesial/distal) durchschnittlich ergeben. Die Werte bei den Vollkeramikronen würden in etwa den von Shillingburg (1988) beschriebenen klinisch erreichbaren Winkeln entsprechen.

Als Erklärung für die Ergebnisse ist vorstellbar, dass Vollgusskronen nur im Seitenzahnggebiet verwendet werden. Im Molarenbereich ist es aus Platzgründen schwieriger den Diamantschleifer so zu führen, wie es für eine ordnungsgemäße Präparation nötig wäre. Auch hat der Zahnarzt nicht selten mit dem Brechreiz der Patienten, der störenden Zunge, der geringen Mundöffnung allgemein und im hinteren Bereich mit Sichtproblemen zu kämpfen. Metallkeramikronen stellen in der täglichen Praxis die Standardversorgung dar, sie werden sowohl im Front- als auch im Seitenzahnggebiet angefertigt. In der Front ist eindeutig zu erkennen, dass die Kronen approximal mit wesentlich kleineren Winkeln präpariert werden (mesial/distal im Durchschnitt 18,0 Grad, vestibulär/oral im Durchschnitt 25,7 Grad). Der Approximalbereich ist natürlich auch besser zugänglich und wird hauptsächlich für die Retention der Krone genutzt. Der vestibulär/orale Winkel ist durch die anatomische Form der Frontzähne sowieso schon konischer. Bei Seitenzähnen ist dagegen kaum ein Unterschied zwischen den beiden Gesamtwinkeln zu erkennen (21,4 bis 22,5 Grad). Kleine Winkel beinhalten wahrscheinlich auch eher die Gefahr einer unter sich gehende Präparation. Früher musste sicher mehr Wert auf den mechanischen Halt der Krone gelegt werden. Heute ist es durch neuere stabilere Materialien und vor allem die Adhäsivtechnik bei der Befestigung der Kronen möglich, ihre Haftkraft im Bedarfsfall zu verbessern (Rösel 2003). Wobei aber zu bedenken ist, dass der Halt nicht allein durch die adhäsive Befestigung ersetzt werden darf.

Zusätzlich muss bei der Adhäsivtechnik bedacht werden, dass diese einige Risiken in sich birgt (z. B. die ordnungsgemäße Entfernung der Überschüsse interdental). Wichtig erscheint heute dem Praktiker aber auch, dass die Passung der Kronen leicht und schnell zu erreichen ist, keine Klemmwirkung entsteht und keine Bisshebung durch zu steile Winkel beim Einsetzen der Kronen entsteht.

Tabelle 20: Durchschnittliche Gesamtpräparationswinkel im Überblick (Angaben in Grad)

Gesamtpräparationswinkel	gesamt	Vollgusskronen	Metallkeramik-kronen	Vollkeramik-kronen	Frontzähne	Seitenzähne
vestibulär/oral	23,5	28,4	24,0	16,2	25,7	22,5
mesial/distal	20,4	26,5	19,9	15,8	18,0	21,4

Der Präparationswinkel sollte nach Literaturangaben 3-6 Grad betragen, der Gesamtpräparationswinkel demnach 6-12 Grad. Ein gewisser Spielraum ergibt sich durch weitere Parameter, z. B. erfordert ein kleiner Stumpf kleinerer Winkel. Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Winkel extrem von den theoretischen Forderungen abweichen. Die zu konischen Präparationen gefährden die Retention und darüber hinaus bergen sie die Gefahr der Pulpaschädigung. Zöllner und Walter (1999) stellten fest, dass innerhalb von 10 Jahren bei 10-15 % der überkronen Zähne ein Vitalitätsverlust eintritt und 5 % apikale Veränderung zeigen. Wurzelbehandlungen oder Extraktionen sind die Folge. Gerade aus Gründen des Substanzerhaltes und des Pulpenschutzes ist diese große Differenz zur Literaturempfehlung nicht zu tolerieren (Kimmel 1994). Die Zahl der wegen Präparationstrauma trepanierten, wurzelbehandelten und extrahierten Zähne muss durch die Einhaltung der Norm hinsichtlich des Präparationswinkels minimiert werden (Kimmel 1994). Deshalb sind diese sehr großen Präparationswinkel keinesfalls zu rechtfertigen und es muss gefordert werden, dass die Norm in diesem Fall besser berücksichtigt wird.

Weiterhin ist zu beachten, dass ein großer Prozentsatz der Zahnärzte während der Ausbildung einen bestimmten Wissensstand erworben hat und dieser auch langfristig der Standard für ihre Arbeitsmethodik bleibt. Beim Präparationswinkel ist der Wissensstand allerdings durch die relativ einheitliche Lehrmeinung gegeben. Es müsste auch überlegt werden, inwieweit es für den praktisch tätigen Zahnarzt überhaupt möglich ist, bestimmte Qualitätsanforderungen zu erfüllen oder ob die beschriebenen Kriterien lediglich als Richtlinie zu betrachten sind. An

Hand klarer Vorstellungen vom Ideal könnte in der Praxis versucht werden, sich so weit wie möglich an dieses anzunähern (Esser 2004). Bei der Stufenbreite ergeben sich in Bezug auf modernere Materialien eventuell neue Gesichtspunkte. Eine Anpassung an die klinische und technologische Entwicklung erfolgt aber meist nur zögerlich oder gar nicht (Kimmel 2000). Es gibt zum Beispiel zahlreiche Fortbildungsangebote zu Implantaten und Vollkeramiken, aber gerade Kursangebote zu den Grundlagen der Zahnmedizin sind nicht so häufig anzutreffen. Es müsste eventuell der Informations- und Wissensstand der Zahnärzte durch ein breiter gefächertes Fortbildungsnetz, vor allem auf dem Gebiet der Präparationstechnik, aktualisiert werden.

