

# Die maschinelle Wurzelkanal- aufbereitung mit dem Endoplaner- Winkelstück: Reinigungswirkung, Formgebung und Arbeitssicherheit



## Zusammenfassung

Mit dem Endoplaner-System wurde in der vorliegenden Studie ein relativ neuartiges maschinelles Wurzelkanalaufbereitungswinkelstück auf seine Tauglichkeit geprüft. 45 extrahierte Unterkiefermolaren wurden in ein Muffelsystem eingebettet und mit dem Endoplaner-Winkelstück (30 Zähne mit 60 gekrümmten mesialen Kanälen) und Handinstrumenten (15 Zähne mit 30 gekrümmten mesialen Kanälen) bis zur ISO-Grösse 35 aufbereitet. Überprüft wurden die Arbeitssicherheit (Instrumentenfrakturen, Perforationen, Längenverluste), die Sauberkeit der Wurzelkanalwände (REM-Untersuchung), die postoperative Querschnittsform des Wurzelkanals, die Kanalbegradigung und die Arbeitszeit.

Während in Bezug auf die Kanalbegradigung keine signifikanten Unterschiede zwischen maschineller und manueller Aufbereitung beobachtet werden konnten, erwiesen sich die maschinell aufbereiteten Kanäle als geringfügig besser gereinigt. Mit der Handaufbereitung konnte eine signifikant bessere Querschnittsform erzielt werden, eine zirkulär gleichmässige Erweiterung gelang signifikant besser, und auch die Arbeitszeit war signifikant kürzer als bei maschineller Präparation. Bei Anwendung des Endoplaners kam es in 60 Kanälen zu 12 Längenverlusten und sieben apikalen Perforationen, bei manueller Präparation (30 Kanäle) zu einem Längenverlust und zwei Perforationen, Instrumentenfrakturen traten in keiner Gruppe auf.

Insbesondere aufgrund dieser klinisch nicht akzeptablen Defizite in der Arbeitssicherheit raten wir von der routinemässigen Anwendung des Endoplaners ab.

Acta Med Dent Helv 3: 189–195 (1998)

### Schlüsselwörter:

Wurzelkanalaufbereitung, Endoplaner, Sauberkeit, Begradigung, Arbeitssicherheit

Zur Veröffentlichung angenommen: 28. August 1998

### Korrespondenzadresse:

Dr. M. Hülsmann, Zentrum ZMK, Abt. Zahnerhaltung,  
Robert-Koch-Str. 40, D-37075 Göttingen,  
Tel.: 0551/392855, Fax: 0551/392037

MICHAEL HÜLSMANN, RÜDIGER BAHR und  
ARMIN GAMBAL

Abt. Zahnerhaltung, Zentrum ZMK, Universität Göttingen,  
Deutschland

## Einleitung

Die Aufbereitung des komplexen Wurzelkanalsystems ist nicht nur der entscheidende, sondern häufig auch der mühsamste und zeitraubendste Schritt der endodontischen Therapie (SCHILDER 1974). Es hat daher in der Vergangenheit nicht an Versuchen gefehlt, diesen Arbeitsgang zu vereinfachen und zu verkürzen. Grosse Erwartungen wurden hierbei immer an Innovationen auf dem Sektor der maschinellen Aufbereitungshilfen geknüpft, von denen sich aber nur wenige in der Praxis durchsetzen konnten, wie z. B. die Giromatic. Diese Gruppe der traditionellen Endodontiewinkelstücke, die durch einen starren Bewegungsablauf (reine Hubbewegung, reine Rotationsbewegung oder starre Kombination aus Hub- und Drehbewegung) charakterisiert sind, wird jedoch von der umfassenden Literatur zur maschinellen Wurzelkanalaufbereitung überwiegend ablehnend beurteilt (HÜLSMANN 1993). Für viele dieser Winkelstücke liegen Studien vor, die eine unzureichende Reinigungswirkung oder inakzeptable Begradigungen bei der Aufbereitung gekrümmter Kanäle sowie massive Defizite in der Arbeitssicherheit bemängeln (FRANK 1967, MOLVEN 1970, HARTY & STOCK 1974, O'CONNELL & BRAYTON 1975, KLAYMAN & BRILLIANT 1975, ABOU-RASS & JASTRAB 1982, LEHMAN & GERSTEIN 1982, TÜREK & LANGELAND 1982, DIETSCHI et al. 1986, TRONSTAD & NIEMCZYK 1986, SPYROPOULOS et al. 1987, FRITZ & SCHÄFER 1989, HÜLSMANN & BERTZBACH 1989, CASELITZ & KOCKAPAN 1990, GEURTSSEN 1990, SCHÄDLE et al. 1990, STÄDTLER & ARNETZL 1991, HÜLSMANN 1992, MORGENSTERN et al. 1992, HÜLSMANN & STRYGA 1993, HÜLSMANN et al. 1997).

Es fehlt jedoch nach wie vor an systematischen Studien, die alle zur Beurteilung der klinischen Tauglichkeit relevanten Parameter – Sauberkeit, Formgebung und Arbeitssicherheit – dieser maschinellen Aufbereitungshilfen untersuchen.

