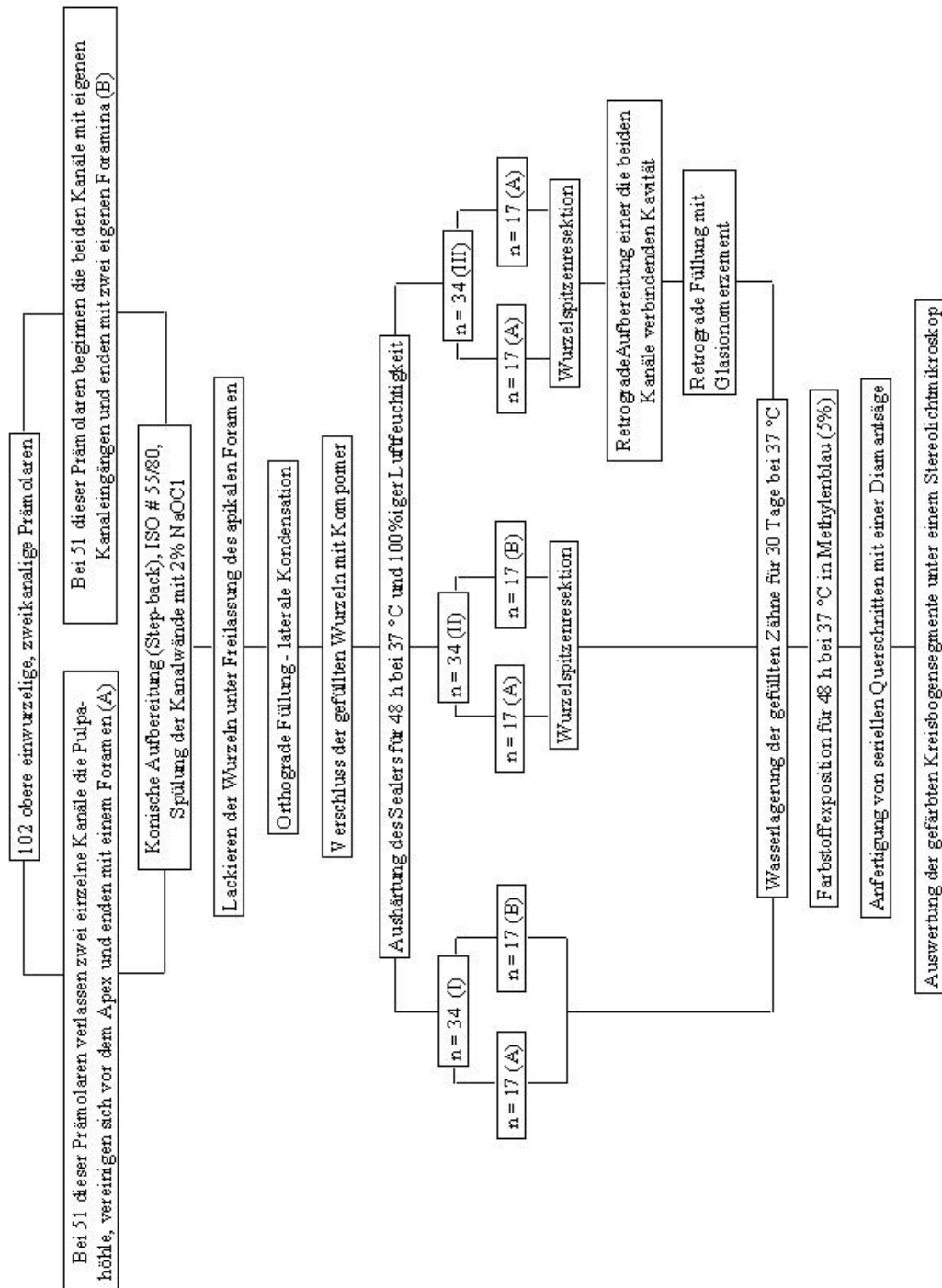


### 3. Material und Methode

Das folgende Diagramm (Tab. 3) bietet eine Übersicht über die Durchführung der Versuche.