7. Schlussfolgerung

Folgende Schlüsse können aus der Auswertung der vorliegenden Untersuchung gezogen werden:

Der **Hauptanteil** der in dieser Arbeit untersuchten Zahnstümpfe, umfasst **Präparationen für Metallkeramikkronen (62,8 %)**. Diese Kronenart hat sich bereits in der Praxis gut bewährt. Damit kann in der Regel eine gute Ästhetik erzielt werden und gleichzeitig ein guter Randschluss entstehen. Vollgusskronen sind mit 19,3 % und Vollkeramikkronen mit 17,9 % vertreten.

In der Praxis wird hauptsächlich die **Hohlkehlpräparation** bevorzugt (**69,3 %**). Da bei dieser **Präparationsart** ein eindeutiger Kronenrand entsteht, der vom Zahntechniker gut zu erkennen ist, können Kronen mit genauem Randschluss hergestellt werden. Außerdem ist die Hohlkehlpräparation universell für alle drei hier untersuchten Kronenarten einsetzbar.

Die Auswertung hat aber auch darstellen können, dass alle drei verschiedenen Präparationsarten für alle drei untersuchten Kronenarten eingesetzt wurden, was natürlich z. B. für die Tangentialpräparation bei Vollkeramikkronen nicht sinnvoll ist.

Die Auswertung der **Lage des Präparationsrandes** hat gezeigt, dass der überwiegende Teil der Zähne (89,8 %) subgingival präpariert wurde. Dieser große Anteil ist bei Frontzähnen und im Prämolarenbereich wahrscheinlich eher ästhetisch begründet, im Seitenzahngebiet eher kariesbedingt, durch tiefe Approximalkaries. Die Ursache ist wahrscheinlich darin zu suchen, dass der Kronenrand möglichst nicht sichtbar sein soll und auf gesunder Zahnhartsubstanz abschließen muss. Der aus parodontalprophylaktischen Gründen oft geforderte supragingivale Kronenrand ist also in der Praxis kaum möglich.

Interokklusal wird bei allen drei Kronenarten **der Platzbedarf** in der Praxis im Durchschnitt ausreichend berücksichtigt. In der Einzelbetrachtung wurde festgestellt, dass bei 11,9 % der Vollgusskronen der interokklusale Abstand nicht ausreichte, 4,4 % der Metallkeramikronen zu geringe Abstände hatten und für 10,3 % der Stümpfe für Vollkeramikronen interokklusal zu wenig präpariert wurden. Das bedeutet für die Praxis, dass bei diesen Anteilen der Präparationen, mehr an den höheren Platzbedarf im interokklusalen Bereich gedacht werden muss.

Die **Auswertung der Stumpfhöhen bei Front- und Seitenzähnen** hat ergeben, dass im Durchschnitt die Literaturforderung von minimal 3 mm bei Frontzähnen und 4 mm bei Seitenzähnen erreicht werden. Hier gab es drei extreme Werte distal von 0,0 mm, die natürlich nicht der Lehrmeinung entsprechen. Kronen dieser Art können nicht fachgerecht angefertigt werden. Zusätzliche Retentionsrillen könnten bei zu geringer Höhe allerdings die Haftkraft der Kronen verbessern.

Die **Stufenbreiten**, die in dieser Untersuchung gemessen wurden, sind im Durchschnitt geringer, als sie theoretisch gefordert werden. In der Präparationstechnik hat sich allerdings zunehmend eine Substanz schonende Arbeitstechnik bemerkbar gemacht (Kimmel 2006). Als weniger gravierend können die geringeren Stufenbreiten oral, mesial und distal eingeschätzt werden, weil in diesem Bereich durch Metallränder an Metallkeramikronen eine Überkonturierung der Krone vermieden werden kann, ohne ästhetische Einbußen hinnehmen zu müssen. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass bei den Kronenarten der Platz für Vollgusskronen ausreichend ist. Bei Metallkeramikronen ist lediglich vestibulär zu wenig präpariert worden. Im Vergleich mit den Literaturangaben ist bei Vollkeramikronen vergleichsweise oft zu wenig Platz vorhanden. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass der Platzbedarf durch die neueren Materialien in Zukunft nicht mehr so hoch sein wird (Spiekermann 2007, Hajto und Schenk 2007)). Im Vergleich der Stufenbreiten zwischen Front- und Seitenzähnen ergibt sich aus der Auswertung, dass vom praktisch tätigen Zahnarzt kein großer Unterschied in der Präparation gemacht wird. Zusätzlich ist zu bedenken, dass die Stufenbreiten immer nur in der Entfernung von 1 mm vom Präparationsrand gemessen wurden, um einen Vergleich zu bekommen. Manche Stufen hätten bei einer Messung in Höhe von 1,5 mm oder 2 mm höhere Werte ergeben. So kann angenommen werden, dass die ermittelten Stufenbreiten im Durchschnitt ausreichend sind. Minimale Werte von 0,1 mm sind natürlich zu gering und es können keine Kronen ohne Überkonturierung hergestellt werden.

In der Literatur werden bereits der geringere Substanzabtrag und schmalere Stufen zunehmend erörtert und untersucht (Lauer 2003, Kimmel 2006, Marxkors 2007, Spiekermann

2007, Hajto und Schenk 2007, Funk 2007). Dadurch könnte sich eine Änderung der Literaturanforderungen für die Praxis ergeben, was durch weitere Studien geklärt werden müsste.

