Universität Zürich
Zentrum für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde
Vorsteher: Prof. Dr. med. dent. C. Hämmerle

Klinik für Zahn-, Mund-, und Kieferkrankheiten und Kieferchirurgie
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. K. W. Grätz

Arbeit unter Leitung von Dr. med. Dr. med. dent. M. Locher

Kräftemessungen bei Zahnextraktionen mit dem Benex®-Extraktor

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität Zürich

vorgelegt von
Ivan Schmid
von Vals GR

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. Dr. med. dent. K. W. Grätz
Zürich 2010

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 Zusammenfassung 4

2 Einleitung 5

3 Material und Methode 9

3.1 Extraktionsverfahren und Messung 10

3.2 Prüfung des Benex-Extraktors mit der Zugmaschine Zwick/Roell Z010 15

3.2 Berechnung der Wurzeloberfläche der Zähne 21

3.3 Patienten 26

3.4 Datenauswertung 26

3.5 Extraktionsvorgänge 26

4 Resultate 27

4.1 Allgemeine Daten 27

4.1.1 Anzahl extrahierter Zähne 27

4.1.2 Altersverteilung 28

4.1.3 Zugkräfte 29

4.1.4 Wurzeloberfläche 30

4.1.5 Extraktionsdauer 31

4.2 Einteilung der Zähne in verschiedene Zahntypen 32

4.2.1 Häufigkeit 32

4.2.2 Zugkräfte 33

4.2.3 Wurzeloberfläche 36

4.3 Einteilung der Zähne nach Diagnosen 38

4.3.1 Häufigkeit 38

4.3.2 Zugkräfte 39

4.3.3 Wurzeloberfläche 42

4.4 Vergleich zwischen Zähnen nicht in Funktion mit Zähnen in Funktion 44

4.4.1 Häufigkeit 44

4.4.2 Zugkräfte 45

4.4.3 Wurzeloberfläche 47

4.5 Vergleich zwischen Frauen und Männern 49

4.5.1 Häufigkeit 49

4.5.2 Zugkräfte 49

4.5.3 Wurzeloberfläche 51

4.6 Vergleich der Oberkieferzähne mit den Unterkieferzähnen 53
4.6.1 Häufigkeit 53
4.6.2 Zugkräfte 54
4.6.3 Wurzeloberfläche 56
4.7 Zusammenhang zwischen Wurzeloberfläche und Zugkraft 58
4.8 Einfluss verschiedener Faktoren auf die Zugkraft 60
4.9 Analyse des Zahnes mit der maximal gemessenen Zugkraft 61
5 Diskussion 62
6 Literatur 68
7 Verdankungen 70
8 Curriculum vitae 71
9 Anhang 72
Patientenfälle Nr.1-60 72
Excel-Tabelle: Zusammenfassung aller Daten 132
Abbildungen mit Diagrammen der Zugmaschine 134

1 Zusammenfassung

Hintergrund. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die zur Extraktion von Zähnen erforderlichen vertikalen Kräfte zu messen, da bisher in der Literatur keine entsprechenden Angaben zu finden sind.

Methoden. Im Zeitraum zwischen Dezember 2008 und Oktober 2009 wurden in der Poliklinik für Orale Chirurgie des Zentrums für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde der Universität Zürich bei insgesamt 60 zu extrahierenden Zähnen oder Wurzeln Kraftmessungen durchgeführt. Hierzu wurde der Benex®-Extraktor (Firma Helmut Zepf Medizintechnik GmbH, 78606 Seitingen-Oberflacht, D) verwendet, der an einen Sensor (Firma Burster Präzisionsmesstechnik GmbH & co Kg, Talstrasse 1-5, 76593 Gernsbach, D) angeschlossen wurde. Die Werte wurden in einer Excel Tabelle erfasst und der Verlauf der Messungen wurde graphisch in einem Diagramm dargestellt. Es wurden verschiedene Zahntypen extrahiert und die Werte wurden mit dem SPSS Statistik-Programm Version 17 analysiert.

Resultate. Insgesamt wurden 60 Zähne, davon 42 Zähne bei Männern und 18 Zähne bei Frauen, mit dem Benex®-Extraktor entfernt. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 41.6 Jahre. Die Durchschnittskraft aller gemessenen Zahnextraktionen lag bei 218.8 Newton. Die höchste erzielte Kraft bei einer Zahnextraktion betrug 531.8 Newton. Statistisch signifikant war lediglich, dass Zähne mit einer Parodontitis eine geringere Zugkraft benötigten (p-Wert 0.034) als Zähne die parodontal gesund waren, Zähne die in Funktion waren, eine höhere Kraft als Zähne, die nicht in Funktion waren benötigten (p-Wert 0.015) und Zähne mit einer größeren Wurzeloberfläche einen stärkeren Halt aufwiesen als solche mit einer kleineren Wurzeloberfläche (p-Wert 0.031). Keine statistische Signifikanz konnte zwischen Männern und Frauen sowie zwischen Zähnen im Ober- und im Unterkiefer festgestellt werden.

Interpretation. Die Haltekraft der Zähne ist von der Diagnose (Parodontitis ja oder nein), von der Grösse der mit Parodontalfasern bedeckten Wurzeloberfläche und vom Funktionszustand der Zähne abhängig. Faktoren wie Anzahl der Wurzeln, Divergenz der Wurzeln und Wurzelkrümmungen haben ebenfalls einen Einfluss, konnten aber in der vorliegenden Studie nicht geprüft werden.

Parodontal gesunde Zähne sind so stark verankert, dass ein Zahn manuell durch vertikalen Zug nicht entfernt werden kann.

Es gibt eine Vielzahl von Instrumenten, um Zähne zu extrahieren. Die am meisten angewendeten Instrumente sind Extraktionszangen (Abbildung 2 rechts). Mit den Extraktionszangen können horizontale, vertikale, rotierende und kombinierte Bewegungen durchgeführt werden. Die Art der Bewegungen ist von dem jeweils zu entfernenden Zahn abhängig. Primär werden Kräfte in bucco-oraler Richtung erzeugt, welche die Parodontal-Fasern dehnen und zerreissen. Dabei werden auch die Alveolenwände gedehnt und stellenweise frakturiert (2). Es kommt zu einer Einblutung in den erweiterten Parodontalspalt. Der Zahn ist nun stark gelockert und kann mit einer vertikal wirkenden Kraft entfernt werden. Beim Twist-EX® System wird ein sogenannter „Twister" (Abbildung 2 links) in den Desmodontalspalt eingeführt. Anschliessend erfolgen während 25 Sekunden leichte Drehbewegungen. Nach einer Wartezeit von 8-10 Minuten kann mit einer geringen vertikalen Kraft der Zahn mit einer Zange entfernt werden.

Abbildung 2: : Darstellung des „Twister-Instrumentes" und einer Extraktionszange

Das ZALEX®-System besteht aus 2 Zangen, einer Haltezange und einer Hebezange. Mit der Haltezange wird der Zahn durch geringe luxierende oder rotierende Kräfte horizontal ausgelenkt. Mit der Hebezange, welche an der Haltezange ansetzt, kann nun der Zahn mit einer vertikal wirkenden Kraft entfernt werden (4) (Abbildung 3).

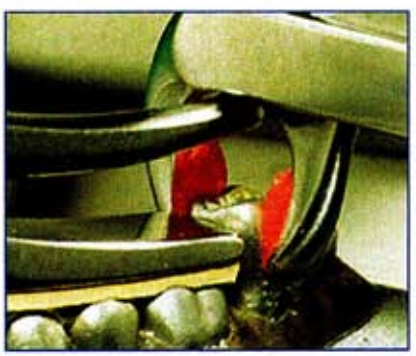

Abbildung 3: ZALEX-System

Rein axiale Kräfte werden beim BENEX®-System erzeugt. Dieses System wurde von Dr. Benno Syfrig, Luzern (www.benex-dent.com) entwickelt. Bei diesem System wird der Wurzelkanal maschinell aufbereitet und anschliessend eine Extraktionsschraube eingedreht. Ein Zugseil aus Stahl, welches über eine Rolle geführt wird, wird an die Extraktionsschraube angehängt. Über eine Segmentplatte wird die Kraft auf die Nachbahrzähne übertragen. Beim Drehen der Handschraube wird eine Zugkraft auf das Seil ausgeübt, wodurch der Zahn aus der Alveole gezogen wird. Mit dem Benex®-Extraktor können einwurzlige Zähne und teilweise auch zweiwurzlige Prämolaren sowie Wurzelreste entfernt werden. Bei den Molaren ist eine Separation der einzelnen Wurzeln erforderlich. Die Wurzeln werden dann einzeln extrahiert. Um die für eine Extraktion erforderliche Zugkraft zu messen, wurde das Benex®-System gewählt, da hierbei rein vertikale Kräfte ausgeübt werden, die durch Kopplung des Systems an einen Zugkraftmesser dargestellt werden konnten.

Die Messung der Zugkraft erfolgte mit dem „Burster®-Sensor“ (Firma Burster Präzisionsmesstechnik GmbH & co Kg, Talstrasse 1-5, 76593 Gernsbach, D), welcher an den Benex®-Extraktor gekoppelt wurde.

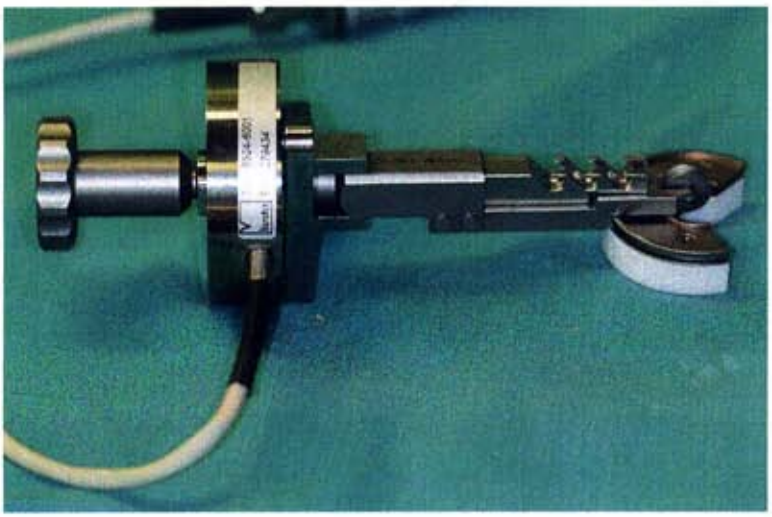

Abbildung 15: Burster®-Sensor

Der Burster®-Sensor wurde via USB-Kabel an einen Computer (Model 530 Hewlett Packard Notebook) angeschlossen. Anschliessend wurde auf dem Computer das installierte Software Programm (Burster Konfigurationssoftware für USB-Sensor-Interface Typ 9205) installiert. Bei Betätigung der „Start“ Taste wurde die Kraft in Newton in Relation zur Zeit (in 1/10 Sek.) in einer Linienform aufgezeichnet. Es erfolgten 20 Messungen pro Sekunde (Abbildung 16).

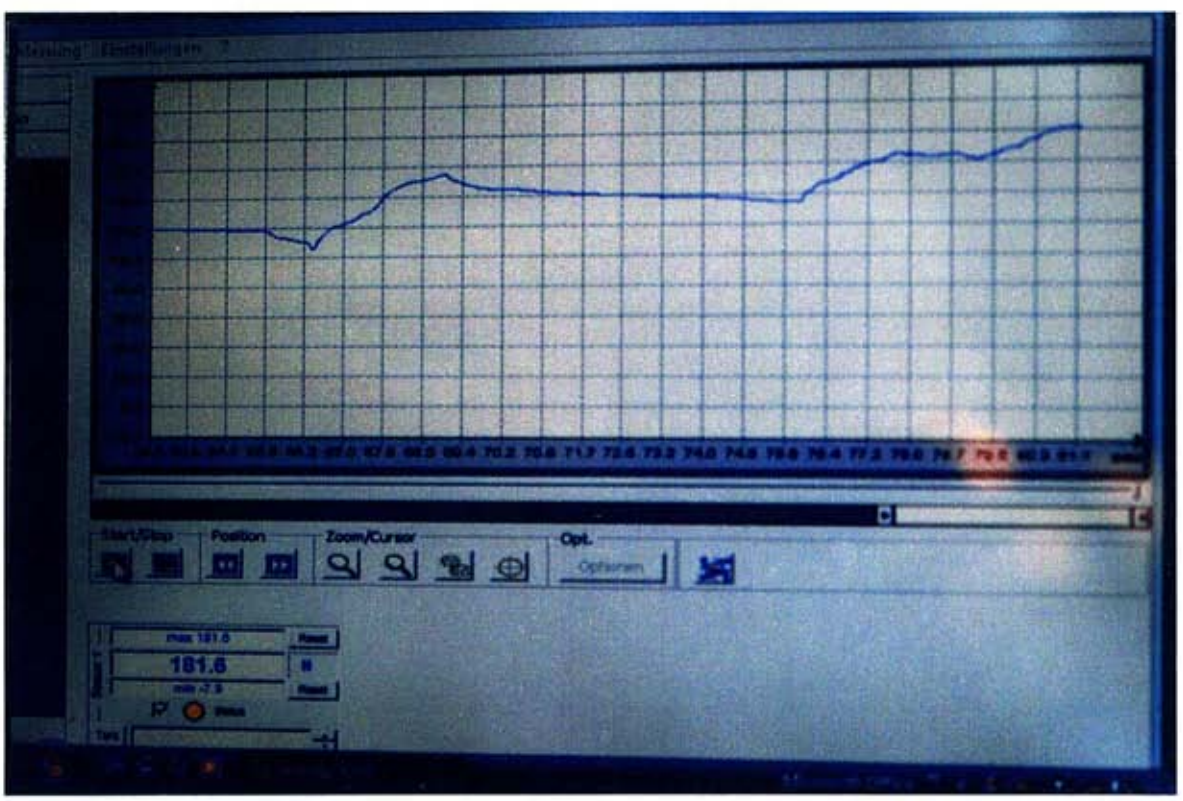

Abbildung 16: Bildschirm hp Notebook: Darstellung der Kraftkurve

Durch das Anziehen der Handschraube des Benex®-Extraktors wurde ein Anstieg der Kraftkurve beobachtet. Nach Entfernung des Zahnes fiel die Kurve steil nach unten und die Messungen wurden beendet. Die gesammelten Daten wurden in eine Excel-Tabelle (Microsoft® Excel, Version 2003) gespeichert. Für die graphische Darstellung wurde für jeden extrahierten Zahn ein Excel-Diagramm erstellt. Das Diagramm stellte die Zugkraft auf der Zeitachse dar (Abbildung 19).