In den letzten Jahren wurden mit dem Canal-Finder-System, dem Canal-Leader 2000, dem Excalibur-Winkelstück und dem Endoplaner mehrere Winkelstücke mit flexiblem Bewegungsablauf für die maschinelle Wurzelkanalaufbereitung vorgestellt (HÜLSMANN 1993). Das Endoplaner-Winkelstück (Fa. Microna, Spreitenbach, Schweiz) stellt eine Modifikation des Perioplaner/Periopolisher-Winkelstücks zur Parodontalbehandlung dar. Nach Herstellerangaben arbeitet das System mit kleinen, koronalwärts gerichteten Schabbewegungen, die nur bei Kontakt zur Kanalwand und gleichzeitigem Zug des Winkelstückes aus dem Kanal heraus einsetzen, so dass sich die Instrumente beim Vorschub in den Kanal nicht bewegen. Das Winkelstück verfügt über eine integrierte permanente Sprayzufuhr und auf den Winkelstückkopf montierbare Tiefenstopps für fünf unterschiedliche Arbeitslängen. Obwohl bereits mehrere Jahre auf dem Dentalmarkt erhältlich, liegen bislang nur zwei Studien über einzelne Parameter dieser Aufbereitungshilfe vor (HÜLSMANN & STRYGA 1993, HÜLSMANN et al. 1997).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, das Endoplaner-Winkelstück umfassender auf seine Eignung zur klinischen Anwendung zu untersuchen. Es sollten die wichtigsten Beurteilungsparameter (Formerhaltung, Reinigungswirkung, Arbeitssicherheit, Arbeitszeit) im Vergleich zur Handaufbereitung überprüft werden.

## Material und Methoden

In Anlehnung an das Muffelmodell von BRAMANTE et al. (1987) wurde eine dreiteilige Kuvette aus Nylon (Delrin, Fa. HPT, Göttingen, Deutschland) entwickelt, die ein Einbetten extrahierter Zähne in autopolymerisierenden Kunststoff erlaubt. Über Nuten und Führungsrillen kann der Kunststoffblock der Kuvette entnommen und jederzeit wieder eindeutig reponiert werden (Abb. 1).

Zusätzlich sind an der Aussenseite der Kuvette Bohrungen zur Fixierung eines modifizierten Filmhalters und eine Justiervorrichtung zur reproduzierbaren Einstellung einer Langtubus-



Abb. 1 Dreiteiliger Muffelblock zur Aufnahme des in Kunststoff eingebetteten Zahnes. Die drei Teile des Blocks sind verschraubbar, die Seitenwände können zur Entnahme des Zahnes und zur Anfertigung von Röntgenaufnahmen abgenommen werden. Der horizontal in vier Segmente aufgesägte Zahn kann über Führungsrillen reproduzierbar remontriert werden.

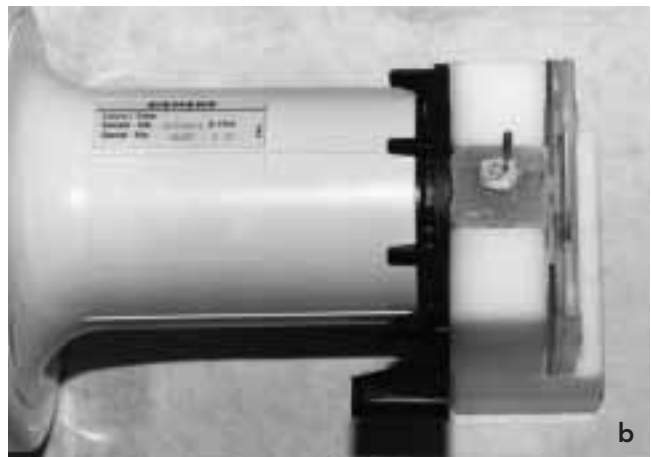
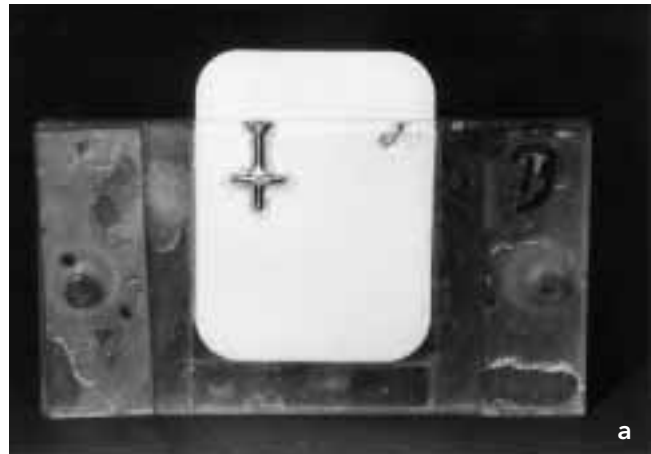


Abb. 2 a) Halterung für den Röntgenfilm mit eingearbeiteten Referenzobjekten zur exakten Überlagerung der einzelnen Röntgenaufnahmen. Die Halterung wird zur Anfertigung der Röntgenaufnahmen anstelle einer seitlichen Wand des Muffelblocks montiert b) Zur Anfertigung von Röntgenaufnahmen werden die seitlichen Wände des Muffelblocks entfernt. Der Röntgentubus wird über eine Justiervorrichtung an der Vorderseite des Muffelmittelteils befestigt. Über eine Steckpassung wird der Filmhalter mit eingelegtem Röntgenfilm an der Rückseite angebracht.

Röntgenröhre angebracht, die die Erstellung von Zahnfilmaufnahmen in identischer Projektion ermöglichen. In die Halterung des Röntgenfilms sind zwei Metallmarkierungen eingearbeitet, so dass die Röntgenaufnahmen anschliessend exakt überlagert werden können (Abb. 2a-b).

45 extrahierte Unterkiefermolaren wurden trepaniert, auf 19 mm Zahnlänge gekürzt und die beiden mesialen Wurzelkanäle auf ihre vollständige Gängigkeit überprüft. Die Zähne wurden mit Autopolymerisat (Palapress klar, Ivoclar, Ellwangen) in die Nylonkuvette eingebettet. Nach Anfertigung einer Messaufnahme zur Bestimmung des Krümmungswinkels wurden die Zähne randomisiert zwei Gruppen zugeteilt. 30 Zähne wurden mit dem Endoplaner-Winkelstück, 15 mit Handinstrumenten (Reamer und Hedstroemfeilen, VDW, München) aufbereitet. Der mittlere Krümmungswinkel betrug in der Gruppe I (Endoplaner) 33,8° (Max.: 53,5°, Min.: 21°), in der Gruppe II (Handaufbereitung) 35,8° (Max.: 53,5°, Min.: 21°). Alle instrumentierten Zähne gehören somit in die Kategorie III (Zähne mit starken Krümmungen > 20°) nach SCHNEIDER (1971).