Die Untersuchungen zum *Gesamtpräparationswinkel* decken sich mit anderen Ergebnissen aus Nachuntersuchungen, die auch schon unbefriedigende Ergebnisse zeigten. In der Einzelbewertung gibt es jedoch extreme Abweichungen. Allerdings ist zu bemerken, dass die hohen Durchschnittswerte auch durch die wenigen, aber extrem konischen Präparationen nach oben verschoben werden. Adhäsivzemente können zwar den Halt einer solchen Krone verbessern, aber sie stellen keinen Ersatz für eine entsprechende Präparation dar. Außerdem gefährdet die sehr konische Präparation die Pulpa. Eine Krone mit einem maximalen Wert für den Gesamtpräparationswinkel von 62,5 Grad hat keinen genügenden mechanischen Halt (Abbildung 35).



Abbildung 35: Extrem konisch präparierter Stumpf für einen Seitenzahn mesial/distal

So bleibt bei bestimmten Parametern ein erheblicher Widerspruch zwischen der Lehrmeinung und der praktischen Durchführung der Präparation der Zähne. Einige in der Literatur beschriebene Studien zur Nachuntersuchung von Präparationen haben jedoch gezeigt, dass Kronen und Brücken trotz mehr oder weniger großer Abweichungen vom geforderten Ideal lange in Funktion waren (Kerschbaum 2000). Vorwiegend im Bereich der Präparationswinkel muss jedoch die Präparationstechnik präzisiert werden und den Literaturanforderungen besser angepasst werden. Zusätzlich müsste das Fortbildungsnetz erweitert werden und mehr Fortbildungskurse über die Grundlagen des Präparierens der Zähne aufgenommen werden, um den Wissenstand der Zahnärzte zu aktualisieren.

8. Zusammenfassung

Das Ziel dieser experimentellen Studie war es, zu untersuchen, inwieweit die Form praxisüblicher Kronenstumpfpräparationen mit den theoretischen Richtlinien für die Präparation von Kronen übereinstimmen.

Für die vorliegende Untersuchung wurde eine anonyme Analyse über das Präparationsverhalten von 16 Zahnärzten nach den Modellen aus zwei zahntechnischen Laboratorien in Bayern und Sachsen durchgeführt. Im 2. Quartal 2006 wurden 100 sogenannte Sägeschnittmodelle von 92 Patienten mit 218 präparierten Zähnen gesammelt. So konnten 5232 Analysedaten zusammengetragen und mit dem Computerprogramm SPSS ausgewertet werden. Die Gipsstümpfe wurden nach einem individuell entwickelten standardisierten Verfahren in Scansockel eingesetzt und anschließend mit einem Laserdistanzmesser vermessen. Dadurch entstanden reproduzierbare Ergebnisse. Die Auswertung erfolgte nach mehreren Kriterien. Erstens wurde eine Unterteilung nach Kronenarten vorgenommen. Weiterhin erfolgte eine Ermittlung der prozentualen Verteilung der Präparationsarten. Die dritte Untersuchung befasste sich mit der Lage der Präparationsgrenze. Außerdem wurde eine Beurteilung des interokklusalen Abstandes vorgenommen. Die Stumpfhöhe wurde mit den theoretischen Werten verglichen. Die Auswertung der Stufenbreiten und der Gesamtpräparationswinkel schloss sich an.

Folgende Ergebnisse haben sich aus der Auswertung ergeben:

Es wurde bei der Untersuchung nach den **Kronenarten** festgestellt, dass von den 218 untersuchten Gipsstümpfen der größere Teil (62,8 %) für Metallkeramikkronen präpariert worden. Präparationen für Vollgusskronen wurden mit 19,3 % und für Vollkeramikkronen mit 17,9 % von der Gesamtzahl ermittelt.

Die Untersuchung nach den **Präparationsarten** ergab mit einem Hauptteil von 156 Stümpfen, dass die Hohlkehlpräparation dominierte (69,3 %). Das repräsentiert auch, dass die Metallkeramikkrone in Verbindung mit der Hohlkehlpräparation bevorzugt in der Praxis zur Anwendung kommt. Die Metallkeramikkrone mit Hohlkehlpräparation verfügt über gute Langzeitergebnisse. Tangentialpräparationen fanden sich bei 18,8 % und Stufenpräparationen bei 11,9 % aller untersuchten Stümpfe.

Der **Präparationsrand** wurde bei 89,9 % der untersuchten Zähne subgingival präpariert, was bei insgesamt 218 Zähnen einer Anzahl von 196 Stümpfen entspricht.

Gut beachtet wird im Durchschnitt in der Praxis der **interokklusale Abstand**. Die Auswertung nach Kronenarten zeigte, dass der vorhandene Platz im Durchschnitt bei Vollgusskronen ausreichend ist (1,0 mm). Bei Metallkeramik- und Vollkeramikronen liegen die Ergebnisse leicht unter den geforderten Werten (1,4 mm). In der Untersuchung nach Front- und Seitenzähnen ergaben sich im Durchschnitt ebenfalls ausreichende Werte (1,3 mm). In der Einzelauswertung finden sich aber teilweise zu niedrige Werte (0,0 mm). Niedriger als 1,0 mm interokklusaler Abstand wurde von den insgesamt 202 ausgewerteten Stümpfen 63 Mal präpariert (31,2 %). Davon wurde im Extremfall 8 Mal ein interokklusaler Abstand von 0,0 mm gemessen, was prozentual 4 % entspricht.