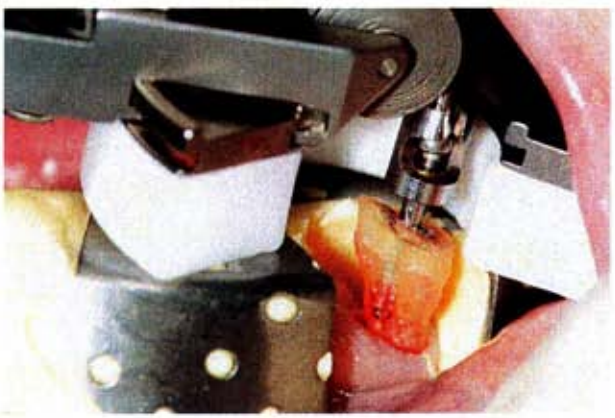

Abbildung 17: Extraktionsvorgang Zahn 33

Abbildung 18: Rx-Bild Unterkieferfrontzähne

Abbildung 19: Darstellung der Kraftkurve während der Extraktion des Zahnes 33 im Excel-Diagramm

4 Resultate

4.1 Allgemeine Daten

4.1.1 Anzahl extrahierter Zähne

In der vorliegenden Studie wurden insgesamt 60 Zähne entfernt. Bei Frauen wurden 18 Zähne entfernt und bei Männern wurden 42 Zähne entfernt. (Abbildung 41)

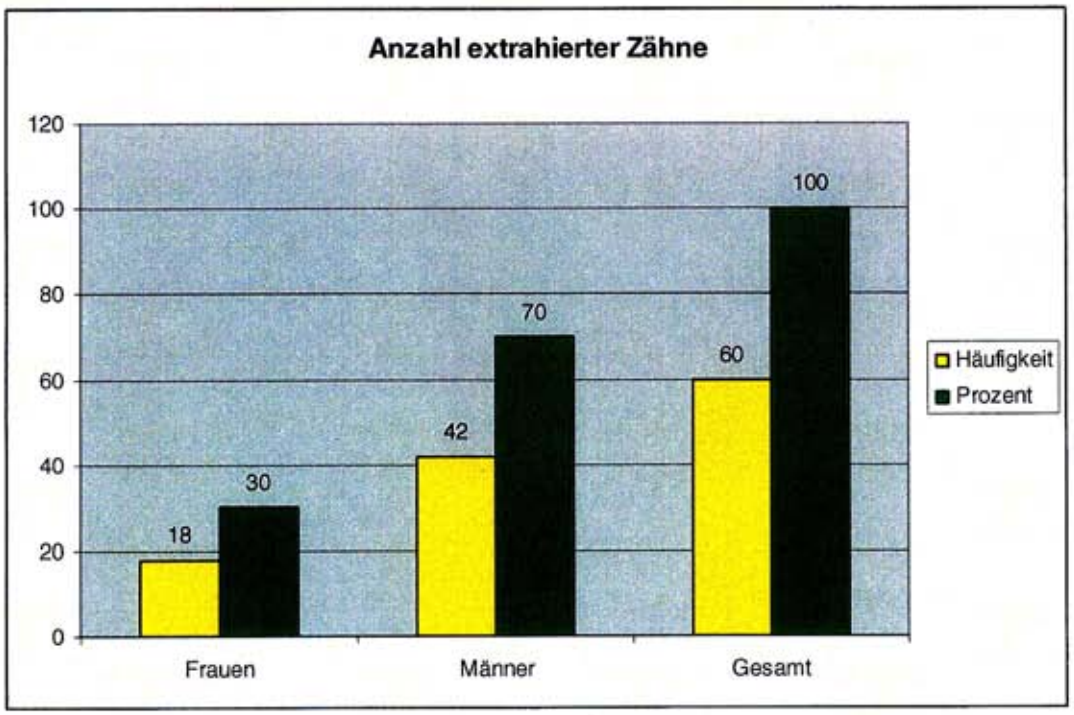

Abbildung 41: Anzahl extrahierter Zähne

4.1.3 Zugkräfte

Der Mittelwert der Zugkraft (F tats) die bei der Extraktion der Zähne benötigt wurde, betrug 218.8 Newton. Die minimal erforderliche Kraft betrug 32.4 Newton und die maximal erforderliche Kraft betrug 531.8 Newton. (Tabelle 5 und Abbildung 43)

Zugkräfte	Mittelwert		218.8
(F tats)	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	185.7
		Obergrenze	252
	Median		202
	Standardabweichung		128.2
	Minimum		32.4
	Maximum		531.8
	Spannweite		499.4
	Interquartilbereich		191.9
	Schiefe		0.562

Tabelle 5: Explorative Datenanalyse: Zugkräft (F tats)

Boxplot-Diagramm

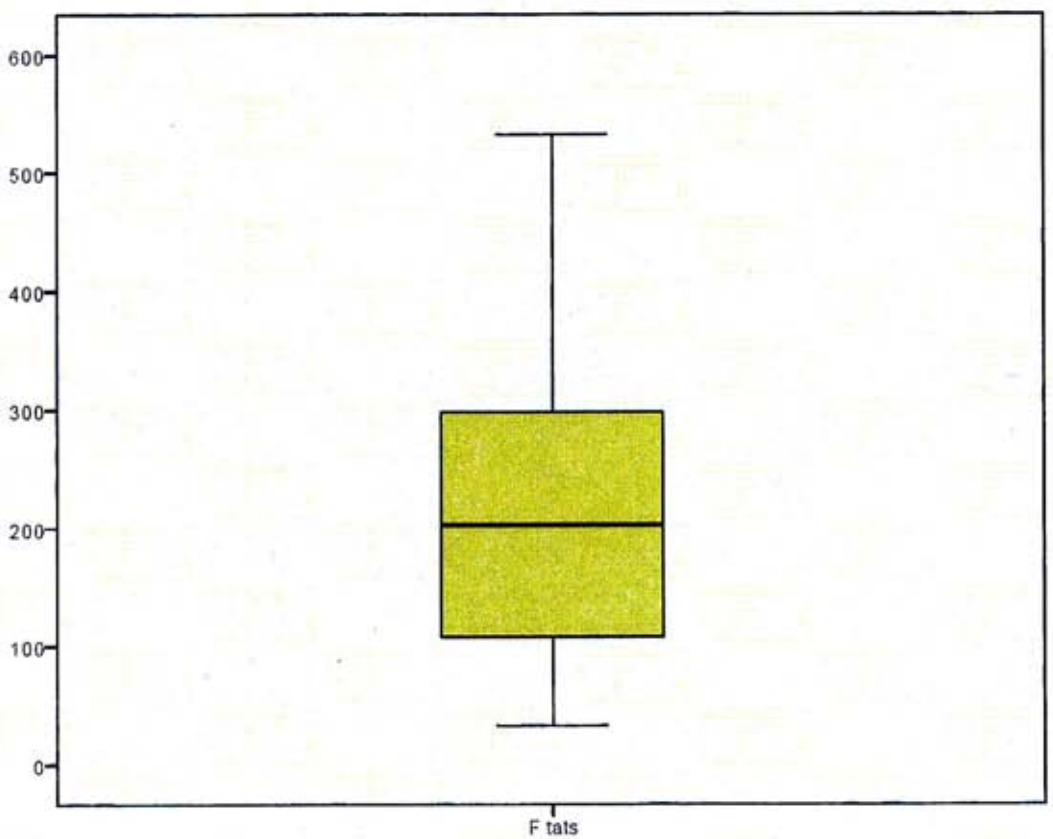

Abbildung 43: Boxplot-Diagramm: Zugkräfte

4.1.5 Extraktionsdauer (Zeit in sec)

Die durchschnittliche Extraktionsdauer beim Ansetzen der Zugkraft am Zahn bis zur Entfernung des Zahnes betrug 60.7 Sekunden. Die schnellste Exktraktion dauerte 8 Sekunden, die längste Exktraktion dauerte 207 Sekunden. (Tabelle 7 und Abbildung 45)

Zeit in sec	Mittelwert		60.7
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	49.3
		Obergrenze	72.1
	Median		51
	Standardabweichung		44.2
	Minimum		8
	Maximum		207
	Spannweite		199
	Interquartilbereich		60.75
	Schiefe		1.016

Tabelle 7: Explorative Datenanalyse: Extraktionsdauer

Boxplot-Diagramm

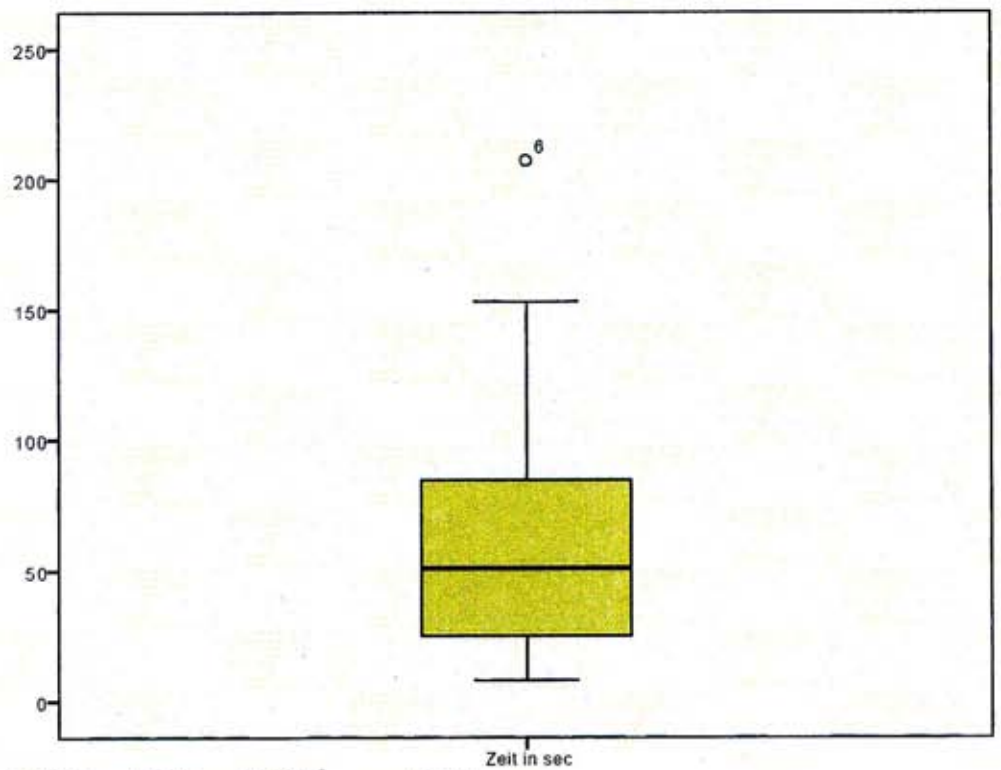

Abbildung 45: Boxplot-Diagramm: Zeit in sec

4.2.2 Zugkräfte

Die explorativen Datenanalysen des jeweiligen Zahntyps bezogen auf die Zugkraft (Ftats)(Einheit: Newton) sind in den Tabellen 8 bis 11 dargestellt.