Tab. 3 Flussdiagramm der Untersuchung

### 3.1. Vorbereitende Maßnahmen

#### 3.1.1. Auswahl der Zähne

102 obere, einwurzelige, zweikanalige Prämolaren wurden aus einem Pool von unselektierten, extrahierten Zähnen aus Berliner Zahnarztpraxen ausgewählt und von diesen in einer 20%igen Ethanollösung angeliefert. Bis zum Abschluss der Versuche verblieben sie in 0,9%iger thymolgesättigter Kochsalzlösung.

Die Zähne ließen sich der Anatomie nach in zwei Gruppen teilen. Gruppe A (n=51) bestand aus Prämolaren des Typs II, deren beide Kanäle getrennt die Pulpahöhle verlassen, sich vor dem Apex vereinigen und aus einem Foramen austreten (Abb. 3). Gruppe B (n=51) bestand aus Prämolaren des Typs IV, deren beide Kanäle mit eigenen Kanaleingängen beginnen und am Apex mit zwei eigenen Foramina enden (Abb. 2).

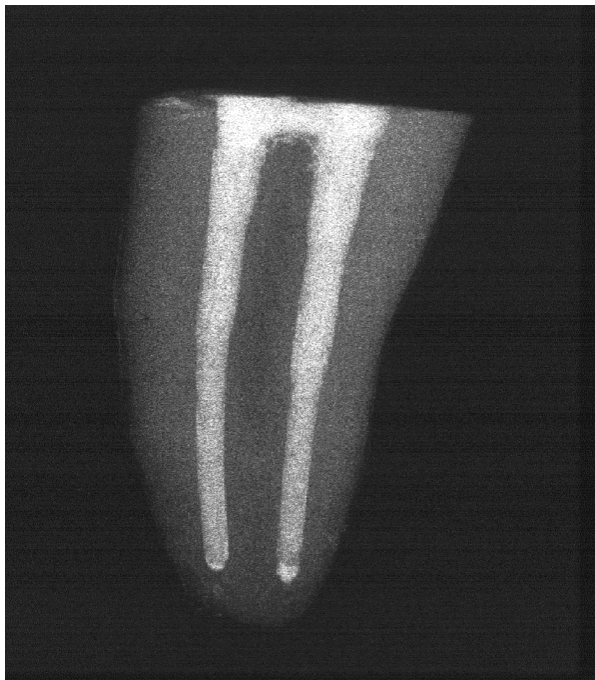


Abb. 2

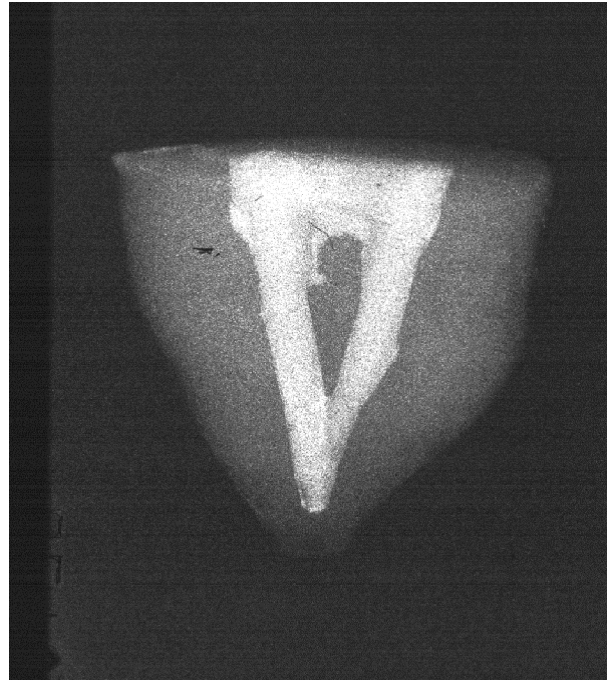


Abb. 3

Bei dem in Abb. 2 abgebildeten Röntgenbild eines wurzelgefüllten Zahnes von Typ IV beginnen die beiden Wurzelkanäle mit eigenen Kanaleingängen und enden am Apex mit zwei eigenen Foramina