Die Untersuchung der **Stumpfhöhe** hat durchschnittlich ausreichende Stumpfhöhen ergeben (Frontzähne 4 – 8 mm, Seitenzähne 4 - 5 mm). Teilweise zu niedrige Stumpfhöhen ergab die Einzelbetrachtung (z. B. 0,0 mm distal bei einer Metallkeramikkrone im Seitenzahngebiet).

Die Auswertung der **Stufenbreiten** wurde nach verschiedenen Gesichtspunkten vorgenommen. Aufgeschlüsselt nach der Zahnflächen betragen die Stufenbreiten vestibulär 0,5 mm, oral 0,5 mm, mesial 0,4 mm und distal 0,4 mm. Die ermittelten Werte aus der Praxis sind größtenteils vor allem vestibulär geringer, als in der Theorie gefordert wird. Das entspricht allerdings eindeutig der Tendenz zu einer zur Substanz schonenden und atraumatischen Präparationstechnik. Die Verwendung modernerer Materialien mit geringerem Platzbedarf kommt dieser Einstellung entgegen.

Die theoretischen Forderungen an die **Gesamtpräparationswinkel** stimmen mit den gemessenen Werten nicht überein. Die Studie hat wesentlich stumpfere Winkel ergeben (im Durchschnitt vestibulär/oral 23,5 Grad und mesial/distal 20,4 Grad). Auch andere klinische Untersuchungen konnten dies bestätigen. Gerade diese extremen Abweichungen der Ergebnisse vom wünschenswerten Präparationswinkel sind besorgniserregend und auch aus Gründen des Pulpenschutzes und des Substanzerhaltes nicht zu tolerieren.

Insgesamt betrachtet, wurde die Form der klinisch präparierten Stümpfe im Vergleich zur Literatur bis auf einige Ausnahmen im Wesentlichen gut berücksichtigt, so dass die nachweislich lange Lebensdauer der Kronen in der Praxis dadurch erklärt werden kann. Trotzdem bleibt ein gewisser Widerspruch zwischen der praktischen Durchführung der Präparation und den gemessenen Werten zur Lehrmeinung hinsichtlich der Stufenbreiten und der Gesamtpräparationswinkel. Es wurde nachgewiesen, dass die theoretischen Forderungen in diesem Bereich von den Zahnärzten in der Praxis offensichtlich schwer zu erreichen sind. Es müsste in weiteren klinischen Studien geklärt werden, inwieweit es möglich ist,

Literaturanforderungen in der Praxis zu realisieren. Umfangreiche Fortbildungen könnten den Wissenstand der Zahnärzte weiter aktualisieren

9. Literaturverzeichnis

1. Aggstaller H, Beuer F, Funk M, Erdelt KJ, Gernet W: Einfluss der Präparationsgeometrie auf die Bruchfestigkeit von Kronenkappen aus Zirkoniumdioxid. Dtsch Zahnärztl Z 61 (2006) 347-352
2. Ayad MF, Maghrabi AA, Rosenstiel SF: Assessment of convergence angles of tooth Preparations for complete crowns among dental students. J Prosthet Dent 33 (2005) 633-638
3. Balzer A, Kaufmann-Jinoian V: Stufe oder Hohlkehle? Präparation und Randgestaltung der Kronenkappe bei vollkeramischen Kronen. Quintessenz Zahntech 29 (2003) 340-352
4. Balzer A, Kaufmann-Jinoian V: Die Belastbarkeiten von VITA In-Ceram. Quintessenz Zahntech 29 (2003) 1318-1342
5. Balzer A, Kaufmann-Jinoian V: Dimensionierung der Brückengerüste. Quintessenz Zahntech 30 (2004) 1108-1117
6. Balzer A, Kaufmann-Jinoian V, Kurbad A, Reichel K: CAD/CAM und Vollkeramik, Ästhetische Restaurationen in der zahnärztlichen Praxis. Quintessenz-Verlag, Berlin, Chicago, London (usw.) 2007, S. 331-339
7. BeVo dent: Optimal präparieren und die Gingiva schonen. Dtsch Zahnärztl Wochenschr 21 (2007) 10, ohne Autor
8. Blößer T: Die unterschiedliche Gestaltung der Präparationsgrenze und deren Einfluss auf die Randschlussgenauigkeit von hochgoldhaltigen Vollgussrestaurationen. Med. Diss., Gießen 2000
9. Boeckler AF, Stadler A, Setz JM: Klinische Beurteilung von Kronenpassungen. ZWR 116 (2007) 450-457
10. Böning K, Ullmann U, Wolf S, Lazarek K, Walter M: Dreijährige klinische Bewährung konventionell zementierter Einzelkronen aus Lithiumdisilikat-Keramik. Dtsch Zahnärztl Z 61 (2006) 604-611
11. Cortellini D, Canale D, Giodano A, Gergantini B, Bergantini D: Kombinierte Anwendung vollkeramischer und konventioneller metallkeramischer Restaurationen zur Rehabilitation von starken Abrasionen. Quintessenz 57 (2006) 45-55
12. Chiche GJ, Pinault A: Metallkeramik-Kronen. In: Chiche GJ, Pinault A (Hrsg): Ästhetische Gestaltung festsitzenden Zahnersatzes. Quintessenz-Verlag, Berlin, Chicago, London (usw.) 1994, S. 75-96