Inzisivus	Mittelwert		154.9
Zahntyp 1.00	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	66.2
		Obergrenze	243.6
	Median		145.3
	Standardabweichung		55.8
	Minimum		99.9
	Maximum		229.1
	Spannweite		129.2
	Interquartilbereich		105.7
	Schiefe		0.857

Tabelle 8

Caninus	Mittelwert		249.7
Zahntyp 2.00	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	153.6
		Obergrenze	345.9
	Median		252.1
	Standardabweichung		125.1
	Minimum		78.3
	Maximum		451.7
	Spannweite		373.4
	Interquartilbereich		211.3
	Schiefe		0.225

Tabelle 9

Prämolar und Molar	Mittelwert		234.1
Zahntyp 3.00	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	183
		Obergrenze	285.1
	Median		221.7
	Standardabweichung		139.1
	Minimum		39.6
	Maximum		531.8
	Spannweite		492.2
	Interquartilbereich		248.8
	Schiefe		0.463

Tabelle 10

Präm.+ Mol. Wurzeln	Mittelwert		188
Zahntyp 4.00	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	125.2
		Obergrenze	250.7
	Median		150.4
	Standardabweichung		117.7
	Minimum		32.4
	Maximum		412.2
	Spannweite		379.8
	Interquartilbereich		182.4
	Schiefe		0.644

Tabelle 11

4.3.2 Zugkräfte

Die explorativen Datenanalysen der verschiedenen Diagnosegruppen bezogen auf die Zugkraft (F tats) (Einheit: Newton) sind in den Tabellen 18 bis 23 dargestellt.

Karies			
Diagnose 1.00	Mittelwert		236.5
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	187.3
		Obergrenze	285.7
	Median		219.9
	Standardabweichung		119.2
	Minimum		68.4
	Maximum		531.8
	Spannweite		463.4
	Interquartilbereich		140.3
	Schiefe		0.849

Tabelle 18

Parodontitis			
Diagnose 2.00	Mittelwert		89.4
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	57.2
		Obergrenze	121.6
	Median		73.8
	Standardabweichung		53.2
	Minimum		32.4
	Maximum		231.8
	Spannweite		199.4
	Interquartilbereich		53.1
	Schiefe		1.741

Tabelle 19

Insuffiziente Wurzelfüll.			
Diagnose 3.00	Mittelwert		252.3
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	115.1
		Obergrenze	389.4
	Median		266.8
	Standardabweichung		110.45
	Minimum		120.6
	Maximum		386.4
	Spannweite		265.8
	Interquartilbereich		213.9
	Schiefe		-0.063

Tabelle 20

Wurzel-Fraktur			
Diagnose 4.00	Mittelwert		200.7
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	-163.6
		Obergrenze	564.9
	Median		133.2
	Standardabweichung		146.6
	Minimum		99.9
	Maximum		368.9
	Spannweite		269
	Interquartilbereich		
	Schiefe		1.632

Tabelle 21

Überzählige Zähne			
Diagnose 5.00	Mittelwert		257.4
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	170.7
		Obergrenze	344
	Median		268.7
	Standardabweichung		103.6
	Minimum		75.6
	Maximum		390.1
	Spannweite		314.5
	Interquartilbereich		169.8
	Schiefe		-0.583

Tabelle 22

KFO-Zähne			
Diagnose 6.00	Mittelwert		355.6
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	229.81
		Obergrenze	481.4
	Median		353.3
	Standardabweichung		119.9
	Minimum		215.3
	Maximum		481.2
	Spannweite		265.9
	Interquartilbereich		236.2
	Schiefe		-0.019

Tabelle 23

4.4.2 Zugkräfte

Die explorativen Datenanalysen der Zähne nicht in Funktion und der Zähne in Funktion bezogen auf die Zugkraft sind in den Tabellen 31 und 32 dargestellt.

Zähne nicht in Funktion			
,00	Mittelwert		160.6
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	118.4
		Obergrenze	202.7
	Median		154.1
	Standardabweichung		99.8
	Minimum		32.4
	Maximum		390.1
	Spannweite		357.7
	Interquartilbereich		168.88
	Schiefe		0.647

Tabelle 31

Zähne in Funktion			
1,00	Mittelwert		257.7
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	213.2
		Obergrenze	302.2
	Median		247.9
	Standardabweichung		131.5
	Minimum		57.6
	Maximum		531.8
	Spannweite		474.2
	Interquartilbereich		226.7
	Schiefe		0.349

Tabelle 32

Boxplot-Diagramm

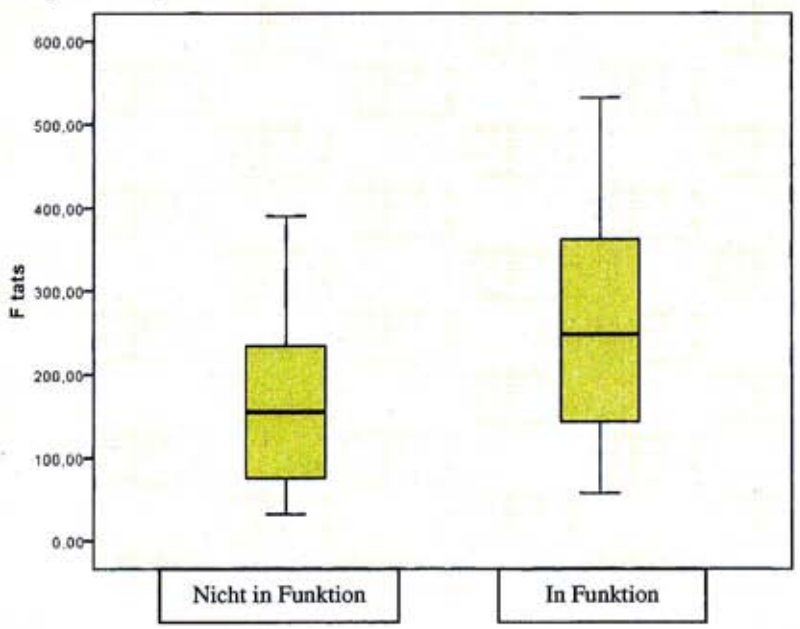

Abbildung 55: Boxplot-Diagramm: Zugkraft (F tats)

4.8 Einfluss verschiedener Faktoren auf die Zugkraft (F tats)

Um zu analysieren, welche Faktoren auf die Zugkraft einen entscheidenden Einfluss hatten, wurde mit den ermittelten Werten eine univariate Varianzanalyse durchgeführt. Dazu wurden die Werte der Quellen; Zahntyp, Diagnose, Alter, Wurzeloberfläche, Geschlecht und Funktionszustand benötigt. Eine Signifikanz wurde bei einem p-Wert < 0.05 angenommen. Die Tabelle 43 zeigt die Auswertung von allen 60 extrahierten Zähnen. Die Tabelle 44 zeigt die Auswertung von allen parodontal gesunden Zähnen (Anzahl 47).

Alle Zähne (n = 60)

Quelle	Abhängige Variable	Signifikanz (p-Wert)
Zahntyp	Zugkraft (F tats)	0.352
Diagnose	Zugkraft (F tats)	0.034
Alter	Zugkraft (F tats)	0.747
Wurzeloberfläche	Zugkraft (F tats)	0.031
Geschlecht (F / M)	Zugkraft (F tats)	0.457
In Funktion	Zugkraft (F tats)	0.015

Tabelle 43: Univariate Varianzanalyse

Alle Zähne mit Ausschluss Paro-Zähne (n = 47)

Quelle	Abhängige Variable	Signifikanz (p-Wert)
Zahntyp	Zugkraft (F tats)	0.226
Diagnose	Zugkraft (F tats)	0.586
Alter	Zugkraft (F tats)	0.632
Wurzeloberfläche	Zugkraft (F tats)	0.075
Geschlecht (F / M)	Zugkraft (F tats)	0.562
In Funktion	Zugkraft (F tats)	0.022

Tabelle 44: Univariate Varianzanalyse

Auswertung aller 60 Zähne:

Bei der univariaten Varianzanalyse aller 60 extrahierter Zähne bestand eine Signifikanz bei den Faktoren Diagnose, Wurzeloberfläche und Funktionszustand (In Funktion). Keine Signifikanz zeigten die Faktoren Zahntyp, Alter und Geschlecht.

Auswertung der parodontal gesunden Zähne:

Nach Ausschluss der Zähne mit Parodontitis (Diagnosegruppe 2) verblieben noch 47 Zähne für die Auswertung. Die univariate Varianzanalyse ergab eine Signifikanz beim Faktor Funktionszustand (In Funktion) und eine Tendenz zu Signifikanz beim Faktor Wurzeloberfläche. Die Faktoren Zahntyp, Alter und Geschlecht zeigten keine Signifikanz.

Patientenfall **9**

Patientennummer:	337461
Geschlecht:	männlich
Alter:	44 Jahre
Zahn:	15
Diagnose:	herausgefallene Stiftkrone, Sekundärkaries, Wurzelfraktur
Extraktionsdauer:	74 Sek.
Maximale Zugkraft:	401 N
In Okklusion:	JA
Wurzeloberfläche (attached):	196.1 mm^2

Abbildung 101: Zahn 15

Abbildung 102: Wurzel 15

Abbildung 103: Rx 15

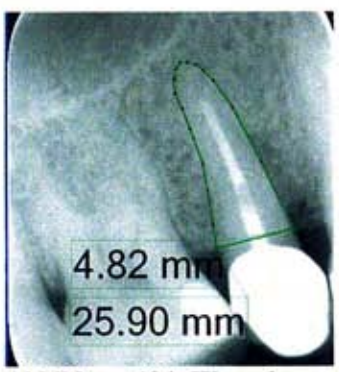

Abbildung 104: Wurzelmessungen

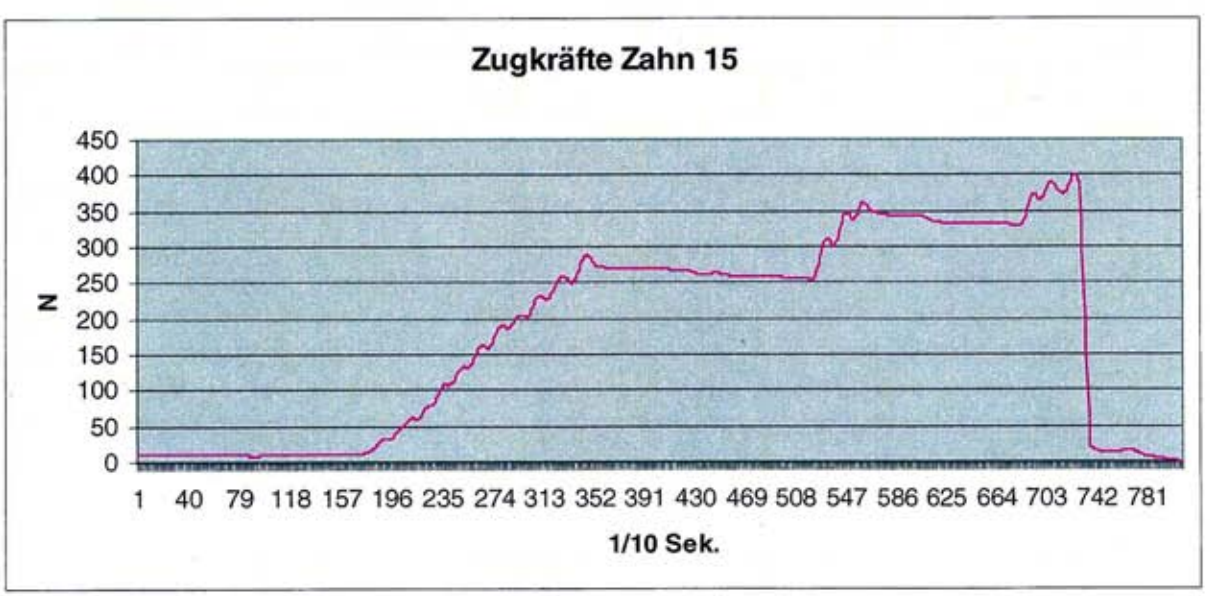

Abbildung 105: Diagramm

Patientenfall **10**

Patientennummer:	336804
Geschlecht:	männlich
Alter:	25 Jahre
Zahn:	25
Diagnose:	Karies profunda, akute Pulpitis
Extraktionsdauer:	51 Sek.
Maximale Zugkraft:	380 N
In Okklusion:	JA
Wurzeloberfläche (attached):	191.2 mm^2