Bei dem in Abb. 3 abgebildeten Röntgenbild eines wurzelgefüllten Zahnes von Typ II verlassen die beiden Kanäle die Pulpahöhle getrennt und vereinigen sich vor dem Apex, um anschließend aus einem Foramen auszutreten

### 3.1.2. Vorbereitung der Zähne

Die Zähne wurden mit einem Ultraschallscaler ( $\Delta 1$ ) von Konkrementen und Resten desmodontaler Fasern befreit. Die klinische Krone wurde anschließend mit einer diamantierten Trennscheibe ( $\Delta 2$ ) entfernt. Es folgte eine Numerierung der Zähne von 1 bis 102 mit einer Diamantkugel ( $\Delta 7$ ). Die Zähne wurden mit einem Kerr-Räumer ( $\Delta 5$ ) der ISO-Größe 8 unter Vermeidung der üblichen Arbeitsbewegung auf ihre Kanalkonfiguration hin überprüft. Daraus ergab sich die Einteilung in die oben genannten Gruppen. Anschließend wurde die Kanalpulpa mit einer Extirpationsnadel ( $\Delta 3$ ) der ISO-Größe 0 (xxxxf) entfernt.

### 3.1.3. Aufbereitung der Kanäle

Alle Kanäleingänge wurden mit einem Gates-Glidden-Bohrer ( $\Delta 4$ ) 1 bis 4 in absteigender Reihenfolge erweitert. Die Kanallänge wurde gemessen, indem ein Reamer ( $\Delta 5$ ) der ISO-Größe 15 so weit in den Kanal eingeführt wurde, bis seine Spitze am *foramen apikale* zu sehen war. Von dieser Länge wurde 1 mm abgezogen und die so ermittelte Länge als Arbeitslänge festgelegt. Die Zähne wurden im Folgenden apikal bis zur ISO-Größe 55 aufbereitet. Es wurden abwechselnd Kerr-Räumer (Typ Kerr-file) und Hedströmfeilen ( $\Delta 6$ ) benutzt, wobei darauf geachtet wurde, dass nach jedem Kerr-Räumer die nächst kleinere Hedströmfeile verwendet wurde. Nach jedem Instrumentenwechsel erfolgte eine Spülung mit ca. 1 ml 2%iger Natriumhypochloritlösung. Abschließend wurden die Kanäle bis auf ISO-Größe 80 mittels Step-back-Technik konisch erweitert. Hierzu wurde die Arbeitslänge der Kerr-Räumer jeweils um 1 mm verkürzt. Nach jeder Größe wurden die Kanalwände mit einer Hedströmfeile ISO 50 auf Arbeitslänge nachgefeilt.

Es erfolgte das Einpassen eines Guttaperchastiftes ( $\Delta 8$ ) der ISO-Größe 50 oder 55 auf Klemmpassung. Mit diesem wurde eine Röntgenmasterpointaufnahme angefertigt. Es wurden jeweils 3 Zähne gleichzeitig auf einem Bild geröntgt. Diese Aufnahmen wurden wie alle folgenden mit einer Belichtungszeit von 0,08 Sekunden und einer Spannung von 70 kV angefertigt ( $\Delta 9$ ).

### 3.1.4. Vorbereitende Maßnahmen zum Abfüllen

Die Wurzeloberflächen aller Zähne wurden bis auf die letzten 3 mm zum *foramen apikale* mit drei Schichten eines schnelltrocknenden Nagellacks auf Azetonbasis bedeckt. Um eine

Kontamination bei der Lackierung zu vermeiden, wurden die noch nicht abgefüllten Zähne auf Zahnhölzchen gespießt, die auf Silikon befestigt waren.