13. Chiche GJ, Sadan A: Rezepte für eine vorhersagbare Ästhetik – Schlüssel zum Erfolg. Kurzbericht zur GAK EXTRA-Veranstaltung am 17.-18. Juni, Konstanz 2005, S. 1-8
14. Clauss C: Vollkeramischer Zahnersatz auf Basis von gefrästem Zirkonoxid. Magazin für Zahnheilkunde, Management und Kultur 6 (2002) 436-442
15. Crispin BJ, Hobo S: Ästhetische Keramikrestaurationen – Materialien und Techniken. In: Crispin BJ (Hrsg): Moderne ästhetische Zahnheilkunde Grundlagen für die Praxis. Quintessenz-Verlag, Berlin, Chicago, London (usw.) 1998, S. 155-303
16. Denissen W, Richter W: Festsitzender Zahnersatz mit metallkeramischen Restaurationen. In: Richter W. (Hrsg): Ästhetik und Funktion Band II, Klages, Berlin 1994, S. 269 -289
17. 3M Espe: Lava Kronen und Brücken, Präparations- und Verarbeitungsgrundlagen für Zahnarzt und Labor. Seefeld 2004, keine Seitenangabe
18. 3M Espe: Lava Vollkeramik, Sehr gute Ästhetik und Langzeitstabilität für Kronen und Brücken im Front- und Seitenzahnbereich. Seefeld ohne Jahr, keine Seitenangabe
19. Esser C: Computergestützte Untersuchung von Verblendkronenpräparationen im vorklinischen Phantomkurs. Med. Diss., Köln 2004
20. Esser C, Kerschbaum T, Winkelmann V, Mehl A, Gloger W: Computergestützte Untersuchung von Zahnpräparationen. Dtsch Zahnärztl Z 59 (2004) 518-522
21. Freesmeyer WB: Klinische Prothetik Band I Festsitzender und implantatgetragener Zahnersatz. Hüthig, Heidelberg 1995, S. 169-170
22. Frick KM, Nordmeyer J, Kerschbaum T: Die exakte Präparation bestimmt die Haltbarkeit mit. Zahnärztl Mitt 88 (1998) 1076-1079
23. Funk M: In-vitro-Untersuchung zur Korrelation von Präparationsdesign und klinischer Haltbarkeit CAD/CAM-gefertigter Zirkondioxidkronen. Med. Diss., München 2007
24. Galindo M, Hagmann E, Marinello CP, Zitzmann NU: Klinische Langzeiterfahrungen mit Procera-AllCeram-Vollkeramikronen. Schweiz Monatsschr Zahnmed 116 (2006) 804-809
25. Gavelis JR, Morency JD, Riley ED, Sozio RB: The effect of various finish line preparations on the marginal seal und occlusal seat of full crown preparations. J Prosthet Dent 92 (2004) 1-7
26. Goodacre CJ, Campagni WV, Aquillino SA: Tooth preparation for complete crowns: An art form based on scientific principles. J Prosthet Dent 85 (2001) 363-376
27. Gountenoudis M: Bestimmung der Randspaltbreite hochgoldhaltiger Restaurationen unter Berücksichtigung der Präparationsform, der Abformmethodik und des Abformmaterials. Med. Diss., Erlangen 2002

28. Grundy JR, Jones JG: Atlas der restaurativen Zahnheilkunde, Misserfolge bei feststehendem Zahnersatz. Ullstein Mosby, Berlin, Wiesbaden 1996, S. 167-171
29. Gutowski A: Präparationsanleitung für Guss- und Keramikrestaurationen. Komet Gebr. Brasseler, Lemgo 1997, S. 1-8
30. Hajto J, Schenk H: Überpresste Zirkoniumdioxidkronen im Frontzahnbereich. Quintessenz 58 (2007) 75-87
31. Hajto J, Schenk H: Lichtdurchflutete Frontzahnkronen Teil I. Dent Labor 55 (2007) 665-676
32. Haller B, Bischof H: Metallfreie Restauration aus Presskeramik, Ein Leitfaden für Praxis und Labor. Quintessenz-Verlag, Berlin, Chicago, London (usw.) 1993, S. 84-85
33. Hellwig E, Kimmel K, Lehmann KM: Wissenschaftliche Stellungnahme, Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Präparationstechnik als Grundlage der Qualitätssicherung, Stand 12/98. Dtsch Zahnärztl Z 54 (1999) keine Seitenangabe
34. Hoffmann-Axthelm W: Lexikon der Zahnmedizin. 6. Auflage, Quintessenz-Verlag, Berlin, Chicago, London (usw.) 2002, S. 407
35. Hupfaut Z: Festsitzender Zahnersatz. 3. Auflage, Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore 1993, S. 207-210
36. Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung: KZVB Jahrbuch, KZVB Statistik, Mit den Primär- und Ersatzkassen in 2004 abgerechnete Bema-Positionen, Neufälle und Altfälle. Köln 2005, S. 103-105
37. Kern R, Krämer J, Michaelis W: Deutsche Mundgesundheitsstudie IV Kurzfassung. Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung, Boeken, Leverkusen 2006, S. 14-33
38. Kerschbaum T: Langzeit-Erfolgsaussichten von feststehendem Zahnersatz. Zahnärztl Mitt 88 (1998) 2698-2703
39. Kerschbaum T: Hohe Haltbarkeit von Zahnersatz. Zahnärztl Mitt 90 (2000) 2706
40. Kerschbaum T, Paszyna C, Klapp S, Meyer G: Verweilzeit- und Risikofaktorenanalyse von feststehendem Zahnersatz. Dtsch Zahnärztl Z 46 (1991) 20-24
41. Kimmel K: Zahnärztliche Präparationstechnik heute und morgen. Zahnärztl Mitt 84 (1994) 1892-1896
42. Kimmel K: Kavitäten- und Kronenpräparation mit rotierenden und oszillierenden Instrumenten. Dental Echo (1997) 34-35
43. Kimmel K: Rationale Arbeitstechnik, Grundlage der Qualitätssicherung. Zahnärztl Mitt 90 (2000) 1488-1490