Abbildung 106: Zahn 25

Abbildung 107: Röntgenbild Zahn 25

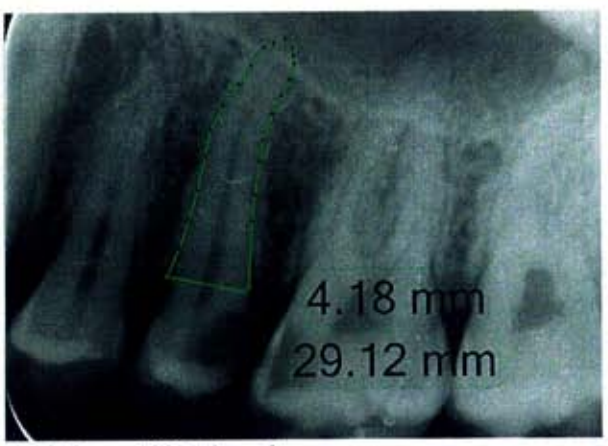

Abbildung 108: Wurzelmessungen

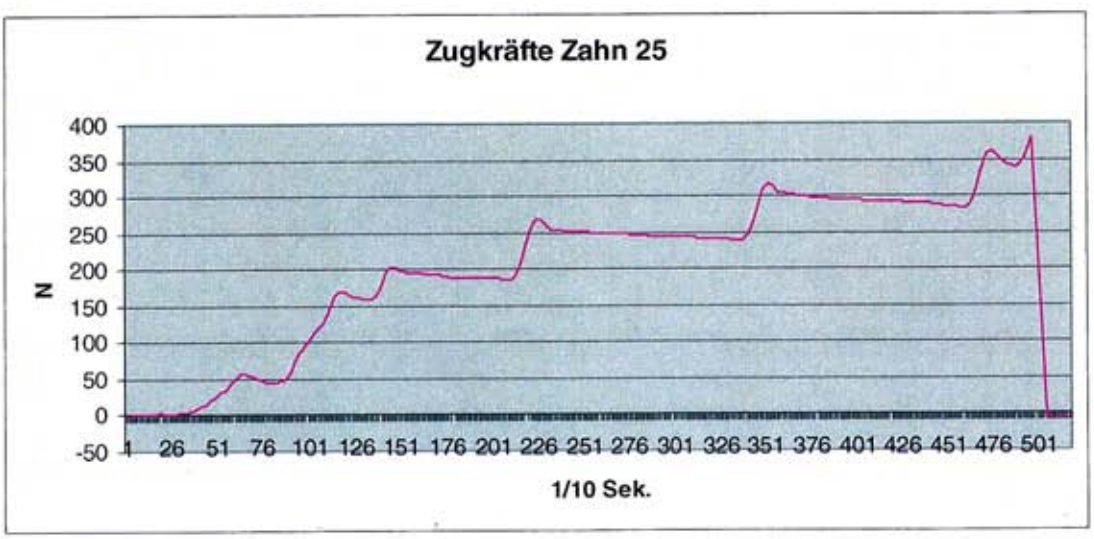

Abbildung 109: Diagramm

Patientenfall	**32**
Patientennummer:	323937
Geschlecht:	männlich
Alter:	31 Jahre
Zahn:	44 (I)
Diagnose:	überzähliger, nach lingual liegender Zahn
Extraktionsdauer:	62 Sek.
Maximale Zugkraft:	235 N
In Okklusion:	Nein
Wurzeloberfläche (attached):	216.2 mm^2

Abbildung 194: Zahn 44 (I)

Abbildung 195: Röntgenbild Zahn 44 (I)

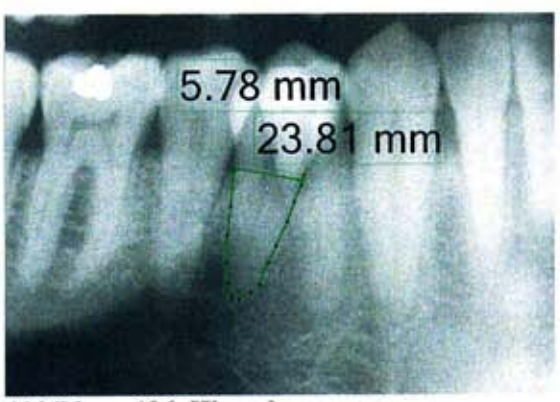

Abbildung 196: Wurzelmessungen

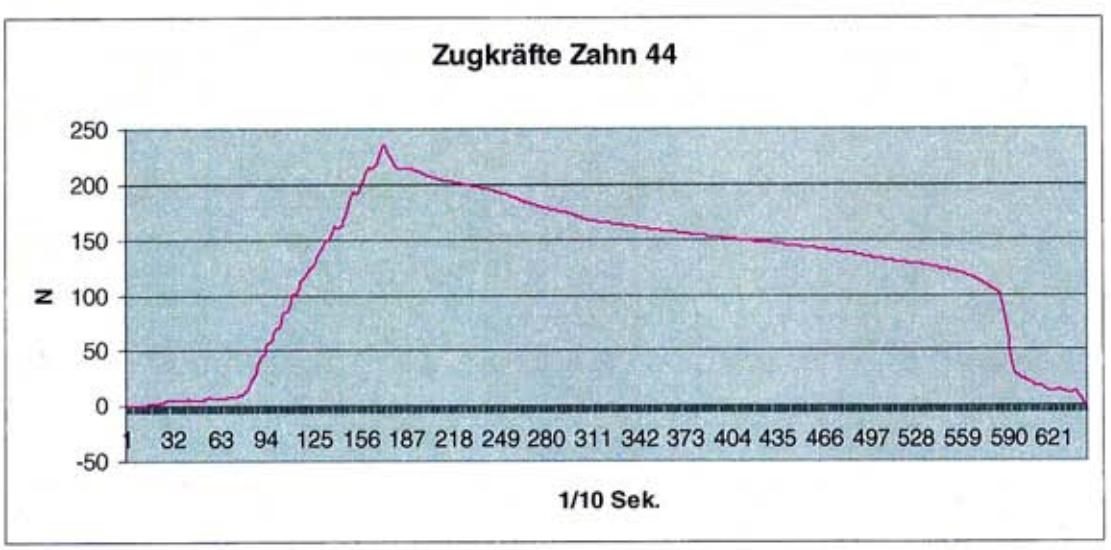

Abbildung 197: Diagramm

Patientenfall **34**

Patientennummer:	339289
Geschlecht:	männlich
Alter:	63 Jahre
Zahn:	35 (Wurzel)
Diagnose:	Wurzelfraktur (Frakturlinie im oberen Wurzeldrittel)
Extraktionsdauer:	89 Sek.
Maximale Zugkraft:	148 N
In Okklusion:	JA
Wurzeloberfläche (attached):	128 mm^2

Abbildung 203: Zahn 35

Abbildung 204: Röntgenbild Zahn 35

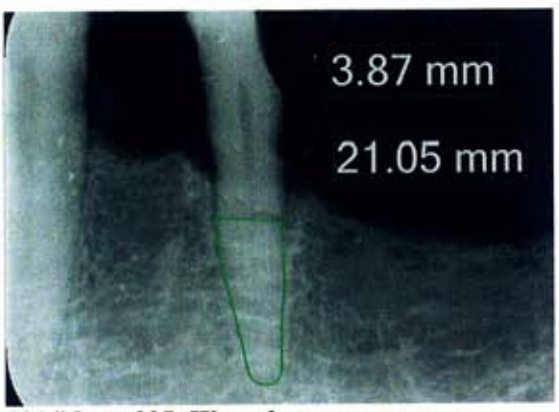

Abbildung 205: Wurzelmessungen

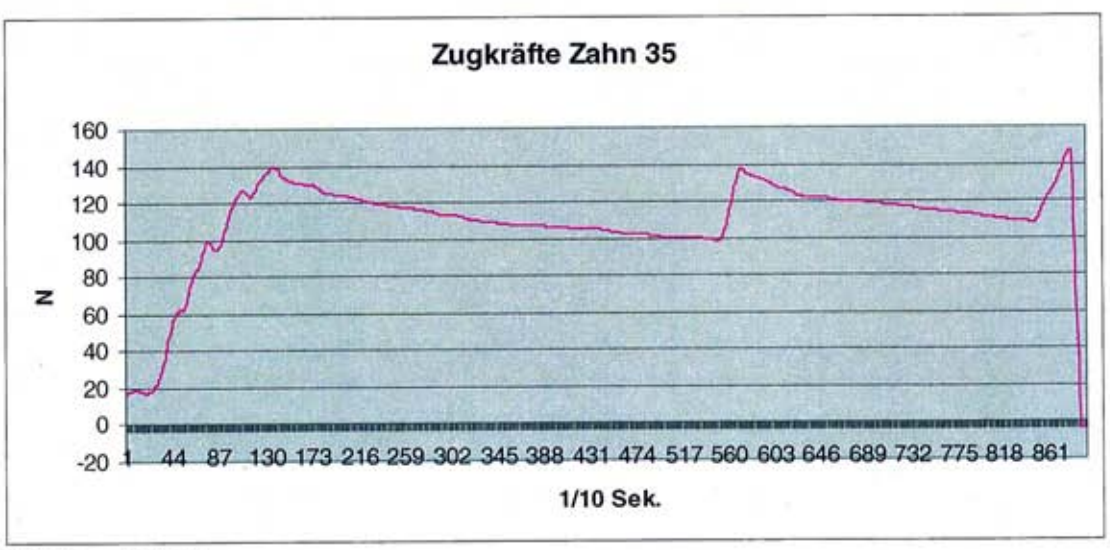

Abbildung 206: Diagramm

Patientenfall	**36**
Patientennummer:	339183
Geschlecht:	männlich
Alter:	21 Jahre
Zahn:	34 (I)
Diagnose:	überzähliger Zahn (buccal liegend)
Extraktionsdauer:	142 Sek.
Maximale Zugkraft:	384 N
In Okklusion:	JA
Wurzeloberfläche (attached):	203.6 mm²

Abbildung 212: Zahn 34 (I)

Abbildung 213: Röntgenbild Zahn 34 (I)

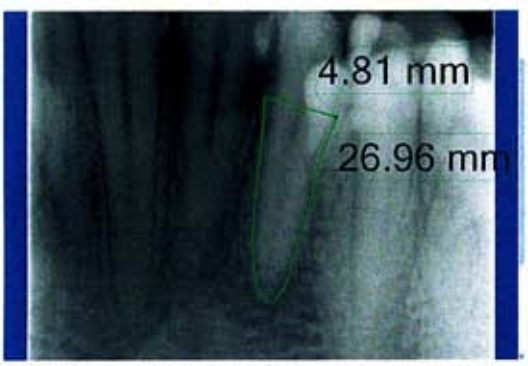

Abbildung 214: Wurzelmessungen

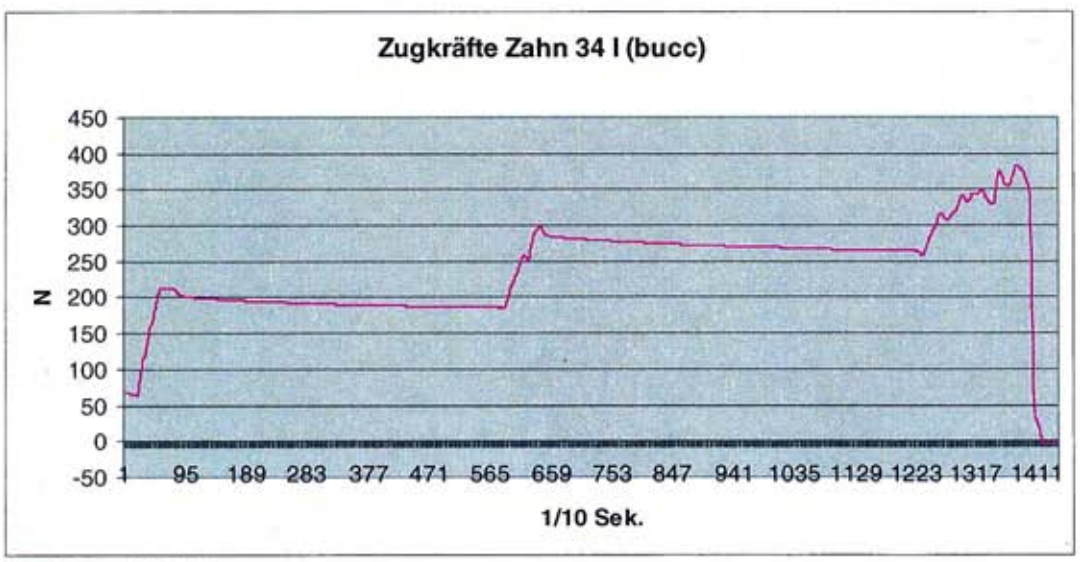

Abbildung 215: Diagramm

Patientenfall **37**

Patientennummer:	339183
Geschlecht:	männlich
Alter:	21 Jahre
Zahn:	35 (I)
Diagnose:	überzähliger Zahn (lingual liegend)
Extraktionsdauer:	69 Sek.
Maximale Zugkraft:	352 N
In Okklusion:	Nein
Wurzeloberfläche (attached):	243.6 mm^2

Abbildung 216: Zahn 35 (I)

Abbildung 217: Röntgenbild Zahn 35 (I)

