

Wurzelkanalaufbereitungen

1 Indikationen und Kontraindikationen der Wurzelkanalbehandlung

Die Wurzelkanalaufbereitung (WK) ist ein wesentlicher Bestandteil der Wurzelkanalbehandlung (WB). Irreversible Schädigungen der Pulpa mit oder ohne Beteiligung des periradikulären Gewebes stellen die hauptsächlichen Indikationen für eine WB dar. Darüber hinaus ist eine WB u. a. auch bei Zähnen mit einer geplanten Wurzelspitzenresektion, Wurzelamputation oder Hemisektion angezeigt. Auch eine intentionelle Devitalisation eines Zahnes zur Verankerung eines Wurzelstiftes bedingt eine WB. Ebenso machen die verschiedenen Indikationen zur Revision einer WB, wie sie in der diesbezüglichen Stellungnahme der DGZMK und DGZ festgelegt wurden [3], eine erneute WB notwendig. Eine WB kann grundsätzlich bei allen Patienten erfolgen [1]. Lokale Faktoren bzw. schwerwiegende systemische Erkrankungen können allerdings besondere Therapiemaßnahmen erforderlich machen (z. B. Antibiose zur Minimierung des Bakteriämierisikos.). Grundsätzlich sollte bei Patienten mit schwerwiegenden Allgemeinerkrankungen die Planung einer WB in Absprache mit dem behandelnden Arzt erfolgen.

Kontraindikationen für eine WB stellen Zähne dar, die entweder nicht funktionell wiederhergestellt werden können oder Zähne, die aufgrund einer weit fortgeschrittenen Destruktion des Parodontiums nicht erhaltungswürdig sind. Ferner können WB bei nichtkooperativen Patienten kontraindiziert sein (z. B. geistig/körperliche Behinderungen) oder bei Patienten, bei denen unter Berücksichtigung ihrer Grunderkrankung zahnärztliche Behandlungen stark eingeschränkt sind [1].

2 Prinzipien der Wurzelkanalbehandlung

Wenn eine Pulpa irreversibel erkrankt ist, sollte diese komplett (Ausnahme: nicht abgeschlossenes Wurzelwachstum) im Sinne einer Vitalexstirpation entfernt und nachfolgend eine WK durchgeführt werden. Ziel dieses Vorgehens ist es, zu verhindern, daß sich die Erkrankung der Pulpa in das periradikuläre Gewebe ausbreitet; die Behandlung zielt somit in erster Linie auf die Erhaltung gesunder periradikulärer Strukturen.

Haben sich bereits klinische und/oder röntgenologische Hinweise auf eine Ausbreitung der Erkrankung in das periradikuläre Gewebe ergeben, wird die Behandlung auch auf die Wiedergesundung dieser Gewebe ausgerichtet.

Vor der Trepanation mit nachfolgender WK eines Zahnes sollte ein diagnostisches Röntgenbild vorliegen, welches den zu behandelnden Zahn mitsamt seiner Wurzeln und des umliegenden periradikulären Gewebes darstellt, um Informationen über die Anzahl und Morphologie der Zahnwurzeln zu erhalten.

Eine WB stellt stets eine zahnerhaltende Maßnahme dar, über die der Patient unter Einbeziehung wissenschaftlich abgesicherter Erfolgsquoten und Berücksichtigung des individuellen Schwierigkeitsgrades vorher aufgeklärt werden soll.

Wenn eine WK indiziert ist, muß nach heutigem Stand der Wissenschaft abschließend immer eine Wurzelkanalfüllung (WF) erfolgen [4].