44. Kimmel K: Optimale Präparationstechnik als Grundlage der Qualitätssicherung. Dtsch Zahnärztl Z 61 (2006) 427-431
45. Koeck B: Kronen- und Brückenprothetik. Urban & Fischer, München, Stuttgart (usw.) 1999, S. 270-278
46. Komet Produktinformation. Komet Gebr. Brasseler Lemgo, kein Jahr, keine Seitenangabe
47. Körber K: Zahnärztliche Prothetik Band II, Behandlungsplanung, Kronenzahnersatz, Brückenzahnersatz, Partielle Prothesen, Vollprothesen. 4. Auflage, Thieme, Stuttgart 1995, S. 242-249
48. Lange KP: Arbeitsanleitung und Bewertungskriterien, Kurs Phantom II. 1. Auflage, Humboldt-Universität, Berlin 2001, S. 1-14
49. Lauer HC: Vollkeramische Restaurationen in der Hand des Generalisten. Zahnärztl Mitt 9 (2003) 40-45
50. Lauterbach E: Wörterbuch der Zahnmedizin, Zahn-Mund-Kiefer-Gesicht. Verlag für Zahnmedizin, Hanau 1992, S. 851-854
51. Lehmann KM, Hellwig E: Zahnärztliche Propädeutik. 10. Auflage, Urban & Fischer, München 2005, S. 158-163
52. Ludwig P, Niedermeier W: Checklisten der Zahnmedizin, Prothetik. Thieme, Stuttgart 2002, S. 23-25
53. Luthardt RG: Die Genauigkeit zahnärztlicher Abformungen für festsitzenden Zahnersatz. Dtsch Zahnärztl Z 59 (2004) 372-380
54. Mainer H: Lege artis präparieren – Mit rotierenden Dentalinstrumenten für eine rationelle Präparation. Heraeus, Hanau 2007, S. 392-393
55. Martignoni M, Schonenberger A: Präzision und Kronenkontur in der restaurativen Zahnheilkunde. Quintessenz-Verlag, Berlin, Chicago, London (usw.) 1990, S. 67-156
56. Marxkors R: Lehrbuch der zahnärztlichen Prothetik. 4. Auflage, Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV, Köln 2007, S. 11-45
57. Marxkors R, Meiners H: Taschenbuch der zahnärztlichen Werkstoffkunde. 5. Auflage, Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV, Köln 2005, S. 75-76
58. McLean JW, Jeanson EE, Chiche GJ, Pinault A: Vollkeramikronen und Folienkronen. In: Chiche GJ, Pinault A (Hrsg): Ästhetische Gestaltung festsitzenden Zahnersatzes. Quintessenz-Verlag, Berlin, Chicago, London (usw.) 1994, S. 97-113
59. Meier M, Fischer H, Richter EJ, Maier HR, Spiekermann H: Einfluss unterschiedlicher Präparationsgeometrien auf die Bruchfestigkeit vollkeramischer Molarenkronen. Dtsch Zahnärztl Z 50 (1995) 295-299

60. Mörmann WH, Ender A, Durm E, Michel J, Wolf D, Bindl A: Zirkonoxidgerüste bei Kronen und Brücken: Aktueller Stand. Dtsch Zahnärztl Z 62 (2007) 141-148
61. Muia PJ: Das vierdimensionale Zahnfarbsystem. Quintessenz-Verlag, Berlin, Chicago, London (usw.) 1982, S. 117
62. Ottl, P, Lauer, HC: Präparationstechnik für metallkeramische und vollkeramische Restaurationen. Quintessenz 47 (1996) 623
63. Polansky R, Arnetzl G, Haas M, Keil C, Wimmer G, Lorenzoni M: Restdentinstärke nach 1,2 mm Stufenpräparation für Vollkeramikkkronen. Univ.-Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Graz, Abteilung für Zahnersatzkunde, Prothetik, restaurative Zahnheilkunde und Parodontologie, Graz ohne Jahr, S. 1-28
64. Pospiech P, Schweiger J, Meinen J: Vom Zirkonoxidgerüst zur Lava-Vollkeramik. Dent Labor 1 (2002) ohne Seitenangabe
65. Pospiech P: Keramik-Vollkeramik, Ein Kompendium für die keramikgerechte Anwendung vollkeramischer Systeme in der Zahnmedizin. 3M Espe, Seefeld 2004, S. 34-41
66. Piwowarczyk A, Ottl P, Kuretzky T, Lauer HC: LAVA – ein innovatives Vollkeramiksystem. Quintessenz 54 (2003) 73-81
67. Reitemeier B, Schwenzer, Ehrenfeld M: Einführung in die Zahnmedizin. Thieme, Stuttgart, New York 2006, S. 199
68. Reitemeier B, Hänsel K, Kastner D, Walter MH: Prospektive Studie zur Bewährung metallkeramischer Kronen unter Praxisbedingungen: 8-Jahresergebnisse. Dtsch Zahnärztl Z 62 (2007) 104-109
69. Rösel M: Untersuchungen zur Retention von Gusskronen in Abhängigkeit von Zementspalt und Zementart. Med. Diss., Halle 2003
70. Rinke S: Klinischer Leitfaden für die Veneerherstellung. DeguDent, Hanau, Klein-Aufheim 2004
71. Rudolph M, Boeckler AF, Setz JM: Metallkeramikkkronen mit lasergeschmolzenem Gerüst: Randspaltmessung und Festigkeitsprüfung – erste Ergebnisse. Dtsch Zahnärztl Z 62 (2007) 465-469
72. Sato T, Al Mutawa N, Okada D, Hasegawa S: A clinical study on abutment taper and height of full cast crown preparations. J Med Dent Sci 45 (1998) 205-210
73. Scholz A: In-vitro Studie zur Bruchfestigkeit vollkeramischer IPS Empress Frontzahnkronen in Abhängigkeit der Stufenbreite bei adhäsiver Befestigung am natürlichen Zahn. Med. Diss., Hamburg 2002