Das Mikroinstrumentarium des Endoplaner-Winkelstücks besteht aus sog. K-Softfiles der ISO-Größen 08–20 und systemeigenen Hedstroemfeilen (ISO 15–40), die jeweils in 21 oder 25 mm Länge erhältlich sind. Die maschinelle Präparation erfolgte mit der vom Hersteller vorgeschlagenen Sequenz der systemeigenen Instrumente, die Handaufbereitung alternierend mit Reamern und Hedstroemfeilen (VDW, München) nach der von INGLE (1961) beschriebenen «standardisierten Technik» jeweils bis zur ISO-Größe 35. Die Aufbereitungsinstrumente wurden in beiden Gruppen manuell vorgekrümmt (WEINE et al. 1970). Alle Präparationen wurden von einem Behandler (R. B.) durchgeführt, der sich zuvor in intensiven Vorversuchen mit dem Winkelstück vertraut gemacht hatte. Nach jeder ISO-Größe erfolgte eine Spülung mit 5 ml NaOCl (3%).

### Begradigung der Wurzelkanäle

Im ersten Arbeitsgang wurden jeweils die mesiobukkalen Kanäle bearbeitet. Nach Aufbereitung bis ISO 15, 25 und 35 erfolgte jeweils die Anfertigung einer Röntgenaufnahme mit eingelegten Instrumenten. Der Ausgangswinkel der Krümmung wurde nach der Methode von SCHNEIDER (1971) bestimmt. Die Röntgenbilder wurden auf einem Röntgenbildbetrachter mit 10facher Vergrößerung (Microbox, Fa. Dr. Welp, Bad Nauheim) auf transparente Folie durchgezeichnet und die Veränderungen des Krümmungswinkels gemessen.

### Querschnittsform

Vor dem zweiten Durchgang wurden die Kunststoffblöcke zunächst mit einem Präzisionstrennschleifsystem (Fa. Exact-Apparatebau, Norderstedt) in 3, 6 und 9 mm Abstand von der Wurzelspitze horizontal durchtrennt. Die präoperativen Querschnittsformen der mesiolingualen Wurzelkanäle wurden im Auflichtmikroskop (Fa. Zeiss, Oberkochen) fotografiert, die einzelnen Segmente in die Küvette reponiert und die mesiolingualen Kanäle ebenfalls bis zur ISO-Größe 35 aufbereitet. Abschliessend wurden erneut die Querschnitte der präparierten Wurzelkanäle fotografiert, so dass eine Auswertung der präparationsbedingten Veränderungen der Querschnittsformen möglich wurde (CALHOUN & MONTGOMERY 1988).

Ausgewertet wurden in Anlehnung an ähnliche Studien:

- Die Querschnittsform: rund, oval oder unregelmässig (LOUSHINE et al. 1989) (Abb. 3a–c). Die Auswertung erfolgte rein qualitativ, runde und ovale Querschnitte wurden als klinisch akzeptabel, unregelmässige Querschnittsformen als klinisch nicht akzeptabel bewertet.
- Die Divergenz präoperativer Querschnitt/postoperativer Querschnitt des Kanals. Sind prä- und postoperativer Verlauf der Wurzelkanalzirkumferenz deckungsgleich, deutet dies auf unzureichenden Materialabtrag in diesen Bereichen hin.

### Arbeitszeit, Zwischenfälle

Sowohl für den mesiobukkalen als auch für den mesiolingualen Kanal wurde die reine Instrumentierungszeit gemessen. Die manuelle Spülung während der Handaufbereitung und der Instrumentenwechsel beim Excalibur wurden nicht berücksichtigt, um lediglich die Effizienz der Aufbereitung zu ermitteln. Intraoperative Zwischenfälle (Instrumentenfrakturen, Perforationen, Längenverluste) wurden in einem Protokollbogen dokumentiert.

### Sauberkeit

Nach Abschluss der Aufbereitung wurden die Querschnittspräparate der Wurzeln aus dem Autopolymerisat herausgelöst und vertikal gespalten. Die bukkale Hälfte wurde auf eine Alu-