### **3.1.5. Abfüllen der Kanäle**

Nach abschließender Spülung (Natriumhypochlorit) wurden die Wurzelkanäle mit genormten Papierspitzen ( $\Delta 10$ ) getrocknet. Als Wurzelfüllpaste wurde der Epoxidharzsealer AH Plus ( $\Delta 11$ ) verwendet. Als Hauptstifte bzw. akzessorische Stifte kamen normierte Guttaperchaspitzen ( $\Delta 8$ ) zum Einsatz. Für das Abfüllen der Kanäle wurde zunächst das untere Drittel der Hauptstifte mit Sealer benetzt und die Stifte bis auf Arbeitslänge in den Kanal eingeführt. Des Weiteren wurde eine laterale Kondensation mit Fingerspreadern ( $\Delta 12$ ) der Größen 20-35 und mit normierten Guttaperchaspitzen der ISO-Größen 15-30 vorgenommen. Bei der lateralen Kondensation wurde der größtmögliche Spreader bis kurz vor den Hauptstift eingebracht und dort für ca. 20 bis 30 Sekunden belassen. Nach dem Entfernen des Spreaders wurde in den entstandenen Hohlraum ein Guttaperchastift der nächstniedrigeren ISO Größe plaziert. Dieser Kondensationsvorgang wurde wiederholt, bis sich keine akzessorischen Stifte mehr einführen ließen. Ebenso wie der Hauptstift wurden die akzessorischen Stifte im unteren Drittel mit Sealer bestrichen.

Die überstehenden Wurzelstifte wurden mit einem heißen Exkavator ( $\Delta 13$ ) auf Höhe des Kanaleinganges abgetrennt und die gefüllten Zähne daraufhin provisorisch mit Cavit ( $\Delta 14$ ) verschlossen. Bei allen Zähnen wurde eine Röntgen-Kontrollaufnahme durchgeführt.

### **3.1.6. Verschluss der gefüllten Wurzeln**

Nach erfolgter Röntgen-Kontrollaufnahme wurde das Cavit entfernt und die Zähne endgültig mit einem Kompomer ( $\Delta 15$ ) verschlossen. Abschließend erfolgte die Lackierung der bisher unbedeckten, koronalen Anteile.

### **3.1.7. Aushärtung des Sealers**

Die gefüllten Wurzeln wurden für 48 Stunden bei 37 °C und 100% Luftfeuchtigkeit gelagert, um ein vollständiges Aushärten des Sealers zu gewährleisten.

### **3.2. Weiterbehandlung der Zähne**

Das Ziel dieser Studie war es, festzustellen, ob bei oberen, einwurzeligen, zweikanaligen Prämolaren eine konservative Revision sinnvoll ist, oder ob bei vorliegender dichter Wurzelfüllung eine Wurzelspitzenresektion mit oder ohne retrograden Verschluss vorzuziehen ist.

Hierzu wurden die Gruppen A und B nach dem Zufallsprinzip in drei gleich große Untergruppen geteilt, die jeweils die Zusatzbezeichnung I, II, III zugewiesen bekamen. Die Anzahl der in den so entstandenen Untergruppen IA, IB, IIA, IIB, IIIA und IIIB befindlichen Zähne betrug somit jeweils 17.

#### **3.2.1. Weiterbehandlung der Gruppe I**

Bei den Zähnen der Gruppen IA und IB wurde keine weitere Behandlung unternommen. Sie dienten als Kontrollgruppen.

#### **3.2.2. Weiterbehandlung der Gruppe II**

Bei den Zähnen der Gruppen IIA und IIB wurde eine Wurzelspitzenresektion in einem 90°-Winkel zur Zahnachse vorgenommen. Dafür wurden mit einem hochoberigen, walzenförmigen Hartmetallbohrer ( $\Delta 16$ ) 3 mm der Wurzelspitze abgetrennt. Anschließend erfolgte eine Glättung der Schnittoberfläche mit Hilfe eines Hartmetall-Finierinstruments ( $\Delta 17$ ).