3 Ziele der Wurzelkanalaufbereitung

Folgende Ziele sind mit einer WK verbunden [1]:

- Entfernung des vitalen oder nekrotischen Pulpagewebes;
- weitestgehende Eliminierung der Mikroorganismen, wobei bei Zähnen mit einer infizierten Pulpanekrose das Wurzelkanalwanddentin als infiziert angesehen werden muß;
- Beibehaltung des originären Wurzelkanalverlaufs, d. h. der aufbereitete Wurzelkanal sollte den ursprünglichen Kanal umschließen;
- der aufbereitete Wurzelkanal soll von apikal nach koronal konisch gestaltet sein, wobei die engste Stelle am apikalen Endpunkt des Wurzelkanals liegen sollte, ohne dabei durch einen übermäßigen Materialabtrag die Wurzel unnötig zu schwächen;
- die apikale Konstriktion des Wurzelkanals soll erhalten bleiben;
- die endgültige Aufbereitungslänge soll mit der vorher festgelegten Arbeitslänge (vgl. Stellungnahme der DGZMK 7/93 [5] und Qualitätsrichtlinien der ESE [1]) übereinstimmen. Eine Überinstrumentierung, also ein Durchstoßen und Erweitern der apikalen Konstriktion, sollte ebenso wie eine Unterinstrumentierung bei der WK in der Regel vermieden werden.

Zusammenfassend stellt die Elimination von pulpalen Gewebsresten und Mikroorganismen das vordringliche Ziel der WK dar. Dieses wird durch die chemo-mechanische Aufbereitung des Wurzelkanalsystems unter Einsatz geeigneter Spüllösungen verfolgt und kann ggf. durch die gezielte intrakanaläre Anwendung antimikrobiell wirkender Medikamente unterstützt werden.

4 Isolierung des zu behandelnden Zahnes

Grundsätzlich soll der zu behandelnde Zahn vor der WK mittels Kofferdam isoliert werden [1], um:

- Speichelzutritt sowie eine zusätzliche bakterielle Kontamination des endodontischen Systems aus der Mundhöhle zu verhindern;
- ein Verschlucken oder eine Aspiration von Wurzelkanalinstrumenten zu vermeiden;
- die Mundhöhle vor ausschließlich intrakanalär anzuwendenden Spüllösungen etc. zu schützen.

Muß in Ausnahmefällen (z. B. wegen schweren obstruktiven Atemwegserkrankungen, geistigen und/oder körperlichen Behinderungen) auf die Anwendung von Kofferdam verzichtet werden, ist die Indikation zur WB neu zu prüfen und müssen ggf. geeignete andere, allerdings weniger effektive, Isolations- und Sicherheitsmaßnahmen eingesetzt werden (z. B. Tamponaden, Sicherung der WK-Instrumente).

5 Manuelle Wurzelkanalaufbereitung (Tab. 1)

Die manuelle WK gewährleistet nach wie vor unter den Aspekten Formgebung und Reinigung des Wurzelkanals, Glättung seiner Wände sowie Arbeitssicherheit (Vermeidung von Instrumentenfrakturen) im allgemeinen die günstigsten Aufbereitungsergebnisse. Diese hängen jedoch in einem wesentlich größeren Maße von der Routine und der Vertrautheit des Zahnarztes mit dem jeweils verwendeten Aufbereitungssystem ab, weniger von den eingesetzten WK-Instrumenten, Aufbereitungstechniken oder der Wahl zwischen manueller und maschineller WK.

Grundsätzlich ist bei den Instrumenten zur manuellen WK zwischen verschiedenen Instrumententypen aus unterschiedlichen Legierungen zu unterscheiden (Tab. 1). Im allgemeinen werden während einer WK mehrere Instrumententypen benötigt, um möglichst alle aufgeführten Ziele einer WK zu erfüllen. Dies gilt insbesondere für die Aufbereitung stärker gekrümmter Wurzelkanäle. WK-Instrumente mit verkürztem Arbeitsteil (Tab. 1) sind

vor allem hinsichtlich ihrer Effizienz wie auch ihrer Arbeitssicherheit den WK-Instrumenten mit ISO-genormtem Arbeitsteil unterlegen.

Zur Vermeidung von Aufbereitungsfehlern und Instrumentenfrakturen während der WK sollen die WK-Instrumente jeweils nur entsprechend der ihrer geometrischen Form zugrundeliegenden Arbeitsweise eingesetzt werden (Tab. 1). Darüber hinaus dürfen während der WK vorgeschädigte (z. B. aufgedrehte) Instrumente nicht weiter eingesetzt werden. Da mit zunehmendem Aufbereitungsdurchmesser die Gefahr der Entstehung von Aufbereitungsfehlern insbesondere bei gekrümmten Wurzelkanälen aufgrund der mit steigendem Instrumentendurchmesser abnehmenden Flexibilität der WK-Instrumente kontinuierlich zunimmt, sollte bei der Instrumentierung nach Erreichen der oben angeführten Ziele die WKA beendet werden.