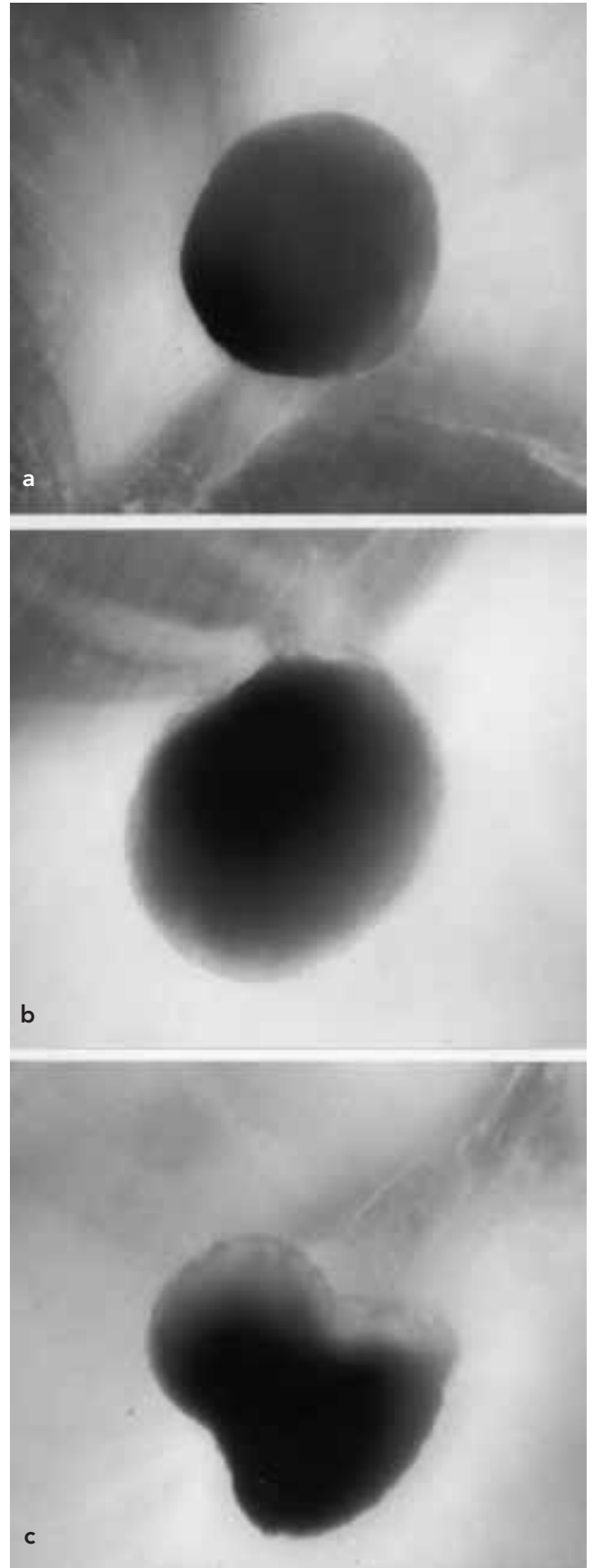


Abb. 3 a) Runder, akzeptabler Kanalquerschnitt b) Ovaler, akzeptabler Kanalquerschnitt c) Unregelmässiger, nicht akzeptabler Kanalquerschnitt.

miniumsienknete geklebt, so dass zur Begutachtung der Kanalwände jeweils drei Wurzelsegmente pro Zahn zur Verfügung standen. Nach 24stündiger Trocknung in einem Exsikkator (Novus, Fa. Glaswerk Wertheim, Wertheim) und Bedampfen erfolgte die Bewertung der Kanalwandsauberkeit im Rasterelektronenmikroskop (DSM 960, Fa. Zeiss, Oberkochen). Anhand von Referenzfotografien, die bereits in einer früheren Studie verwendet worden waren (HÜLSMANN et al. 1987), wurde separat die Entfernung von Smear Layer und Debris mittels fünfstufiger Scores bestimmt.

**Debris:** Die Bewertung des Debris erfolgte bei 200facher Vergrößerung.

Stufe 1: Saubere, glatte Kanalwand oder nur vereinzelt kleine Auflagerungen; Stufe 2: Wenige kleine Debrisinseln; Stufe 3: Zahlreiche Debrisinseln, weniger als 50% der Kanalwand von Debris bedeckt; Stufe 4: Mehr als 50% der Kanalwand von Debris bedeckt; Stufe 5: Gesamte oder fast gesamte Kanalwand von Debris bedeckt.

**Smear Layer:** Die Bewertung des Smear Layer erfolgte bei 1000facher Vergrößerung: Stufe 1: Kein oder fast kein Smear Layer, Dentintubuli überwiegend frei; Stufe 2: Dünner, homogener, aber gleichmässiger Smear Layer an der gesamten Wand, nur vereinzelt offene Dentintubuli; Stufe 3: Gesamte Kanalwand von einem inhomogenen Smear Layer bedeckt, nur vereinzelt offene Dentintubuli; Stufe 4: Homogener Smear Layer an der gesamten Kanalwand, keine offenen Dentintubuli; Stufe 5: Dichter, inhomogener Smear Layer an der gesamten Kanalwand.

Die rasterelektronenmikroskopische Bewertung wurde von einem zweiten Untersucher durchgeführt, der die zuvor kodierten Präparate der Präparationstechnik nicht zuordnen konnte und der mit dem verwendeten Scoring-System vertraut war.

### Handhabung

Es wurde ein Protokoll über die subjektiven Eindrücke des Behandlers im Umgang mit dem Endoplaner-Winkelstück angefertigt.

### Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse (Begradigung), Chi-Quadrat-Test (Querschnittsform, Reinigungswirkung) und t-Test (Zeitaufwand).

## Resultate

### Begradigung

Das Ausmass der Kanalbegradigung betrug in der Endoplaner-Gruppe 0–28,5°, nach Handaufbereitung 1–25,5°. Die Varianzanalyse ergab, dass das Ausmass an Begradigung ausschliesslich vom Ausgangswinkel der Kanalkrümmung und nicht von der Art der Aufbereitung abhängig war.

### Querschnittsform

Tabelle I zeigt die Verteilung der postoperativen Querschnittsformen. Nach Handaufbereitung wiesen – je nach untersuchter Schicht – nur 3–4 von 15 Präparaten eine irreguläre Querschnittsform auf, nach Einsatz des Endoplaners 12–14 von 30 Präparaten. Der Unterschied zwischen beiden Aufbereitungsmethoden war signifikant (Chi-Quadrat-Test,  $p = 0,024$ ).

### Divergenz zwischen ursprünglichem und aufbereitetem Kanal

Abbildung 4 gibt die Daten zum Wandkontakt des aufbereiteten Kanals im Verhältnis zum präoperativen Kanalquerschnitt wieder. Auffällig ist der hohe Anteil von Kanalquerschnitten nach Endoplaner-Aufbereitung, bei denen prä- und postoperativer Querschnitt zu 50 bzw. 75% der Strecke deckungsgleich waren. Dies deutet auf mangelhaften oder gar fehlenden Substanzabtrag in diesen deckungsgleichen Bereichen hin. Es zeigte sich, dass mit der Handaufbereitung eine zirkulär gleichmässige Erweiterung des Kanallumens besser gelang als mit dem Endoplaner-Winkelstück. Der Unterschied war statistisch signifikant (Chi-Quadrat-Test,  $p = 0,0136$ ).