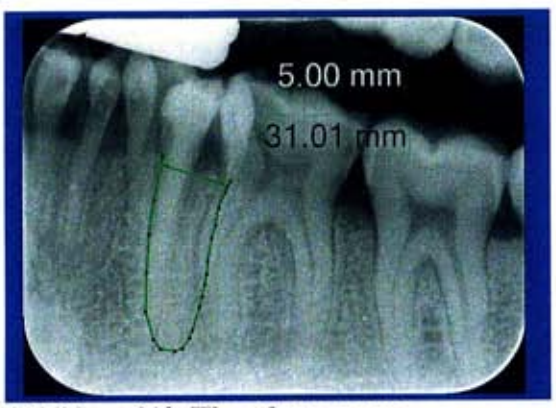

Abbildung 218: Wurzelmessungen

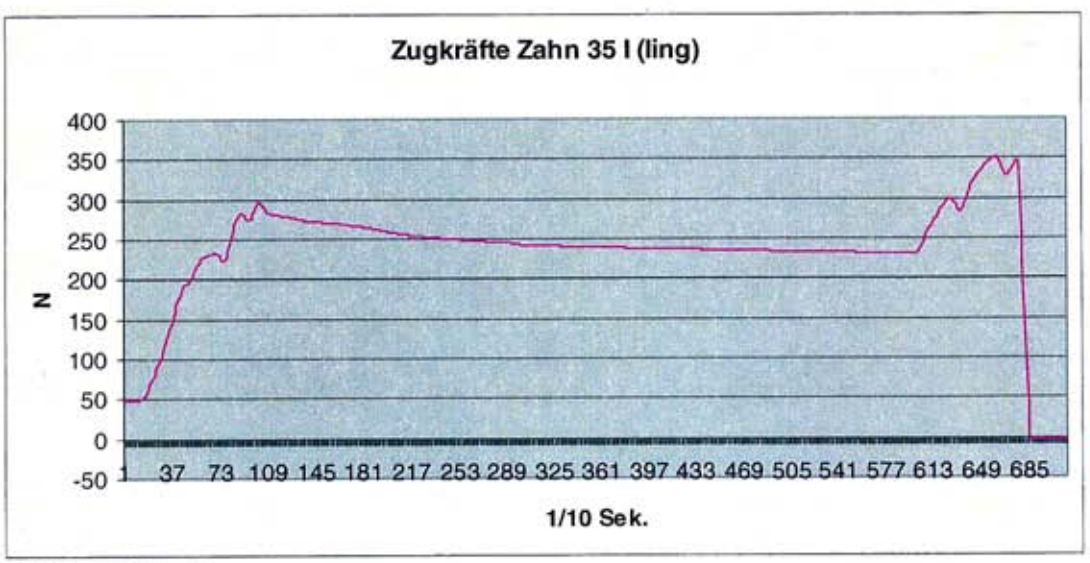

Abbildung 219: Diagramm

Patientenfall **39**

Patientennummer:	339254
Geschlecht:	männlich
Alter:	28 Jahre
Zahn:	14
Diagnose:	kariöse Restwurzel und Parodontitis apikalis
Extraktionsdauer:	82 Sek.
Maximale Zugkraft:	177 N
In Okklusion:	Nein
Wurzeloberfläche (attached):	142.4 mm^2

Abbildung 224: Zahn 14

Abbildung 225: Röntgenbild Zahn 14

Abbildung 226: Wurzelmessungen

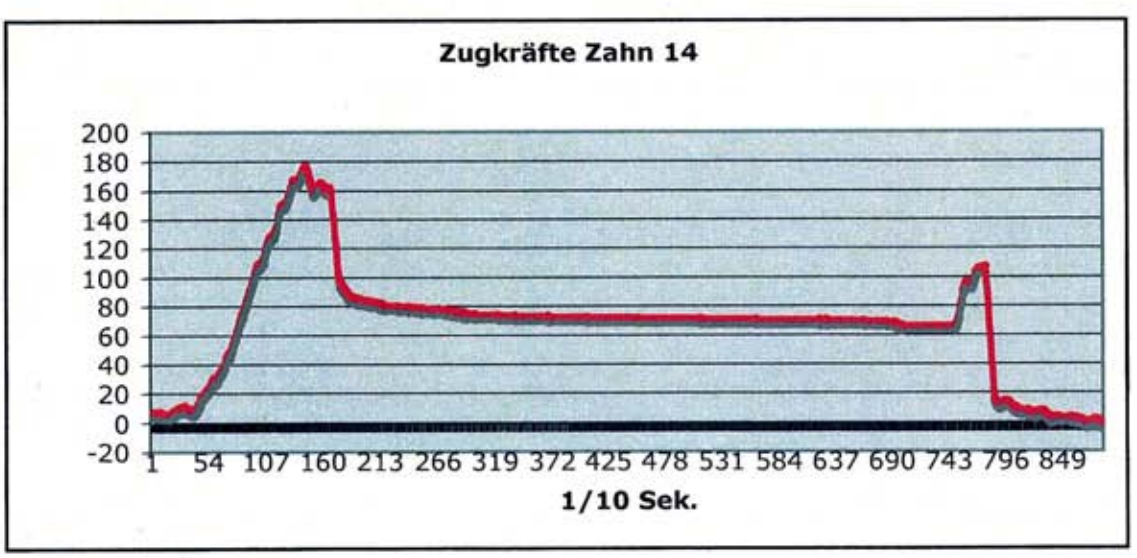

Abbildung 227: Diagramm

Patientenfall **47**

Patientennummer:	322204
Geschlecht:	weiblich
Alter:	16 Jahre
Zahn:	23
Diagnose:	Engstand im Oberkiefer, Status vor Kieferorthopädie
Extraktionsdauer:	105 Sek.
Maximale Zugkraft:	234 N
In Okklusion:	Nein

Wurzeloberfläche (attached): 308.6 mm^2

Abbildung 256: Zahn 23

Abbildung 257: Röntgenbild Zahn 23

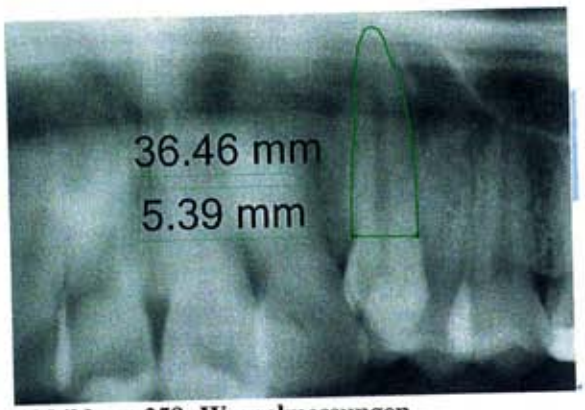

Abbildung 258: Wurzelmessungen

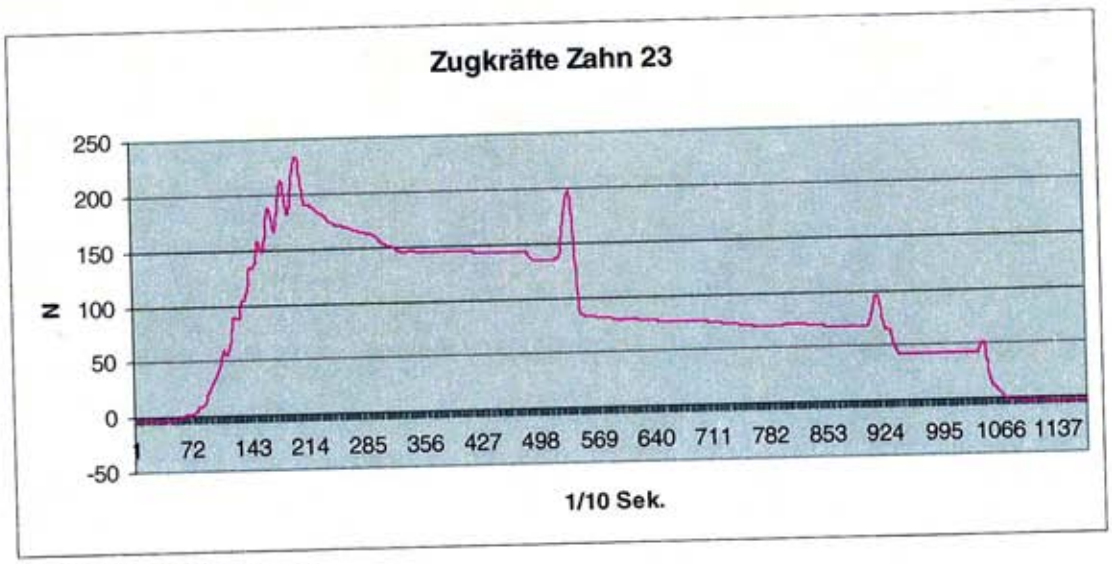

Abbildung 259: Diagramm

Patientenfall **49**

Patientennummer:	312047
Geschlecht:	männlich
Alter:	21 Jahre
Zahn:	24
Diagnose:	Karies profunda, Pulpagangrän, initiale Parodontitis apikalis
Extraktionsdauer:	150 Sek.
Maximale Zugkraft:	578 N
In Okklusion:	JA

Wurzeloberfläche (attached): 124.6 mm^2 + 190.56 mm^2 = 315.2 mm^2

Abbildung 264: Zahn 24

Abbildung 265: Röntgenbild Zahn 24

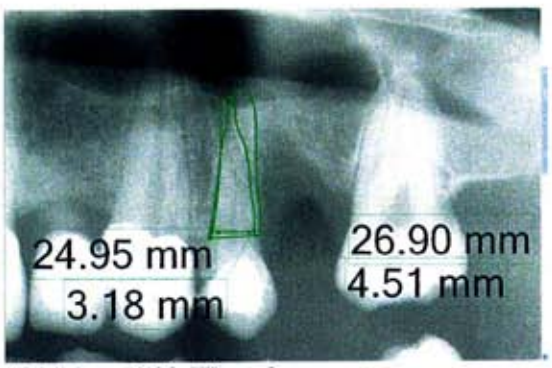

Abbildung 266: Wurzelmessungen

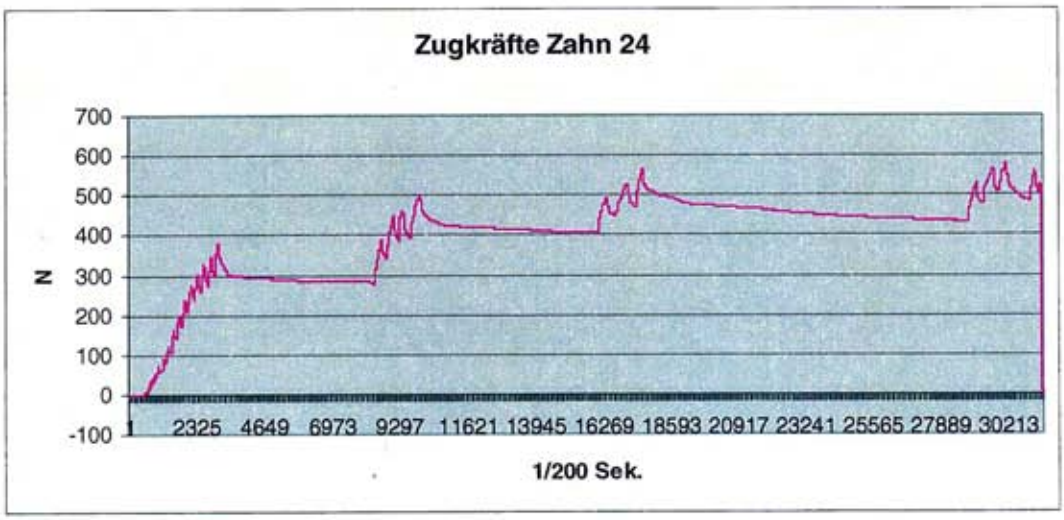

Abbildung 267: Diagramm

Patientenfall	**50**
Patientennummer:	340941
Geschlecht:	männlich
Alter:	51 Jahre
Zahn:	24 buccale Wurzel
Diagnose:	Karies profunda, Parodontitis apikalis
Extraktionsdauer:	11 Sek.
Maximale Zugkraft:	195 N
In Okklusion:	JA
Wurzeloberfläche (attached):	261.6 mm²

Abbildung 268: Zahn 24

Abbildung 269: Röntgenbild Zahn 24

Abbildung 270: Wurzelmessungen

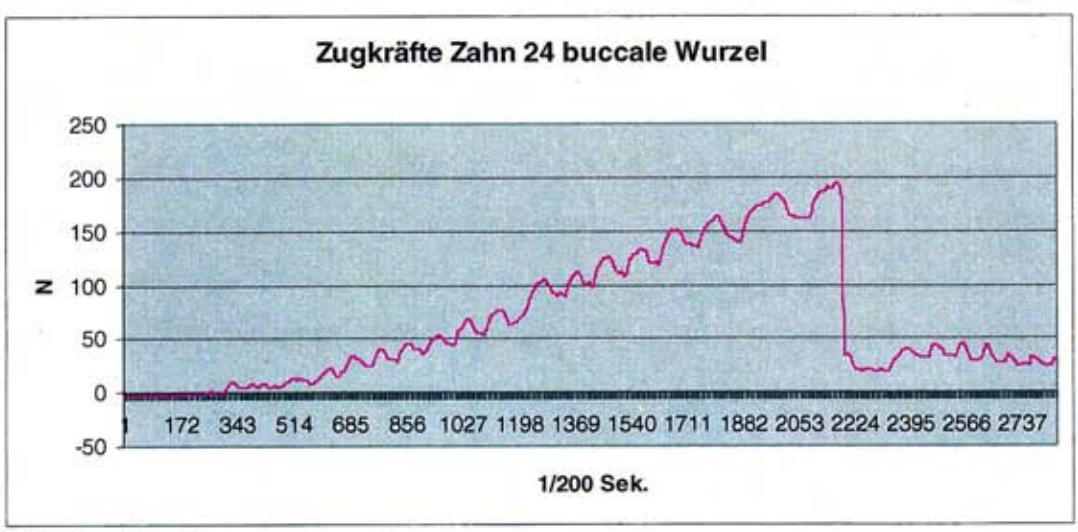

Abbildung 271: Diagramm

Patientenfall **51**

Patientennummer:	340941
Geschlecht:	männlich
Alter:	51 Jahre
Zahn:	24 palatinale Wurzel
Diagnose:	Karies profunda, Parodontitis apikalis
Extraktionsdauer:	9 Sek.
Maximale Zugkraft:	76 N
In Okklusion:	JA
Wurzeloberfläche (attached):	179.6 mm^2