Zur WK gekrümmter Wurzelkanäle bieten WK-Instrumente mit einer nichtschneidenden Spitze (Butt-Spitze) erhebliche Vorteile, da diese Spitzengeometrie die Gefahr des Auftretens von Aufbereitungsfehlern nachweislich minimiert. Abschließend soll nach Anwendung derartiger Instrumente der apikale Endpunkt der WK mit WK-Instrumenten mit herkömmlicher Spitzengeometrie (Reamer oder K-Feilen) nachgearbeitet werden, um eine definierte apikale Stufe zu präparieren, welche für einige WF-Techniken von Vorteil ist.

Im allgemeinen steigt mit zunehmender Kanalkrümmung und/oder abnehmendem Krümmungsradius gleichzeitig die Schwierigkeit, einen Wurzelkanal formgerecht und weitestgehend frei von Gewebsresten zu erweitern. Stärker gekrümmte Wurzelkanäle erfordern u. U. spezielle Aufbereitungstechniken (z. B. Crown-down- oder Step-back-Technik). Bei sehr stark gekrümmten Wurzelkanälen kann es mitunter nicht möglich sein, diese unter Beachtung der aufgeführten Ziele vollständig zu instrumentieren. Hierüber soll der Patient frühzeitig aufgeklärt werden. Im Falle eines Mißerfolgs sind ggf. chirurgische Korrekturen indiziert.

WK-Instrumente bestehen entweder aus säurebeständigen Chrom-Nickel-Edelstählen, einer Titan-Aluminium-Legierung (95 m% Ti, 5 m% Al) oder aus Nickel-Titan-Legierungen. Letztere bestehen zu etwa 55 m% aus Nickel und 45 m% aus Titan (sog. 55-Nitinol) bzw. zu 60 m% aus Nickel und 40 m% aus Titan (60-Nitinol). Der Elastizitätsmodul dieser Legierungen beträgt lediglich ein Fünftel des entsprechenden Wertes für Chrom-Nickel-Stahl. Darüber hinaus besitzen Nickel-Titan-Legierungen ein pseudoelastisches Verhalten, d. h. sie zeigen nach Belastung, die bei Edelstählen bereits zur plastischen Deformation führt, eine rückstellbare Verformung von mehreren %_{lin} durch Kristallgitterumwandlung. Aufgrund dieser Eigenschaft können WK-Instrumente aus Nickel-Titan im Gegensatz zu solchen aus Edelstahl oder Titan-Aluminium zur maschinellen WK mit vollrotierend angetriebenen Aufbereitungshilfen eingesetzt werden.

6 Maschinell unterstützte Wurzelkanalaufbereitung (Tab. 2)

Hinsichtlich der Formgebung, der Reinigungswirkung sowie der Arbeitssicherheit sind maschinelle Aufbereitungshilfen auf der Grundlage der winkel-begrenzten Rotation, Hubwinkelstücke sowie solche Systeme, bei denen WK-Instrumente in Schwingungen versetzt werden, der manuellen WK im allgemeinen unterlegen. Aufbereitungshilfen mit schall- und ultraschallangetriebenen WK-Instrumenten sind zur Formgebung des Wurzelkanals nicht geeignet. Demgegenüber kann die Effizienz der intrakanalären Spüllösung durch schnell schwingende Instrumente erheblich gesteigert werden, so daß die Anwendung derartiger Systeme mitunter zur Unterstützung der chemo-mechanischen WK empfohlen wird.

Bei Aufbereitungshilfen mit vollrotierend angetriebenen WK-Instrumenten dürfen ausschließlich hierzu konzipierte Instrumente (z. B. aus Nickel-Titan) eingesetzt werden. Dennoch weisen bei vollständiger Rotation solche Instrumente, auch bei sachgerechter und vorsichtiger Anwendung, ein im Vergleich zur manuellen WK größeres Frakturrisiko auf und sollten je nach mechanischer Belastung nach wenigen Einsätzen bis hin zur einmaligen Anwendung ausgesondert werden. Die klinische Anwendung derartiger WK-Systeme sollte nur nach einer adäquaten Übungsphase an extrahierten Zähnen erfolgen.