### Reinigungswirkung

Abbildung 5 und 6 zeigen die Verteilung der Scores für Debris und Smear Layer. In beiden Gruppen überwogen somit die Präparate mit nicht zufriedenstellend gereinigten Kanalwänden. Bezüglich des Smear Layer liess sich statistisch eine Überlegenheit des Endoplaner-Winkelstücks feststellen (Chi-Quadrat-Test,  $p = 0,006$ ), für den Debris waren keine signifikanten Differenzen nachweisbar ( $p = 0,218$ ).

### Zeitaufwand

Der Mittelwerte für die Handaufbereitung, ermittelt bei der Aufbereitung der ungesägten Kanäle, betrug 438,1 sec. (SD:

Tab. I Verteilung der postoperativen Querschnittsformen

		manuell	gesamt	Endoplaner	gesamt
<b>koronal</b>	rund (akzeptabel)	5		6	
	oval (akzeptabel)	7	12	12	18
	irregulär (nicht akzeptabel)	3	3	12	12
	n =	15		30	
<b>Mitte</b>	rund (akzeptabel)	3		6	
	oval (akzeptabel)	8	11	10	16
	irregulär (nicht akzeptabel)	4	4	14	14
	n =	15		30	
<b>apikal</b>	rund (akzeptabel)	8		6	
	oval (akzeptabel)	4	12	10	16
	irregulär (nicht akzeptabel)	3	3	14	14
	n =	15		30	
<b>Gesamt</b>	rund (akzeptabel)	16		18	
	oval (akzeptabel)	19	35	32	50
	irregulär (nicht akzeptabel)	10	10	40	40
	n =	45		90	
	Chi-Quadrat-Test $p = 0,024$	signifikant besser		signifikant schlechter	

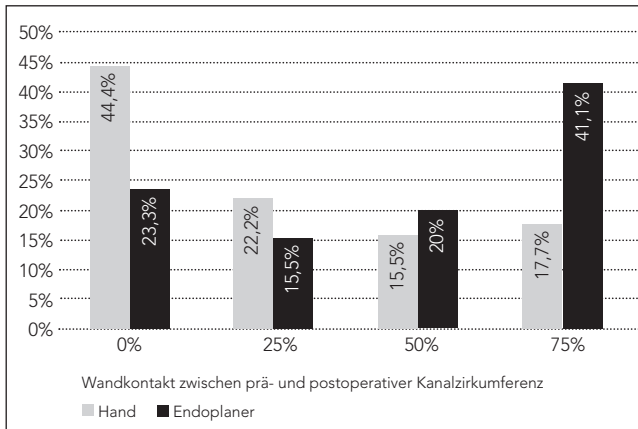


Abb. 4 Divergenz zwischen prä- und postoperativem Wurzelkanalquerschnitt

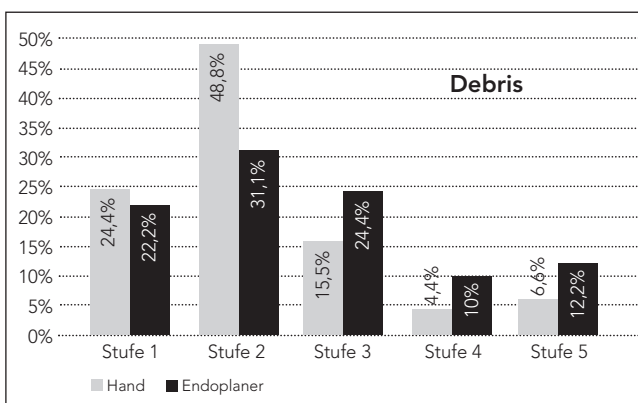


Abb. 5 Verteilung der Scores für die Bewertung des verbliebenen Debris auf der Wurzelkanalwand

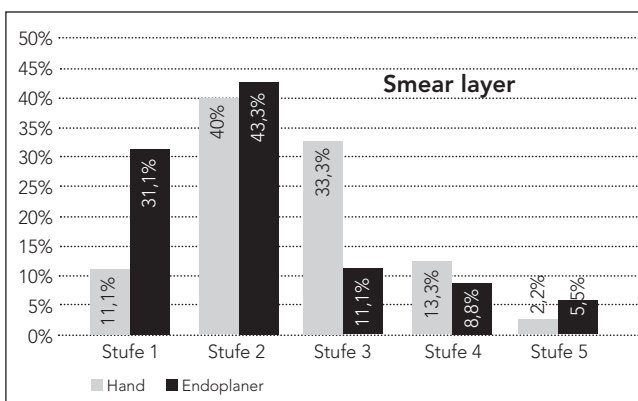


Abb. 6 Verteilung der Scores für die Bewertung des verbliebenen Smear Layer auf der Wurzelkanalwand

73,29 sec.), für den Endoplaner 506,8 sec. (SD: 74,23 sec.). Die Handaufbereitung erwies sich als signifikant schneller (t-Test,  $p=0,005$ ).

**Arbeitsicherheit**

Bei der manuellen Instrumentation (30 Kanäle) kam es einmal zu einem Verlust an Arbeitslänge und zu zwei apikalen Perforationen, bei maschineller Aufbereitung (60 Kanäle) traten 12 Längenverluste und 7 apikale Perforationen auf. Instrumentenfrakturen waren in keiner Gruppe zu verzeichnen.

**Handhabung**

Die Handhabung des Endoplaner-Winkelstückes (Gewicht, Feilenwechsel, Wartung) ist überwiegend unproblematisch. Als vorteilhaft ist insbesondere die integrierte Spülung zu bewerten, während die Längenjustierung verbesserungsbedürftig ist, da bei unterschiedlichen Arbeitslängen der einzelnen Kanäle ein häufiger Wechsel des am Kopf des Winkelstückes montierbaren Tiefenstopps unvermeidlich ist. Die eingeschränkte Taktilität und gelegentliche starke Vibrationen während der Aufbereitung beeinträchtigen die Sicherheit und Präzision der Instrumentation.