74. Schwenzer N: Prothetik und Werkstoffkunde, Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde. 2. Auflage, Thieme, Stuttgart 1994, S. 183-192
75. Shillingburg HT, Jacobi R, Brackett SE: Grundlagen der Zahnpräparation für Zahnersatz aus Metall und Keramik. Quintessenz-Verlag, Berlin, Chicago, London (usw.) 1988, S. 16-60
76. Simonis A, Freesmeyer WB: Grundlagen zahnärztlicher Tätigkeit, Ausgleich mittels festsitzendem Zahnersatz. In: Reitmeier B, Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg): Einführung in die Zahnmedizin. Thieme, Stuttgart, New York 2006, S. 198-199
77. Spiekermann H: Mehrgliedrige Restaurationen im Front- und Seitenzahnbereich
Bewährungsprobe bestanden: Vollkeramische Brücken aus DC-Zirkon.
ZT Technik 6 (2007) 13
78. Staegemann G: Grundlagen der klinischen Stomatologie. Barth, Leipzig 1976, S. 215-222
79. Stainer M. und Kulmer S: Systematische Präparation von Pfeilerzähnen. Stomatologie 94 (1997) 197-202
80. Stark H: Langzeitbewährung von Einzelkronen. Dtsch Zahnärztl Z 62 (2007) 432-433
81. Suckert R: Funktionelle Frontzahnästhetik. Neuer Merkur, München 1990, S. 45
82. Suttor D, Hauptmann H, Höscheler S, Hertlein G, Bunke K: Das LAVA-System von 3M ESPE für vollkeramische ZrO₂-Kronen- und Brückengerüste.
Quintessenz Zahntech 27 (2001) 1018-1026
83. Tanaka A: Besser als die Natur – ist das möglich? Quintessenz Zahntech 23 (1997) 311
84. Tobias J: Langlebigkeit von Restaurationen aus Zirkonoxid, Ein Erfolgsbericht über sieben Jahre Praxiserfahrung mit Lava Zirkonoxid. Dentalspiegel 6/7 (2007) 36-37
85. Webber B, McDonald A, Knowles J: An in vitro study of the compressive load at fracture of Procera AllCeram crowns with varying thickness of veneer porcelain.
J Prosthet Dent 89 (2003) 154-160
86. Windisch S, Bindl A, Mörmann W: Passgenauigkeit von vollkeramischen Cerec CAD/CAM-Frontzahnkronen und Frontzahnkronenkappen.
Acta Med Dent Helv 4 (1999) 29-37
87. Wirz J: Klinische Material und Werkstoffkunde. Quintessenz-Verlag, Berlin, Chicago, London (usw.) 1993, S. 270
88. Zahnmedizinisches Lehrprogramm der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Sektion Zahnärztliche Propädeutik, Präparationsrichtlinien, ohne Jahreszahl
89. Zöllner A, Walter KK: Biologische Aspekte der Pfeilerzahnpräparation. Quintessenz 50 (1999) 253-264

10. Thesen

1. Qualitätsmerkmale für Kronenstumpfpräparationen wurden in der Literatur von zahlreichen Autoren definiert. Es gibt aber nur wenig klinische Untersuchungen aus der Praxis zur Qualität dieser Präparationen. Diese zeigen allerdings, dass die vorgeschriebenen Anforderungen oft nicht eingehalten werden. Um eine aktuelle Aussage darüber zu erhalten, inwieweit bestimmte Kriterien bei der Präparation unter den Bedingungen der täglichen Praxis beachtet werden, wurde die vorliegende Arbeit angefertigt.
2. Anonymisiert wurden 100 Sägeschnittmodelle mit 218 Kronenstumpfpräparationen von 16 Zahnärzten aus dem Einzugsgebiet von zwei zahntechnischen Laboratorien in Bayern und Sachsen untersucht. Diese wurden als repräsentativ angesehen und ausgewertet.
3. Die Auswertung ergab, dass bei den untersuchten Kronenarten die am häufigsten verwendete Krone die Metallkeramikkrone (63 %) ist. Vollgusskronen sind mit 19 % und Vollkeramikkrone mit 18 % vertreten.
4. Die in der Praxis hauptsächlich eingesetzte Präparationsart ist die Hohlkehlpräparation mit 69 %, gefolgt von der Tangentialpräparation mit 19 % und der Stufenpräparation mit 12 %. Die Hohlkehlpräparation ist daher die dominierende Präparationsart, was den Literaturempfehlungen entspricht.
5. Der Kronenrand liegt bei den präparierten Kronen überwiegend subgingival (90 %). Es ist anzunehmen, dass der Kronenrand oft aus ästhetischen Gründen subgingival gelegt wird.
6. Ausreichend beachtet wird bei der Präparation der interokklusale Abstand bei Vollgusskronen. Nur bei Metallkeramikkrone und Vollkeramikkrone ist er etwas geringer (1,4 mm). In 2,5% der Fälle war allerdings der interokklusale Abstand 0,0 mm.
7. Die erreichten Stumpfhöhen stellen anscheinend bei der Präparation kein Problem dar. Sie entsprechen im Durchschnitt der Lehrmeinung. In der Einzelbetrachtung sind sie zum Teil zu gering. Der Wert 0,0 mm wurde distal zweimal bei einer Vollgusskrone und einmal bei einer Metallkeramikkrone angetroffen.
8. Eine Substanz schonende Präparationstechnik ist an den geringeren Stufenbreiten zu erkennen. Sie sind im Durchschnitt vor allem vestibulär (0,5 mm) kleiner und entsprechen dort nicht den Literaturanforderungen. Allerdings ist in den neueren Forschungsergebnissen (besonders bei Zirkonoxidkeramiken) und Literaturangaben bereits erkennbar, dass geringere Hohlkehl- oder Stufenbreiten möglich sind, so dass eine Korrektur der Lehrmeinung zu diskutieren ist.