#### **3.2.3. Weiterbehandlung der Gruppe III**

Die Zähne der Gruppen IIIA und IIIB wurden zunächst der gleichen Behandlung unterzogen wie die Zähne der Gruppen IIA und IIB. Nach der Resektion der Wurzelspitze wurde apikal eine beide Kanäle miteinander verbindende, ca. 3 mm tiefe Kavität präpariert. Die Präparation erfolgte mit dem SONICflex® retro ( $\Delta 18$ ) und der dazu gehörenden diamantierten Spitze Nr. 20 unter Wasserkühlung. Die entstandenen Kavitäten wurden getrocknet und mit Ketac-Fil® ( $\Delta 19$ ) verschlossen. Dieser wurde mit Hilfe eines Stopfers ( $\Delta 20$ ) leicht überschüssig eingebracht und nach dem Legen mit einem Lack ( $\Delta 21$ ) 7 Minuten bis zum Ende des

Abbindevorganges des Glasionomerzements geschützt. Abschließend wurde die retrograde Füllung mit dem Hartmetallfinierinstrument geglättet.

### **3.3. Lagerung in Wasser und einer Farbstofflösung**

Die gefüllten Wurzeln wurden in einer thymolhaltigen (0,1%) Natriumchlorid-Lösung (0,9%) für 30 Tage bei 37 °C gelagert. Dadurch wurde ein vollständiges Aushärten des Sealers gewährleistet. Anschließend erfolgte eine Farbstoffexposition für 48 Stunden bei 37 °C in 5%iger Methylenblaulösung.

### **3.4. Vorbereitende Maßnahmen zur Herstellung serieller Querschnitte.**

Die Zahnwurzeln wurden für 30 Minuten unter fließendem Leitungswasser gespült und anschließend getrocknet. Um eine eventuelle chemische Reaktion zwischen dem Nagellack und der Einbettmasse zu vermeiden, wurde der die Wurzeln bedeckende Nagellack mit einem Skalpell ( $\Delta 22$ ) vollständig entfernt.

Alle Zahnwurzeln wurden in Akemi®, einem Transparent-Kunstharz auf Polyesterbasis und Styrol ( $\Delta 23$ ) eingebettet.

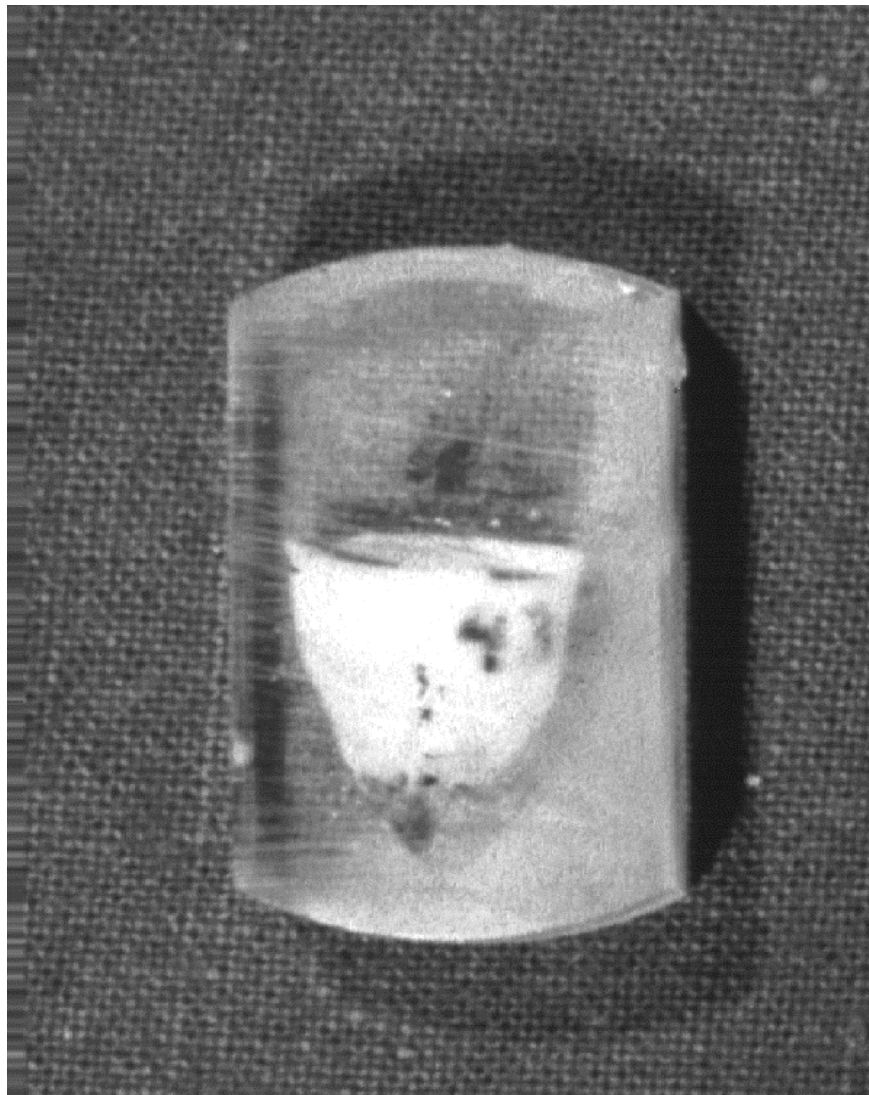
In runden Gummiformen wurden Kunsthartzböden vorgegossen. Diese wurden mit einem Filzschreiber mit den Zahnnummern versehen. Die Zähne wurden so in der Form positioniert, dass sich zwischen dem apikalen Anteil der Zähne und der Gumm wand ein Abstand befand (Abb. 4). Um die Wurzelspitze zu erreichen, musste der überschüssige Kunstharz entfernt werden, damit beim Schneiden im Zahn Schneidefläche und Sägeblatt parallel zueinander lagen. Nach der Positionierung der Zähne wurden die Formen mit Akemi® aufgegossen. Abschließend wurden die ausgehärteten Einbettblöcke rechteckig mit einer Nassschleif- und Poliermaschine ( $\Delta 24$ ) getrimmt.