**Diskussion**

Zur Bewertung der klinischen Tauglichkeit einer Aufbereitungstechnik oder von Aufbereitungsinstrumenten müssen Daten über mehrere unterschiedliche Parameter vorliegen. Bislang wurden in der Mehrzahl der Studien nur jeweils einzelne dieser Parameter überprüft, die aber eine abschliessende Gesamtbewertung nicht zulassen. Aus methodischen Gründen war es bislang nur schwer möglich, gleichzeitig sowohl die Sauberkeit der präparierten Kanalwände als auch die Begradigung der Kanäle und Veränderungen in der Querschnittsform des Kanallumens zu untersuchen. Die vorgenommenen Modifikationen des Muffelsystems von BRAMANTE et al. (1987) sowie des Untersuchungsablaufes erlaubten es, alle wesentlichen Untersuchungsparameter (Sauberkeit, Begradigung, Veränderungen der Querschnittsform, Arbeitssicherheit, Zeitaufwand und Handhabung) in zwei Arbeitsgängen jeweils an einem Zahn zu überprüfen. Das Untersuchungsgut ist bei dieser Methodik jedoch auf Unterkiefermolaren mit jeweils zwei mesialen Wurzelkanälen beschränkt. Zur Bewertung der Kanalbegradigung werden in der Literatur überwiegend simulierte Kanäle aus Kunststoff herangezogen, da so Krümmungswinkel, Krümmungsradius und die Lage der Krümmung standardisiert werden können (WEINE et al. 1975, 1976, HÜLSMANN & BERTZBACH 1989). Eine Beurteilung der Reinigungswirkung ist mit Hilfe von Kunststoffmodellen jedoch nicht möglich. Die vorgestellte Methode erlaubt es, bei Inkaufnahme einer fehlenden Standardisierung der Kanalkrümmung, alle wesentlichen Parameter zur Bewertung der Qualität der Wurzelkanalaufbereitung rationell und umfassend zu überprüfen. Anhand dieses Datenmaterials ist eine bessere Bewertung der Praxistauglichkeit bestimmter Instrumente oder Aufbereitungstechniken möglich.

Über den Endoplaner liegen bislang nur wenige Studien vor. HÜLSMANN & STRYGA (1993) überprüften an extrahierten Unterkiefermolaren die Begradigung bei Präparation gekrümmter Wurzelkanäle. In 8 von 15 Fällen kam es zu einer klinisch nicht akzeptablen Begradigung im apikalen Kanaltrittel. Zusätzlich kam es in 10 von 15 Fällen zum Verlust an Arbeitslänge. Das Endoplaner-Winkelstück schnitt deutlich schlechter ab als die meisten der übrigen überprüften maschinellen Systeme. In der vorliegenden Studie war in Hinsicht auf die Begradigung kein signifikanter Unterschied zwischen dem Endoplaner und der Handaufbereitung zu finden. In beiden Gruppen hing das Ausmass der Kanalbegradigung nur vom Ausgangswinkel der Kanalkrümmung, nicht aber von der Technik der Aufbereitung ab. Zu berücksichtigen ist, dass mit modifizierten Techniken der Handaufbereitung (anticurvature filing, Step-down-Technik) oder neueren Handaufbereitungsinstrumenten (flexible Feilen, nichtschneidende Batt-Spitze, Nickel-Titan-Instrumente) bessere Resultate erreicht werden können als mit den in dieser Un-

tersuchung verwendeten konventionellen Instrumenten und der standardisierten Technik (SCHÄFER 1994). In zahlreichen anderen Studien erwies sich die Handaufbereitung maschinellen Systemen wie z. B. Giromatic (HARTY & STOCK 1974, O'CONNELL & BRAYTON 1975, WEINE et al. 1976, LEHMAN & GERSTEIN 1982, TUREK & LANGELAND 1982, CAPORALE et al. 1986, DIETSCHI et al. 1986, SPYROPOULOS et al. 1987), Endolift (LEHMAN & GERSTEIN 1982, HÜLSMANN & BERTZBACH 1989, WEINE et al. 1976, HÜLSMANN & STRYGA 1993), Canal Finder System (FRITZ & SCHÄFER 1989, HÜLSMANN & BERTZBACH 1989, HÜLSMANN & STRYGA 1993) und Ultraschall (LIM & WEBBER 1985, STAMOS et al. 1985, HÜLSMANN & BERTZBACH 1989, HÜLSMANN & STRYGA 1993) in Bezug auf die Formerhaltung jedoch deutlich überlegen.

In einer Studie zur Reinigungswirkung (HÜLSMANN et al. 1997) zeigte sich der Endoplaner zwar einigen Endodontie-Winkelstücken (Endolift, Canal-Finder, Giromatic, Intra-Endo 3-LDSY) leicht überlegen, die Sauberkeit der Kanalwand fiel aber erheblich schlechter aus als nach Handaufbereitung. Dies deckt sich nur teilweise mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung, in der die Resultate für den verbliebenen Debris zwar für beide Gruppen gleich ausfielen, der Endoplaner jedoch eine etwas geringere Schmierschicht hinterliess. Als einer der wesentlichen Gründe hierfür muss vermutlich die Reinigungswirkung des integrierten Spraysystems verantwortlich gemacht werden, die die Akkumulation des Dentinabriebs auf der Kanalwand zwar nicht verhindern kann, aber ihr Ausmass offenbar deutlich reduziert. Eine Verbesserung der Reinigungswirkung durch permanente Sprayzufuhr ermittelten auch schon MEYER et al. (1991) in einer vergleichenden Untersuchung unterschiedlicher Endodontie-Winkelstücke. Dennoch bleiben für beide Gruppen die Resultate bezüglich der Reinigungswirkung unbefriedigend, da sich in allen untersuchten Kanälen auch unzureichend gereinigte Bezirke neben gut bearbeiteten Wandarealen fanden.