Abbildung 272: Zahn 24

Abbildung 273: Röntgenbild Zahn 24

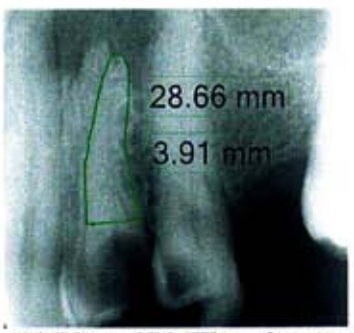

Abbildung 274: Wurzelmessungen

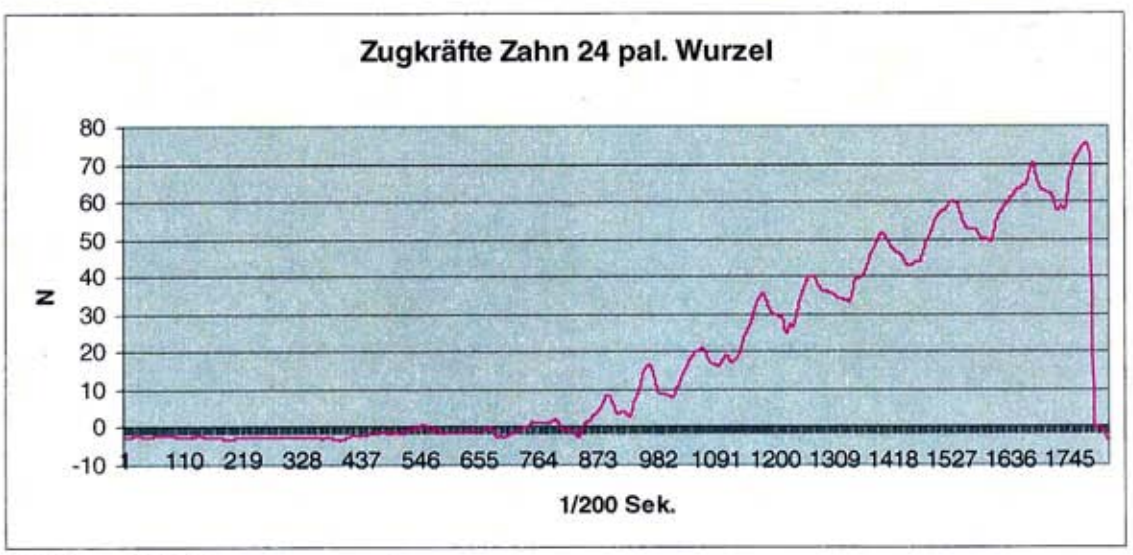

Abbildung 275: Diagramm

Patientenfall **52**

Patientennummer:	341913
Geschlecht:	weiblich
Alter:	40 Jahre
Zahn:	16 mesiobuccale Wurzel
Diagnose:	Wurzelbehandelter Zahn, tiefe Sekundärkaries
Extraktionsdauer:	96 Sek.
Maximale Zugkraft:	239 N
In Okklusion:	JA
Wurzeloberfläche (attached):	172.8 mm^2

Abb. 276: Zahn 16 nach Separation

Abb. 277: Rx 16

Abb. 278: mb Wurzel

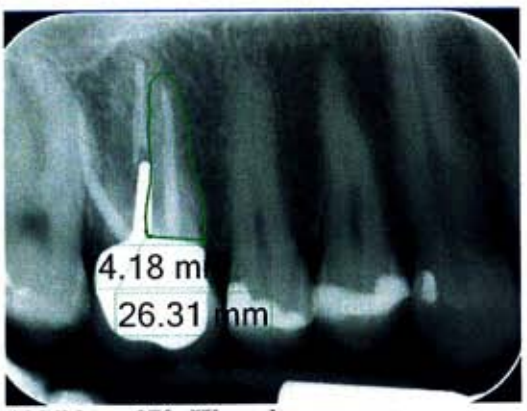

Abbildung 279: Wurzelmessungen

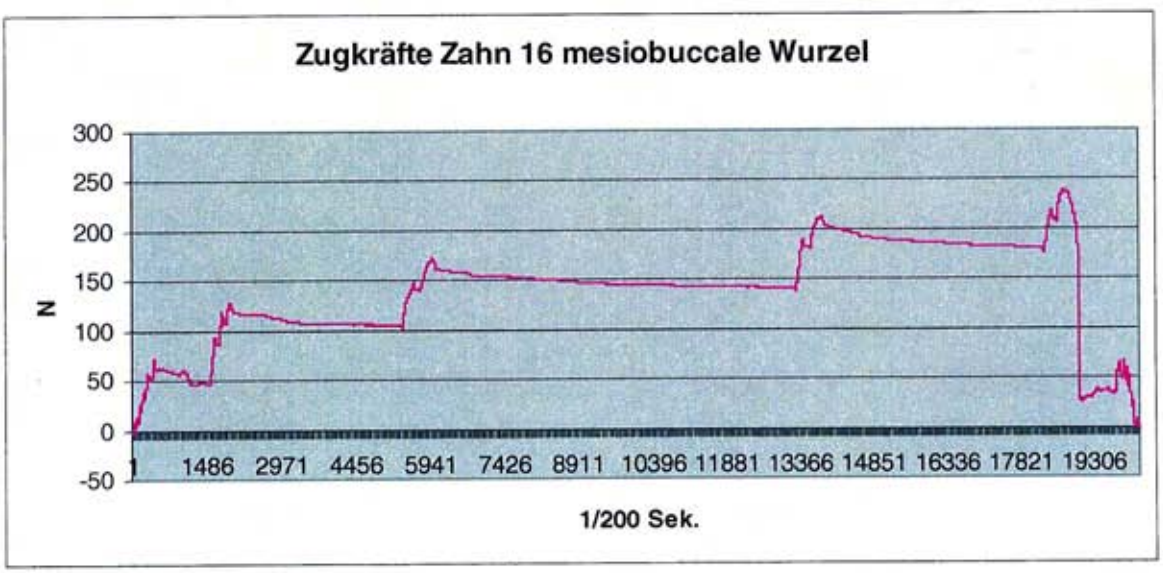

Abbildung 280: Diagramm

Patientenfall **53**

Patientennummer:	341913
Geschlecht:	weiblich
Alter:	40 Jahre
Zahn:	16 palatinale Wurzel
Diagnose:	Wurzelbehandelter Zahn, tiefe Sekundärkaries
Extraktionsdauer:	150 Sek.
Maximale Zugkraft:	448 N
In Okklusion:	JA
Wurzeloberfläche (attached):	397.9 mm²

Abbildung 281: Zahn 16

Abbildung 282: Röntgenbild Zahn 16

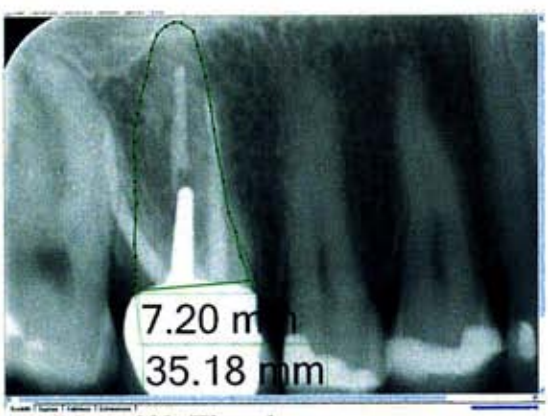

Abbildung 283: Wurzelmessungen

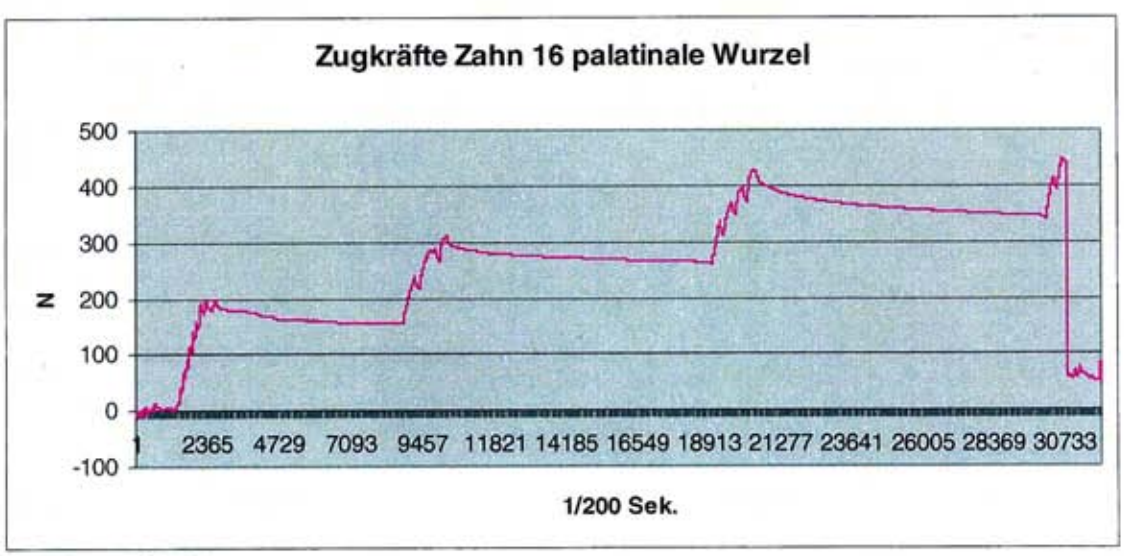

Abbildung 284: Diagramm

Patientenfall	**53**
Patientennummer:	341913
Geschlecht:	weiblich
Alter:	40 Jahre
Zahn:	16 palatinale Wurzel
Diagnose:	Wurzelbehandelter Zahn, tiefe Sekundärkaries
Extraktionsdauer:	150 Sek.
Maximale Zugkraft:	448 N
In Okklusion:	JA
Wurzeloberfläche (attached):	397.9 mm^2

Abbildung 281: Zahn 16

Abbildung 282: Röntgenbild Zahn 16

Abbildung 283: Wurzelmessungen

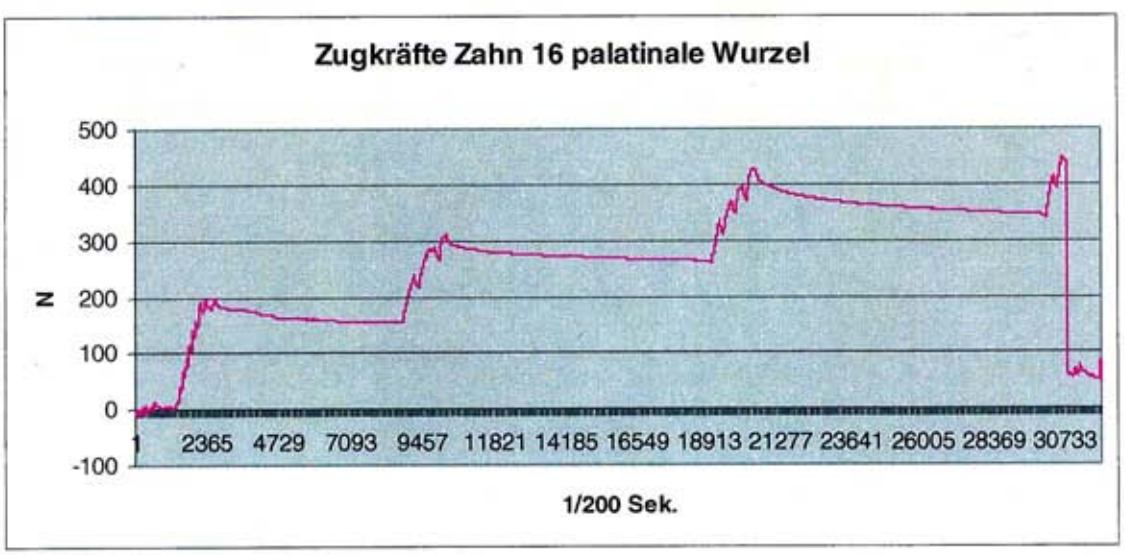

Abbildung 284: Diagramm

Patientenfall **55**

Patientennummer:	339225
Geschlecht:	weiblich
Alter:	28 Jahre
Zahn:	25 accessorius
Diagnose:	Teilretinierter, überzähliger Zahn 25
Extraktionsdauer:	153 Sek.
Maximale Zugkraft:	424 N
In Okklusion:	Nein
Wurzeloberfläche (attached):	187.8 mm^2

Abbildung 289: Zahn 25 (I)

Abbildung 290: Röntgenbild Zahn 25 (I)