### **3.5. Herstellung serieller Querschnitte**

Alle Querschnitte wurden mit einer Niedertour-Diamantsäge ( $\Delta 25$ ) vorgenommen. Die Dicke des Sägeblatts betrug 360  $\mu\text{m}$  ( $\Delta 26$ ). Die Zahnwurzeln der Kontrollgruppe wurden so eingespannt, dass sich die Schnittfläche im rechten Winkel zur Zahnachse befand. Die Resektionsfläche der Zähne der Gruppen II und III wurde parallel zum Sägeschnittblatt

ausgerichtet. Die Zähne wurden von apikal nach koronal in einem Abstand von 700  $\mu\text{m}$  gesägt, wobei die einzelnen Querschnitte jedes Zahnes mit fortlaufenden Nummern versehen wurden. Für die Anzahl der Querschnitte wurde folgender Modus festgelegt: Grundsätzlich wurde bei allen Zähnen so weit gesägt, bis keine Verfärbung mehr sichtbar war. Bei Gruppe I wurden unabhängig von der Penetrationstiefe mindestens 5 Querschnitte angefertigt, so dass die Schnitttiefe in jedem Fall die unlackierte Zahnoberfläche überschritt. Ebenfalls unabhängig von der Tiefe der Penetration wurde die Mindestschnitttiefe der Zähne der Gruppe III auf das Erreichen der Guttapercha beider Kanäle festgelegt.

Die Dicke jedes Querschnittes wurde gemessen und tabellarisch registriert. Sie betrug im Durchschnitt 371  $\mu\text{m}$  bei einer Standardabweichung von 74  $\mu\text{m}$ . Daraus ergab sich ein Sägeblattverlust von durchschnittlich 329  $\mu\text{m}$ .



**Abb. 4** Im Kunstharz Akemi® eingebettete Zahnwurzel vor Anfertigung serieller Querschnitte

### **3.6. Auswertung der seriellen Querschnitte**

#### **3.6.1. Vorbereitende Maßnahmen**

Es folgte die Fixation der Querschnitte, indem sie in Xylol ( $\Delta 27$ ) eingetaucht, mit dem Schnelleinschlussmittel Eukitt ( $\Delta 28$ ) auf einen Objektträger aufgebracht, und mit einem Deckglas bedeckt wurden.