Unterschiedliche Aussagen liegen zum benötigten Zeitaufwand vor: für die Präparation gerader Kanäle mit dem Endoplaner bis zur ISO-Grösse 30 wurden durchschnittlich 276,0 sec. benötigt (RÜMMELIN 1997); es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zur Handaufbereitung oder zur Präparation mit anderen maschinellen Aufbereitungssystemen festgestellt werden. Demgegenüber war in der vorliegenden Untersuchung der Zeitaufwand für die maschinelle Aufbereitung signifikant höher als für die manuelle Instrumentation. Ein Zeitgewinn bei maschineller Aufbereitung ist demzufolge nicht zu erkennen. Dies deckt sich mit Studien, in denen ebenfalls kein oder nur unwesentlicher Zeitgewinn bei maschineller Präparation des Wurzelkanals gefunden werden konnte (HARTY & STOCK 1974, WEINE et al. 1976, RÜMMELIN 1997). Auffällig war die deutlich grössere Anzahl von Aufbereitungszwischenfällen wie Längenverlusten und apikalen Perforationen nach maschineller Aufbereitung. Dies deckt sich mit den Resultaten einer früheren Studie, in der ein häufiger Verlust an Arbeitslänge festgestellt wurde (HÜLSMANN & STRYGA 1993). Die zahlreichen in der Literatur geäusserten Vorbehalte gegenüber der maschinellen Wurzelkanalaufbereitung können damit bestätigt werden. Auch die schlechten Resultate der Querschnittsauswertung nach Endoplaner-Aufbereitung lassen zur Vorsicht bei der Anwendung raten. In einigen Fällen war nach maschineller Präparation die verbliebene Dentinschicht an der Innenseite der Krümmung im mittleren Kanaltrittel nur noch sehr dünn, das Risiko sog. Strip-Perforationen muss für die Endoplaner-Präparation sehr hoch bewertet werden. Die in vielen Fällen über weite Wandbereiche fehlende Divergenz zwischen prä- und postoperativem Kanalquerschnitt deutet auf eine selektive Erweiterung des Kanalsystems hin. Betroffen sind im wesentlichen der innere

Teil der Krümmung im mittleren Kanaltrittel und der äussere Anteil der Krümmung im apikalen Kanaltrittel. Eine gezielte Präparation und gleichmässige Erweiterung des Wurzelkanallumens ist bei Einsatz hochtouriger maschineller Aufbereitungshilfen aufgrund des weitestgehenden Verlustes an Taktilität nicht so gut möglich wie mit Handinstrumenten.

Aufgrund der vorgelegten Resultate können wir daher eine Empfehlung für den routinemässigen Einsatz des Endoplaners zur Wurzelkanalaufbereitung nicht aussprechen.

## Summary

HÜLSMANN M, BAHR R, GAMBAL A: **Automated root canal preparation with the Endoplaner handpiece: cleaning ability, preparation form, and working safety** (in German). *Acta Med Dent Helv* 3: 189–195 (1998)

The aim of the present study was to evaluate the preparation quality, cleanliness and working safety of an automated device for root canal preparation, the Endoplaner. The Endoplaner allows an upward scraping movement when pressed against the root canal walls.

Forty-five extracted mandibular molars were embedded in acrylic resin and mounted into a mould similar to that described by BRAMANTE et al. (1987). Thirty teeth with 60 curved mesial root canals were prepared with the automated Endoplaner-system and 15 teeth with 30 root canals were prepared with hand instruments up to size ISO 35. The following parameters were evaluated: straightening of the curvature, pre- and postoperative diameter, root canal cleanliness (SEM investigation), working time, and working safety (instrument fractures, perforations, loss of working length).

Regarding straightening of the curved root canals, no significant difference between the two preparation techniques was found. The root canals prepared with the Endoplaner-system proved to be slightly cleaner than the manually prepared canals, which probably is due to the permanent supply of irrigant during automated preparation. Hand instrumentation resulted in better circular enlargement, less irregular root canal diameters and a significantly shorter working time. Instrument fractures occurred with none of the techniques, but the Endoplaner produced seven apical perforations and loss of working length in 12 of 60 canals, hand instrumentation only one case of loss of working length and two apical perforations in 30 root canals.

Because of these unacceptable deficiencies in working safety we cannot recommend the use of the Endoplaner for routine root canal preparation.

## Résumé

La présente étude examine l'aptitude du système Endoplaner, une pièce mécanique angulaire assez nouvelle, à traiter le canal de la racine. Dans ce but, on a encastré 45 molaires extraites de la mâchoire inférieure dans un système manchon. Après, on les a traitées soit à l'aide de la pièce angulaire Endoplaner (30 dents avec 60 canaux courbés) soit à l'aide d'outils manuels (15 dents avec 30 canaux courbés) jusqu'à la taille ISO 35. On a contrôlé la sécurité de travail (fracture d'instruments, perforations, pertes de longueur), la propreté des parois canalaies (examen MEB), la forme transversale du canal après l'opération, la rectification du canal et le temps de travail.

En ce qui concerne la rectification du canal, aucune différence significative entre le traitement mécanique et le traitement manuel n'a pu être constatée. Par contre, les canaux traités mécanique-

ment étaient – de façon négligeable – mieux nettoyés. Par rapport au traitement mécanique, le traitement manuel permettait d'obtenir une forme transversale significativement plus nette, un élargissement circulaire significativement plus régulier et de réduire le temps de travail de façon significative.

Avec Endoplaner se produisaient 12 pertes de longueur et sept perforations apicales dans 60 canaux. Au cours de la préparation manuelle (30 canaux), nous constatons une perte de longueur et deux perforations. Dans aucun groupe n'y avait-il des fractures d'instruments.

Surtout en raison des déficits dans la sécurité de travail qui ne sont pas acceptables d'un point de vue clinique, nous déconseillons l'utilisation habituelle du système Endoplaner.