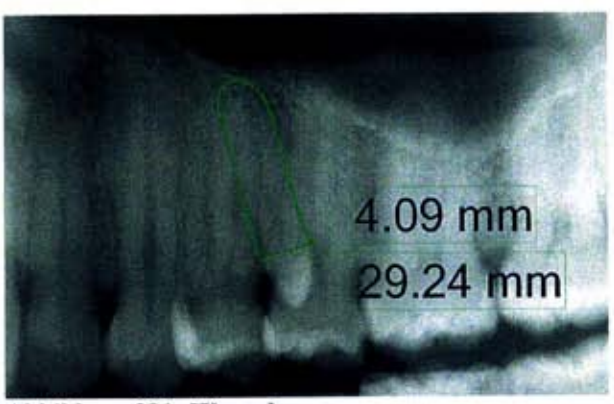

Abbildung 291: Wurzelmessungen

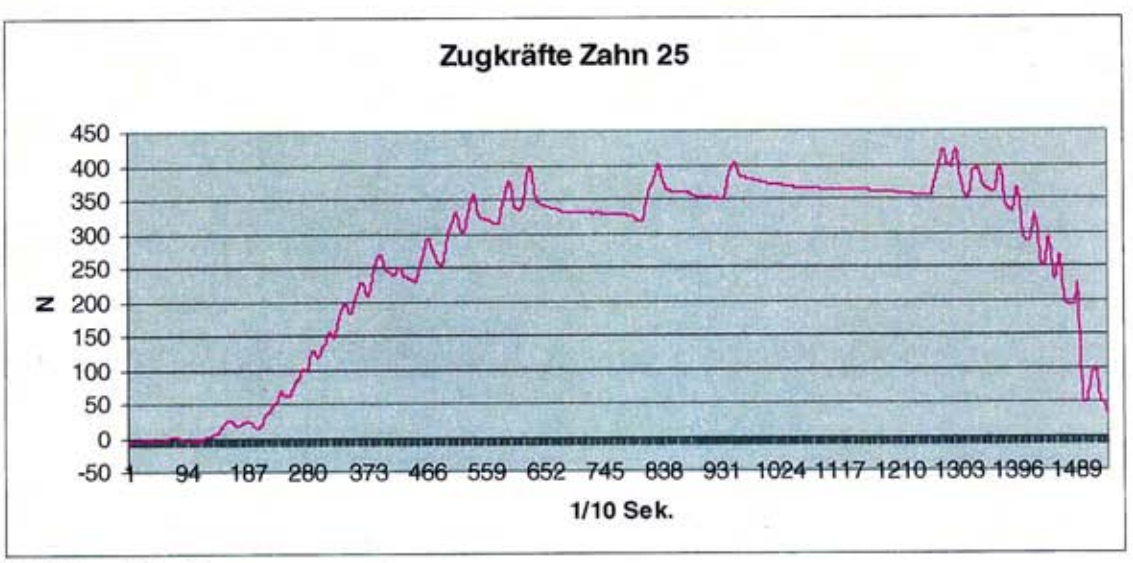

Abbildung 292: Diagramm

Patientenfall **56**

Patientennummer:	343535
Geschlecht:	männlich
Alter:	41 Jahre
Zahn:	14
Diagnose:	14 Karies prof. und chronische Parodontitis apikalis
Extraktionsdauer:	43 Sek.
Maximale Zugkraft:	103 N
In Okklusion:	JA

Wurzeloberfläche (attached): 149.6 mm^2 + 175.2 mm^2 = 324.8 mm^2

Abbildung 293: Zahn 14

Abbildung 294: Röntgenbild Zahn 14

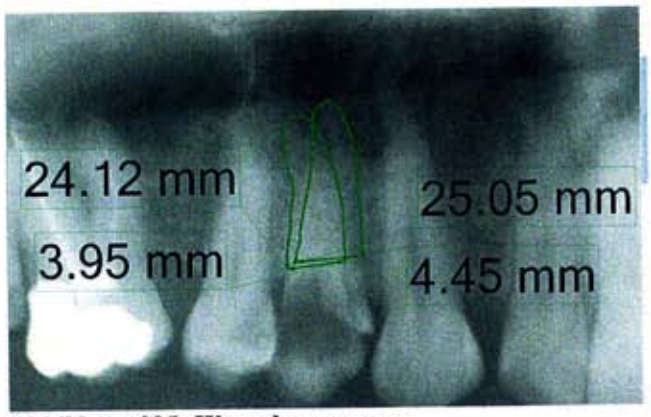

Abbildung 295: Wurzelmessungen

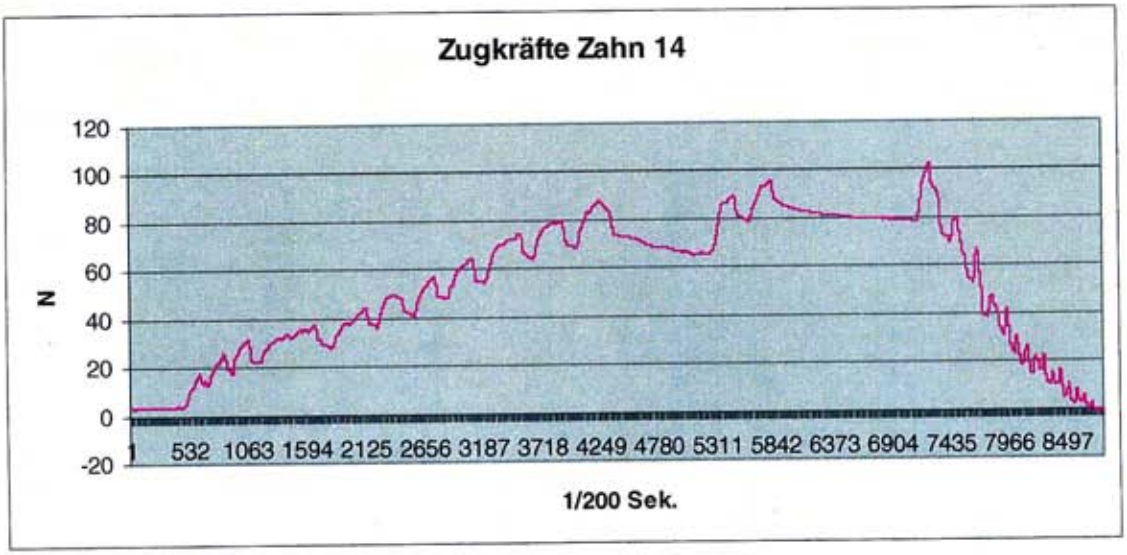

Abbildung 296: Diagramm

Patientenfall **57**

Patientennummer:	344078
Geschlecht:	weiblich
Alter:	54 Jahre
Zahn:	36 distale Wurzel
Diagnose:	36 chronische Parodontitis apikalis
Extraktionsdauer:	23 Sek.
Maximale Zugkraft:	290 N
In Okklusion:	JA

Wurzeloberfläche (attached): 144.1 mm^2

Abbildung 297: Zahn 36

Abbildung 298: Röntgenbild Zahn 36

Abbildung 299: Wurzelmessungen

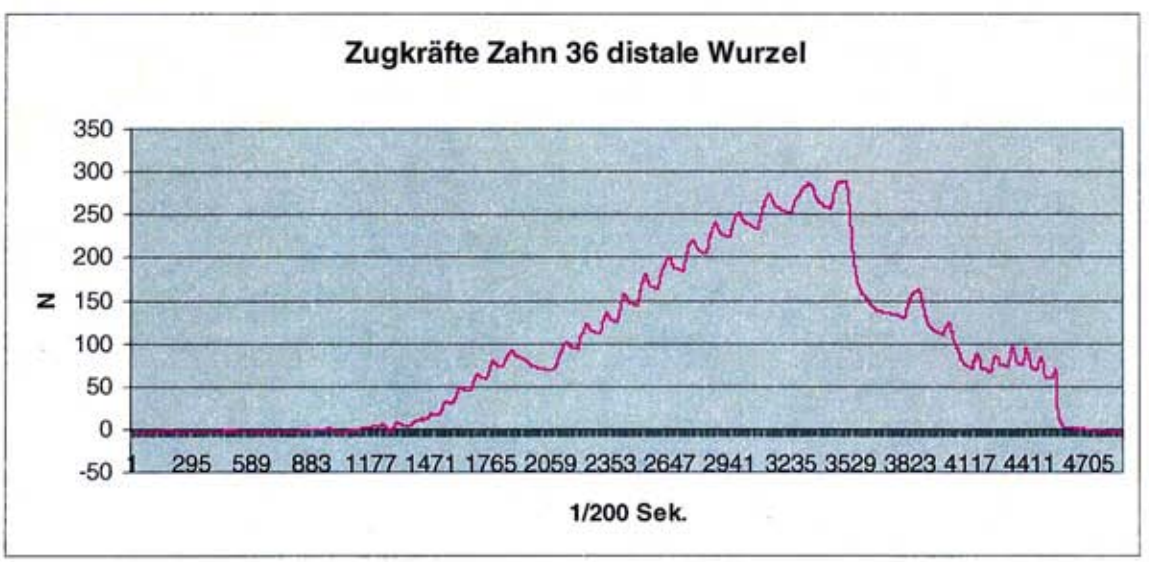

Abbildung 300: Diagramm

Patientenfall	**58**
Patientennummer:	342531
Geschlecht:	männlich
Alter:	26 Jahre
Zahn:	37 mesiale Wurzel
Diagnose:	37 insuffiziente Wurzelfüllung, chronische Parodontitis apikalis
Extraktionsdauer:	80 Sek.
Maximale Zugkraft:	420 N
In Okklusion:	JA
Wurzeloberfläche (attached):	126.6 mm²

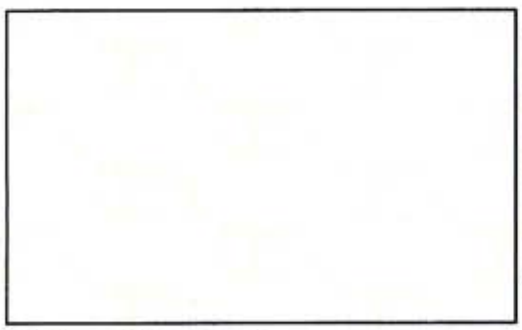

Abbildung 301: Zahn 37

Abbildung 302: Röntgenbild Zahn 37

Abbildung 303: Wurzelmessungen

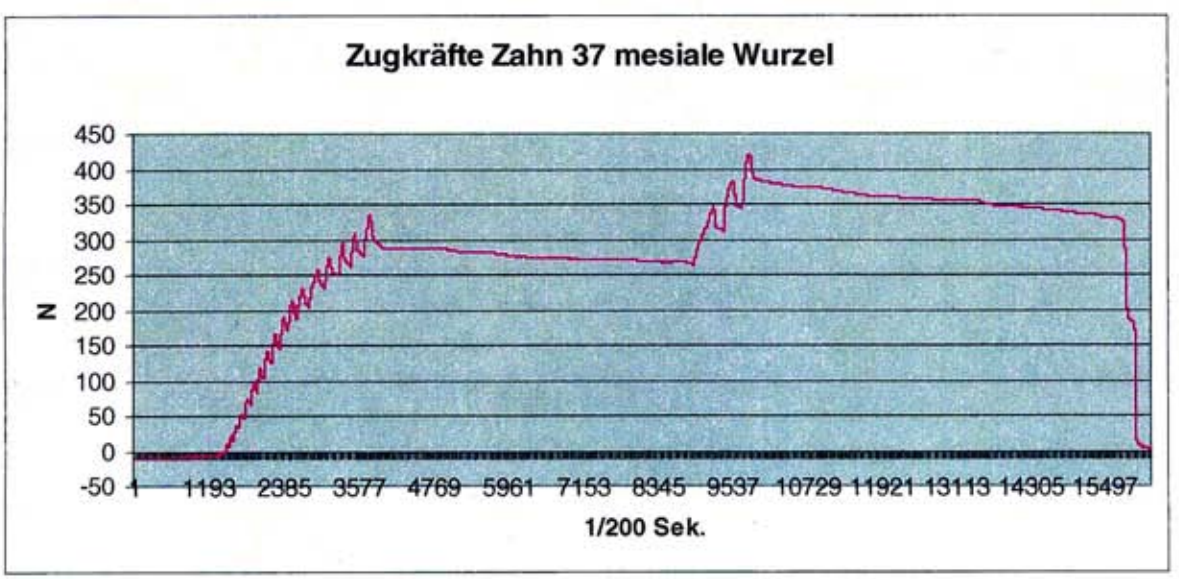

Abbildung 304: Diagramm

Patientenfall **59**

Patientennummer:	342531
Geschlecht:	männlich
Alter:	26 Jahre
Zahn:	37 distale Wurzel
Diagnose:	37 insuffiziente Wurzelfüllung
Extraktionsdauer:	67 Sek.
Maximale Zugkraft:	353 N
In Okklusion:	JA
Wurzeloberfläche (attached):	203.4 mm^2