#### **3.6.2. Auswertung**

Die Auswertung der Penetrationstiefe erfolgte mit Hilfe eines Stereolichtmikroskops mit Auflichtaufsatz ( $\Delta 29$ ) bei 32-facher Vergrößerung. Jeder Querschnitt wurde sowohl auf der apikalen als auch der koronalen Schnittfläche auf seine Farbpenetration entlang der Wurzelfüllung untersucht. Es wurde notiert, ob diese sich bis an den Anfang oder an das Ende eines Querschnitts erstreckte. Darüber hinaus wurde die Herkunft der Verfärbung registriert. Bei den Zähnen der Gruppen IB, IIB und IIIB wurden die maximalen Penetrationstiefen für beide Kanäle getrennt ermittelt. Wenn sich die maximale Penetrationstiefe interkanalikulär befand, wurde dies gesondert notiert.

Da sowohl Schichtdicke als auch Materialverlust durch die Säge bekannt waren, konnte für jeden Zahn die Farbpenetrationstiefe der Wurzelfüllung errechnet werden.

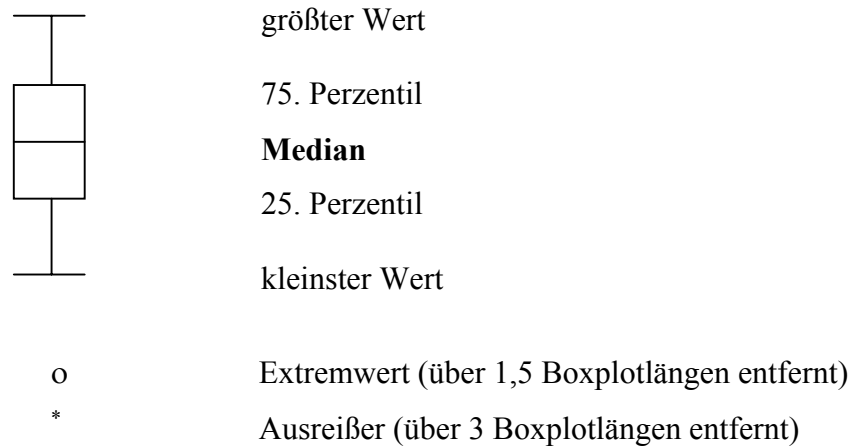
#### **3.6.3. Statistische Auswertung**

Für die statistische Auswertung wurden für jeden Zahn ausschließlich die Werte der maximalen Penetrationstiefe herangezogen. Diese Daten wurden in ein Kalkulationsprogramm eingegeben (Microsoft Excel 97) und statistisch ausgewertet (Programm SPSS 10.0). Zunächst wurden die Mittelwerte und die Standardabweichung ermittelt. Der Mittelwert gibt einen allgemeinen Durchschnitt der Stichprobenwerte an und die Standardabweichung, die ein Maß für die Beurteilung der Streuung der Messwerte ist, wird aus den Differenzen der einzelnen Werte zum Mittelwert errechnet. Des Weiteren wurde der Mann-Whitney-Test durchgeführt, der der Ermittlung der Unterschiede zwischen einzelnen Untersuchungsgruppen diente. Als Signifikanzniveau wurde  $p \leq 0,05$  gewählt.

Boxplots wurden zur graphischen Darstellung der Versuchsergebnisse herangezogen. Die Ausdehnung der Box gibt eine Auskunft über den Abstand zwischen dem 25%- und dem



75%-Quartil. Darin befinden sich 50% der Messwerte. Dies bedeutet, dass sich bei größerer Streuung der Messwerte auch der Quartilabstand vergrößert. Des Weiteren werden Maximal- und Minimalwerte dargestellt, sowie Extremwerte bzw. Ausreißer.



Während der Median als mittlerer Repräsentant einer Stichprobe ausgewählt wird, gibt der Mittelwert den allgemeinen Durchschnitt einer Stichprobe an. Während sich eine symmetrische Verteilung durch eine Übereinstimmung von Mittelwert und Median auszeichnet, weist ein Unterschied zwischen beiden auf eine schiefe Verteilung hin.