Der Einsatz dieser Instrumente sollte ohne Druckanwendung und unter strikter Einhaltung der vom jeweiligen Hersteller angegebenen Rotationsgeschwindigkeit erfolgen. Unter Beachtung der Anwendungshinweise kann insbesondere mit den vollrotierenden Nickel-Titan-Instrumenten auch bei stark gekrümmten Wurzelkanälen eine gute bis ausgezeichnete Formgebung erreicht werden.

Einige der zum vollrotierenden Einsatz angebotenen Nickel-Titan-Instrumente weisen eine im Vergleich zu den ISO-genormten Instrumenten (Konizität von 2 %) erheblich stärkere Konizität auf (bis zu 12 %). Der Einsatz der besonders stark konischen Instrumente kann bei inkorrekt Anwendung eine unnötige Schwächung der Wurzel zur Folge haben.

Zu den maschinellen Aufbereitungshilfen, die eine drehmoment-begrenzte Rotation von entweder Edelstahl- oder Nickel-Titan-Instrumenten generieren, liegen bislang nur wenige vergleichende Untersuchungen vor. Insofern können zum derzeitigen Zeitpunkt Empfehlungen zu diesen Aufbereitungssystemen noch nicht ausgesprochen werden.

7 Laser und andere Entwicklungen

Unterschiedliche Lasersysteme (z. B. Excimer-, Nd:YAG-, Ho:YAG- und Er:YAG-Laser) wurden bereits experimentell hinsichtlich ihrer Eignung zur WK untersucht [2].

Mit Excimer-Lasern ist eine Ablation von Pulpagewebe und Wurzelkanalwanddentin zwar grundsätzlich möglich, aber es ist nicht auszuschließen, daß bei Anwendung derartiger Laser Druckeffekte im Wurzelkanal zu einer Schädigung des periapikalen Gewebes führen. Darüber hinaus ist ein möglicher mutagener Effekt der UV-Strahlung zu berücksichtigen.

Bei der WK mit Nd:YAG-Lasern sind häufig deutliche Veränderungen an der Wurzelkanalwand in Form einer Karbonisierung der Dentinoberfläche zu beobachten. Ferner erscheint beim Einsatz dieses Lasertyps eine thermische Schädigung des periapikalen Gewebes möglich [2].

Demgegenüber ist die Gefahr einer thermischen Schädigung des desmodontalen Gewebes am Periapex bei der WK mit dem Er:YAG-Laser deutlich geringer ausgeprägt. Von allen zur WK eingesetzten Laser-Systemen scheint der Er:YAG-Laser das größte Potential zu besitzen.

Zusammenfassend ist die WK mittels Laser derzeit noch mit erheblichen technischen Problemen und einer teilweise unzureichenden Effektivität verbunden [2]. Insbesondere schränkt die Bruchgefahr der für eine WK erforderlichen flexiblen und dünnen Lichtleiter der Lasersysteme die Anwendbarkeit erheblich ein [2], da nach einer Fraktur diese Faserfragmente zumeist nicht mehr aus dem Wurzelkanal entfernt werden können. Insofern sind die verschiedenen Lasersysteme zur WK derzeit noch nicht als ausreichend klinisch erprobt einzustufen; die zusätzliche mechanische WK ist unabdingbar [2]. Indikationen können sich zur Keimreduktion im Wurzelkanal ergeben. Gleiches gilt sinngemäß auch für die sog. *hydrodynamische WK* sowie die Anwendung eines *Elektrochirurgiesystems* (Endox), für die beide ausreichende klinische Ergebnisse noch nicht vorliegen.