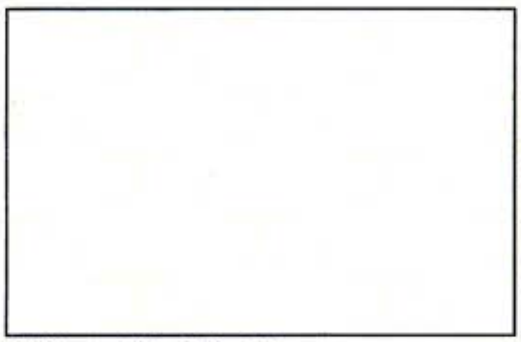

Abbildung 305: Zahn 37

Abbildung 306: Röntgenbild Zahn 37

Abbildung 307: Wurzelmessungen

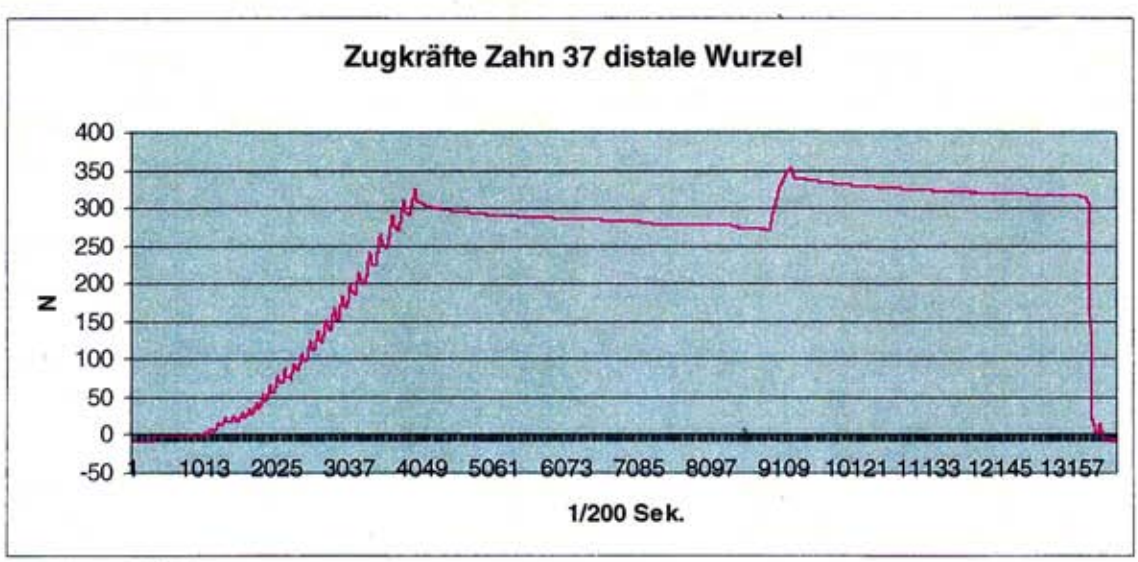

Abbildung 308: Diagramm

Patientenfall	**60**
Patientennummer:	344957
Geschlecht:	weiblich
Alter:	36 Jahre
Zahn:	26 distobuccale Wurzel
Diagnose:	Abgebrochene VMK-Krone, Karies, insuffiziente Wurzelfüllung
Extraktionsdauer:	16 Sek.
Maximale Zugkraft:	134 N
In Okklusion:	JA
Wurzeloberfläche (attached):	144.8 mm^2

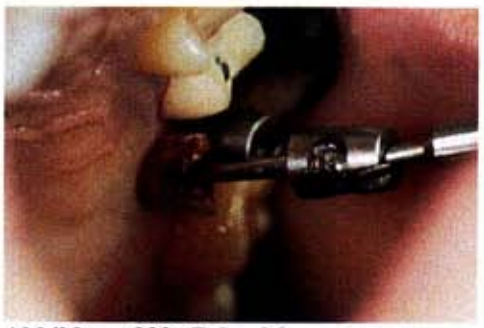

Abbildung 309: Zahn 26

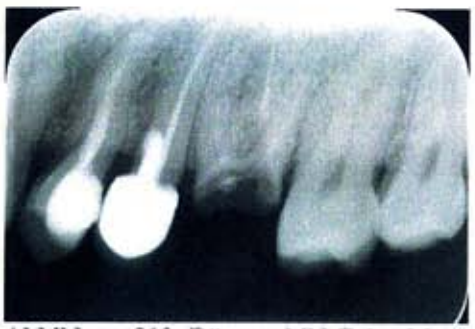

Abbildung 310: Röntgenbild Zahn 26

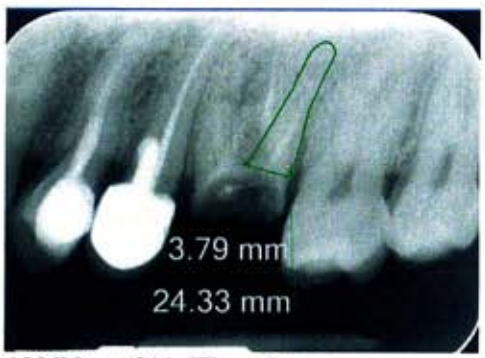

Abbildung 311: Wurzelmessungen

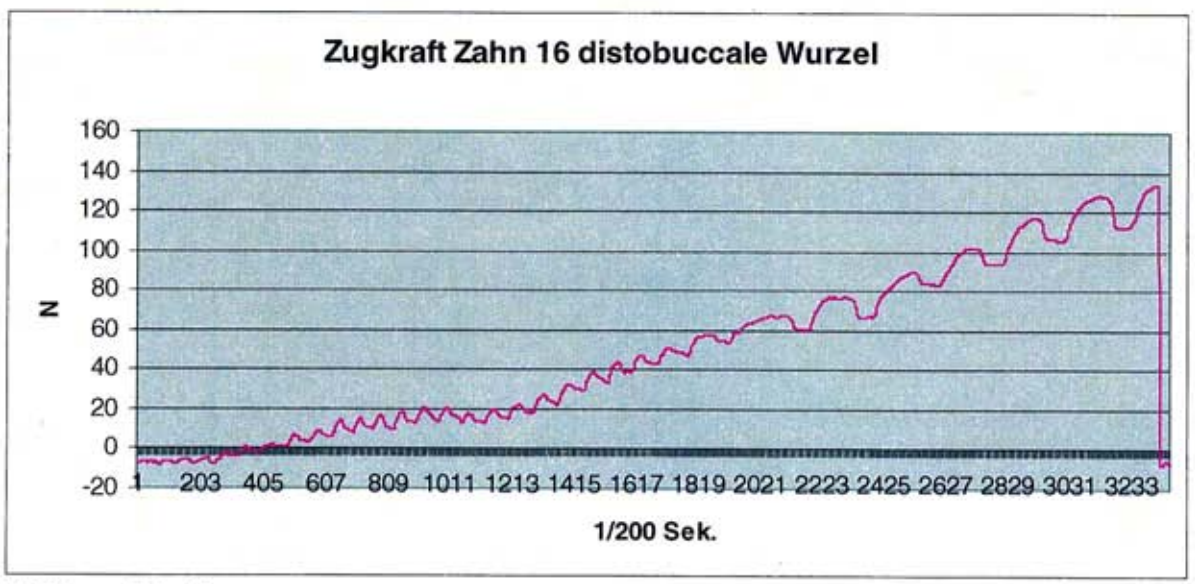

Abbildung 312: Diagramm

Excel-Tabelle: Zusammenfassung aller Daten (Tabelle 45 Teil 1)

Fall	KG Nummer	m	w	Alter	Zahn	Kar.	Kar. u. Paro	Insuf. WB	Wurzel Fx	Überzähl. Zahn	KFO	Dx	Funktion 0= nein	Inzisivus	Caninus	Prämolar	Wurzel	Molar	Zahn-typ	F max	F tats	Zeit in sec	Wurzel-oberfläche
1	43801	1	0	56	35	1						1	0			1			3	205	188.6	19	95.4
2	163289	1	0	50	24	1						1	1			1			3	287	264	75	236.4
3	311952	1	0	76	41	1						1	1	1					1	142	127.8	80	136.6
4	311952	1	0	76	42	1						1	1	1					1	249	229.1	91	140.3
5	321376	1	0	19	14						1	6	1			1			3	520	478.4	109	340.4
6	321376	1	0	19	24						1	6	1			1			3	523	481.2	207	373.9
7	321376	1	0	19	35						1	6	1			1			3	305	280.6	121	270
8	321376	1	0	19	45						1	6	1			1			3	463	426	99	216.4
9	337461	1	0	44	15				1			4	1			1			3	401	368.9	74	196.1
10	336804	1	0	25	25	1						1	1			1			3	380	349.6	51	191.2
11	335081	1	0	36	24		1					2	0				1		4	122	109.8	40	108.6
12	335081	1	0	36	25		1					2	1			1			3	112	100.8	12	52
13	335194	0	1	53	14		1					2	1			1			3	64	57.6	8	89.1
14	335194	0	1	53	15	1						1	1			1			3	290	266.8	30	134.8
15	335217	1	0	20	45		1					2	0			1			3	69	62.1	25	222.5
16	335587	1	0	34	25		1					2	0				1		4	160	147.2	39	116.2
17	335714	0	1	71	33	1						1	1		1				2	434	399.3	100	192.4
18	335730	0	1	63	12			1				3	1	1					1	177	162.8	43	167
19	351374	0	1	66	33	1						1	1		1				2	194	178.5	45	158.7
20	351374	0	1	66	43	1	0					1	1		1				2	300	276	34	189.6
21	336186	1	0	89	33	1						1	0		1				2	108	97.2	38	180
22	336197	1	0	58	34		1					2	0			1			3	44	39.6	10	156
23	336548	1	0	37	26 pW	1						1	1				1		4	167	153.6	8	253.4
24	336624	0	1	72	13	1						1	0		1				2	325	299	71	221.4
25	337240	1	0	25	35		1					2	0			1			3	80	72	16	207.8
26	337240	1	0	25	36 dW	1						1	1				1		4	322	296.2	70	136.6
27	314377	1	0	57	36 mW		1					2	0				1		4	57	51.3	17	101.4
28	337726	1	0	40	23		1					2	0		1				2	87	78.3	34	190.6
29	323937	1	0	31	14					1		5	0			1			3	84	75.6	51	66.5
30	323937	1	0	31	34					1		5	0			1			3	288	265	25	290.5

Tabelle 45 (Teil 2)

Fall	KG Nummer	m	w	Alter	Zahn	Kar.	Kar. u. Paro	Insuf. WB	Wurzel Fx	Überzähl. Zahn	KFO	Dx	Funktion 0= nein	Inzisivus	Caninus	Prämolar	Wurzel	Molar	Zahn-typ	F max	F tats	Zeit in sec	Wurzel-oberfläche
31	323937	1	0	31	35					1		5	0			1			3	177	162.8	26	163.4
32	323937	1	0	31	44					1		5	0			1			3	235	216.2	62	216.2
33	263815	1	0	38	45	1						1	0			1			3	175	161	78	221.6
34	339289	1	0	63	35				1			4	1				1		4	148	133.2	89	128
35	338938	0	1	25	47		1					2	1					1	3	252	231.8	123	364.4
36	339183	1	0	21	34					1		5	1			1			3	384	353.3	142	203.6
37	339183	1	0	21	35					1		5	0			1			3	352	323.8	69	243.6
38	339183	1	0	21	45					1		5	0			1			3	296	272.3	9	209.6
39	339254	1	0	28	14	1						1	0			1			3	177	162.8	82	142.4
40	302346	1	0	58	35	1						1	1			1			3	184	169.3	49	189.4
41	338918	1	0	31	45	1						1	1			1			3	241	221.7	87	200
42	67141	1	0	47	36 mW		1					2	0				1		4	117	105.3	28	215.4
43	67141	1	0	47	36 dW		1					2	0				1		4	36	32.4	17	167
44	146095	0	1	70	44		1					2	0			1			3	82	73.8	62	164.2
45	309583	0	1	42	22				1			4	1	1					1	111	99.9	53	161
46	322204	0	1	16	13						1	6	0		1				2	274	252.1	21	318
47	322204	0	1	16	23						1	6	0		1				2	234	215.3	105	308.6
48	337492	0	1	27	44	1						1	1			1			3	128	115.2	26	279
49	312047	1	0	21	24	1						1	1			1			3	578	531.8	150	315.2
50	340941	1	0	51	24 bW	1						1	1				1		4	195	179.4	11	261.6
51	340941	1	0	51	24 pW	1						1	1				1		4	76	68.4	9	179.6
52	341913	0	1	40	16 mW	1						1	1				1		4	239	219.9	96	172.8
53	341913	0	1	40	16 pW	1						1	1				1		4	448	412.2	150	397.9
54	343214	1	0	83	23	1						1	1		1				2	491	451.7	75	308.4
55	339225	0	1	28	25					1		5	0			1			3	424	390.1	153	187.8
56	343535	1	0	41	14	1						1	1			1			3	103	92.7	43	324.8
57	344078	0	1	54	36 dW			1				3	1				1		4	290	266.8	23	144.1
58	342957	1	0	26	37 mW			1				3	1				1		4	420	386.4	80	126.6
59	342957	1	0	26	37 dW			1				3	1				1		4	353	324.8	67	203.4
60	344957	0	1	36	26 dbW			1				3	1				1		4	134	120.6	16	144.8

Tabelle 45: Zusammenfassung aller Daten