## Literatur

- ABOU-RASS M, JASTRAB R: The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. *J Endodont* 8: 78–82 (1982).
- BRAMANTE C, BERBERT A, BORGES R: A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endodont* 13: 243–245 (1987).
- CALHOUN G, MONTGOMERY G: The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endodont* 14: 273–277 (1988).
- CAPORALE P, CIUCCHI B, HOLZ J: Vergleichende REM-Studie über drei Techniken der Aufbereitung von Wurzelkanälen mit acht Instrumenten-Typen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 96, 261–276 (1986).
- CASELITZ R, KOCKAPAN C: Untersuchungen über die Effektivität von sechs verschiedenen Methoden zur maschinellen Wurzelkanalaufbereitung. *Quintessenz* 41: 597–610 (1990).
- DIETSCHI J, CIUCCHI B, CERGNEUX M: Root canal preparation: comparative SEM study of the canal shaping with manual, automated and ultrasonic preparation. *Int Endod J* 19: 99 (abstr.) (1986).
- FRANK A: An evaluation of the Giromatic endodontic handpiece. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 24: 419–421 (1967).
- FRITZ U, SCHÄFER M: Maschinelle Aufbereitung des Wurzelkanalsystems mit dem Canal-Finder im Vergleich zur manuellen Instrumentation. *Dtsch Zahnärztl Z* 44: 510–512 (1989).
- GEURTSSEN W: Die Wurzelkanalaufbereitung. Methoden im Überblick: Mechanische, chemische und schall-/ultraschall-aktivierte Verfahren. *Phillip-Journal* 7: 23–30 (1990).
- HARTY F, STOCK C: The Giromatic system compared with hand instrumentation in endodontics. *Brit Dent J* 137: 239–244 (1974).
- HÜLSMANN M: Das Canal-Finder-System – Wissenschaftliche Erkenntnisse und klinische Erfahrungen. *Endodontie* 1: 45–56 (1992).
- HÜLSMANN M: Die maschinelle Aufbereitung des Wurzelkanals. In: APW (Hrsg.): *Endodontie*. Hanser-Verlag, München, pp 63–96 (1993).
- HÜLSMANN M, BERTZBACH F: Die Aufbereitung gekrümmter Wurzelkanäle mit Handinstrumenten und maschinellen Aufbereitungshilfen. *Dtsch Zahnärztl Z* 44: 448–451 (1989).
- HÜLSMANN M, STRYGA F: Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. *J Endodont* 19: 141–145 (1993).
- HÜLSMANN M, RÜMMELIN C, SCHÄFERS F: Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments. A comparative SEM investigation. *J Endodont* 23: 301–306 (1997).
- INGLE J: A standardized endodontic technique using newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 14: 83–91 (1961).
- KLAYMAN S, BRILLIANT J: A comparison of the efficacy of serial preparation versus Giromatic preparation. *J Endodont* 1: 334–337 (1975).
- LEHMAN J, GERSTEIN H: An evaluation of a new mechanized endodontic device: the Endolift. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 53: 417–427 (1982).
- LIM K, WEBBER J: The effect of root canal preparation on the shape of the curved root canal. *Int Endod J* 18: 233–239 (1985).
- LOUSHINE R, WELLER R, HARTWELL G: Stereomicroscopic evaluation of canal shape following hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. *J Endodont* 15: 417–421 (1989).
- MEYER G, HEINZEL H, HÜLSMANN M: Die Effizienz von maschinell gestützter und manueller Wurzelkanalspülung im In-vitro-Vergleich. *Dtsch Zahnärztl Z* 46: 558–560 (1991).
- MOLVEN O: A comparison of the dentin-removing ability of five root canal instruments. *Scand J Dent Res* 78: 500–511 (1970).
- MORGENSTERN G, NELL A, SPERR W: Verschiedene Endodontiewinkelstücke im Vergleich. Eine Studie über Giromatic, Endo-Cursor und Megasonic 1400. *Österr Z Stomatol* 89: 523–532 (1992).
- O'CONNELL D, BRAYTON S: Evaluation of root canal preparation with two automated endodontic handpieces. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 39: 289–303 (1975).
- RÜMMELIN C: Die Sauberkeit der Wurzelkanalwand nach Aufbereitung mit unterschiedlichen maschinellen Systemen. Eine rasterelektronenmikroskopische Untersuchung. *Med. Diss. Göttingen* (1997).
- SCHÄDLE G, VELVART P, LUTZ F: Die Reinigungswirkung verschiedener Wurzelkanalinstrumente. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 100: 274–285 (1990).
- SCHÄFER E: Vergleich verschiedener Techniken zur Aufbereitung gekrümmter Wurzelkanäle. *Dtsch Zahnärztl Z* 49: 947–951 (1994).
- SCHILDER H: Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 18: 748–788 (1974).
- SCHNEIDER S: A comparison of canal preparation in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 36: 271–275 (1971).
- SPYROPOULOS S, ELDEEB M, MESSER H: The effect of Giromatic files on the preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J* 20: 133–142 (1987).
- STÄDTLER P, ARNETZL G: Aufbereitung des Wurzelkanals mit dem Excalibur im Vergleich zu manueller Instrumentation, Endocursor und Intra-Endokopf. *Zahnärztl Welt/Reform* 100: 773–779 (1991).
- STAMOS D, HAASCH G, CHENAIL B, GERSTEIN H: Endosonics: clinical impressions. *J Endodont* 13: 181–187 (1985).
- TRONSTAD L, NIEMCZYK S: Efficacy and safety tests of six automated devices for root canal instrumentation. *Endod Dent Traumatol* 2: 270–276 (1986).
- TUREK T, LANGELAND K: A light microscopic study of the efficacy of the telescopic and the Giromatic preparation of the root canals. *J Endodont* 8: 437–443 (1982).
- WEINE F, HEALEY H, GERSTEIN H, EVANSON L: Precurved files and incremental instrumentation for root canal enlargement. *J Can Dent Assoc* 36: 155–157 (1970).
- WEINE F, KELLY R, LIO P: The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endodont* 1: 255–262 (1975).
- WEINE F, KELLY R, BRAY K: Effect of endodontic handpieces on original canal shape. *J Endodont* 2: 298–303 (1976).