Tabelle 1: Einteilung der WK-Instrumente zur manuellen WK

Instrumenten- typen	Legierungen	Beschreibung
Reamer	Edelstahl Nickel-Titan Titan- Aluminium	aus einem dreieckigen oder quadratischen Rohling durch Verdrillung oder Fräsung hergestellte Instrumente, die aufgrund ihres Schneidekantenwinkels von $< 45^\circ$ eine teilweise drehende Arbeitsweise im Wurzelkanal erlauben
K-Feile	Edelstahl Nickel-Titan Titan- Aluminium	aus einem dreieckigen oder quadratischen Rohling durch Verdrillung oder Fräsung hergestellte Instrumente, die aufgrund ihres Schneidekantenwinkels von $< 45^\circ$ eine teilweise drehende Arbeitsweise im Wurzelkanal erlauben ; im Vergleich zum Reamer sind die Anzahl der Wendungen pro Längeneinheit und damit auch der Schneidekantenwinkel größer
Hedströmfeilen	Edelstahl Nickel-Titan Titan- Aluminium	aus einem runden Rohling durch Fräsung hergestellte Instrumente mit einer umlaufenden Schneidekante, die aufgrund ihres Schneidekantenwinkels von $> 45^\circ$ eine lineare Arbeitsweise im Wurzelkanal erfordern
S- und U-Feilen	Edelstahl Nickel-Titan	aus einem runden Rohling durch Fräsung hergestellte Instrumente mit zwei umlaufenden Schneidekanten, die aufgrund ihres Schneidekantenwinkels von $> 45^\circ$ eine lineare Arbeitsweise im Wurzelkanal erfordern
Instrumente mit verkürztem Arbeitsteil	Edelstahl Nickel-Titan	zumeist durch Fräsung hergestellte Instrumente, deren Arbeitsteile statt der durch die ISO-Norm 3630-1 festgeschriebenen Länge von 16 mm nur etwa 2 - 5 mm lang sind; aufgrund ihres Schneidekantenwinkels erlauben sie meist eine drehende Arbeitsweise im Wurzelkanal

Tabelle 2: Einteilung der maschinellen Aufbereitungshilfen differenziert nach der Antriebsart sowie beispielhaft jeweils einige Systeme

Antriebsart	Arbeitsweise	System und Hersteller
Rotation	winkel-begrenzte Rotation	Giromatic (Micro Méga, Oberursel)
	vollständige Rotation	GT Rotary Files (Dentsply, Konstanz) Hero 642 (Micro Méga, Oberursel) Lightspeed (LS, USA) ProFile (Dentsply, Konstanz)
	drehmoment-begrenzte Rotation	ENDOflash-System (KaVo, Biberach) Endostepper (SET, Emmering) Tri Auto ZX (Morita, Frankfurt)
Hubbewegung	feilende	Endo Kopf 3 LDSY (KaVo, Biberach) Canal-Leader (SET, Emmering)

Schwingung	Schwingung im Schallbereich (1.500 - 6.500 Hz)	Excalibur (W &H, A-Bürmoos) Mecasonic (Micro Méga, Oberursel) Sonic Air (Micro Méga, Oberursel)
	Schwingungen im Ultraschallbereich (25 - 40 kHz)	Cavi-Endo (Dentsply, Konstanz) Enac (Osada, Japan) Piezon Master (EMS, Schweiz)

*E. Schäfer, Münster, R. Hickel, München, W. Geurtsen, Hannover
D. Heidemann, Frankfurt, C. Löst, Tübingen, A. Petschelt, Erlangen, W. Raab, Düsseldorf*

DZZ 55 (00)

Stellungnahme der DGZMK/DGZ V 1.0, Stand 4/00. Gemeinsame Stellungnahme der DGZMK und der DGZ.

Literatur:

1. *Europäische Gesellschaft für Endodontologie: Qualitätsrichtlinien endodontischer Behandlungen.* Endodontie 3, 263 (1994).
2. *Stellungnahme der DGZMK und AfG: Laseranwendung in der Zahnmedizin.* Dtsch Zahnärztl Z 49, 431 (1994).
3. *Stellungnahme der DGZMK und der DGZ: Revision einer Wurzelkanalbehandlung.* Dtsch Zahnärztl Z 49, 192 (1994).
4. *Stellungnahme der DGZMK und der DGZ: Wurzelkanalfüllpasten und -füllstifte.* Dtsch Zahnärztl Z, im Druck ***.
5. *Stellungnahme der DGZMK: Längenmessung des Wurzelkanals.* Dtsch Zahnärztl Z 48, 746 (1993).