9. Häufig werden in der Praxis Gesamtpräparationswinkel zu groß präpariert (durchschnittlich vestibulär/oral 23,5 Grad, mesial/distal 20,4 Grad). Es besteht ein extremer Unterschied zu den meist geforderten 6-12 Grad. Dadurch sind die Zähne hinsichtlich eines Präparationstraumas mit Vitalitätsverlust stärker gefährdet. Die Einhaltung der Norm ist deshalb hier eine unerlässliche Basis für die optimale zahnmedizinische Versorgung.
10. Insgesamt betrachtet wurde die Form der Kronenstumpfpräparation bei allen anderen untersuchten Kriterien aber im Durchschnitt hinreichend beachtet. Bestätigt wird dies durch die allgemein lange Lebensdauer und Funktionsfähigkeit von Kronen.

L e b e n s l a u f

Name: Dipl. stom. Anita-Maria Wimmer

wohnhaft in: 84549 Engelsberg, Pfarrweg 6

geb. am.: 26. 12. 1953 in Auerbach/Vogtland

Familienstand: verheiratet

Staatsangehörigkeit: deutsch

1960 – 1970: Polytechnische Oberschule, 10.Klasse

1970 – 1972: Volkshochschule, Abitur
gleichzeitig Facharbeiterbrief als Industriekaufmann

1972 September bis 1977 August: Studium der Zahnmedizin in Halle an der Martin-Luther-Universität
Abschluss mit Diplom

1977 September bis 18. 07. 1980: zahnärztliche Tätigkeit an der Kreispoliklinik Reichenbach/Vogtland

06. 08. 1980: Ausreise in die Bundesrepublik Deutschland nach Oberbayern

01. 11. – 15.12. 1980: Assistenz Zahnärztin bei ZA. Felser in Buchloe

01. 01. – 31. 12. 1981: Assistenz Zahnärztin bei Dr. Ammersbach in Wasserburg am Inn

18. 01. 1982: Eröffnung meiner eigenen Zahnarztpraxis in Engelsberg, Oberbayern, dort Tätigkeit bis heute

09. 04. 1983: Heirat mit Thomas Wimmer, geb. Stein, selbstständiger Zahntechnikermeister

12. 09. 1983: Geburt unseres ersten Sohnes, Björn Wimmer, z. Z. Student für Molekulare Biowissenschaften an der Universität in Salzburg

31. 05. 1985: Geburt unseres zweiten Sohnes, Sven Wimmer, z. Z. Student für Produktionstechnik und Maschinenbau an der Fachhochschule in Rosenheim

23. 04. 1990: Geburt unseres dritten Sohnes, Lars Wimmer, z. Z. Schüler an der Privatschule Schloss Stein, Gymnasium, 13. Klasse

**Mitgliedschaft in
folgenden Vereinen
und Vereinigungen:**

- Vereinigung der Freunde und Förderer der
Martin-Luther-Universität Halle e. V.
- Qualitäts- und Servicenetz der Zahnärzte des
Chiemgau
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde, DGZMK

Engelsberg, den 2008-11-26:

Selbstständigkeitserklärung

Die vorliegende Arbeit einschließlich der Untersuchungen und statistischen Auswertung wurde selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel angefertigt.

Engelsberg, den 2008-11-26

.....

Ich erkläre weiterhin, dass frühere Promotionsversuche mit der gleichen oder einer anderen Dissertation nicht erfolgt sind. Die vorliegende Arbeit wird erstmalig und nur an der Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg eingereicht.

Engelsberg, den 2008-11-26

.....

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei all den Personen besonders herzlich bedanken, die zum Gelingen der vorliegenden Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. dent. habil. K.-E. Dette (Leiter der Sektion Zahnärztliche Propädeutik der Universitätspoliklinik für Zahnärztliche Prothetik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg) für das Überlassen des praxisbezogenen und sehr interessanten Themas und seine stets unterstützende fachliche und geduldige Betreuung der Arbeit. Dadurch hat er mir meinen größten Wunsch erfüllt, nach langer Praxistätigkeit eine wissenschaftliche Arbeit in Form einer Dissertation zu schreiben.

Natürlich möchte ich mich bei meiner gesamten Familie bedanken, die mir die nötige Zeit für die Dissertation ermöglicht hat.

Besonders meinem Mann, Thomas Wimmer, möchte ich hiermit herzlich danken, der mir bei der technischen Umsetzung der Versuchsdurchführung, labortechnisch und bei den Messungen behilflich war.

Mein weiterer Dank gilt meinen Söhnen, Sven und Björn Wimmer, die mir computertechnisch stets hilfreich und mit Geduld zur Seite gestanden haben.

Weiterhin möchte ich mich bei Petra und Reimer Hillig bedanken, die mir bei der Anfertigung der Fotos behilflich waren.