

4 ERGEBNISSE

Im folgenden werden die Ergebnisse der Passgenauigkeitsuntersuchung von PROCERA AllCeram-Kronen dargestellt.

Zur Auswertung liegen die Daten von 40 eingegliederten Kronen vor.

Zur Evaluation der Passgenauigkeit an der Präparationsgrenze (*external marginal gap*) wurden pro Krone zirkulär acht Punkte der internen Silikonunterschichtung vermessen.

Diese Silikonunterschichtung wurde zusätzlich im Bereich der Hohlkehle, der Zementspaltbreite (*internal marginal gap*) und des inzisalen bzw. okklusalen Spaltes vermessen. Hierfür wurden die Frontzähne an sechs zusätzlichen Punkten und die Seitenzähne an sieben weiteren Messpunkten quantitativ bestimmt.

Zur Bewertung des Randspaltes wurde jeweils der Median aus den gemessenen Strecken jedes Zahnes bestimmt.

Für die Front- und Seitenzähne erfolgte sowohl eine separate als auch eine gemeinsame deskriptive Betrachtung.

Tab.4.1 deskriptive Parameter für Front- und Seitenzähne	
flächenbezogen (zB. mesial)	gesamte Zirkumferenz
mittlerer Spalt	mittlerer Spalt
maximaler Spalt	maximaler Spalt

Bei der lichtmikroskopischen Messung lag die visuelle Grenze bei ca. 10 μm . Durch den nachlassenden farblichen Kontrast zwischen beiden Silikonarten war es nicht mehr möglich, minimale Schichtstärken von unter 10 μm zuverlässig zu bestimmen. Unterschichtungen, welche zwischen 0 μm und 10 μm lagen, wurden für die Auswertung als 10 μm gesetzt (worst-case-Annahme) [15].

War pro Messlokalisierung nur eine Strecke auswertbar (z.B. Abriss der Silikonunterschichtung), so ging nur dieser einzelne Wert in die Auswertung ein. Ausgeblockte Stellen am Modellstumpf, exkavierte Caries sowie Luftblasen in der Unterschichtung führten zum vollständigen Wegfall der einzelnen Messwerte (drop-out).

Die Tabellen Tab.4.2 bis Tab.4.8 zeigen die Minima, Median, Maxima, 25%- und 75%- Quartile der mittleren und maximalen Randspalten und Zementspaltbreiten.

4.1 Ergebnisse der Kalibrierung

Der Abstand zweier planparalleler Metallplatten, der durch vermessene Unterlegscheiben (Dicke 100µm) genau definiert war, wurde mit der beschriebenen Silikontechnik dargestellt und durch die Messungen an zehn Messpunkten im Lichtmikroskop bei 40-facher Vergrößerung quantitativ bestimmt. Es wurden zehn Messreihen durchgeführt.

Der ermittelte relative Methodenfehler (Variationskoeffizient) bezogen auf den Mittelwert der Einzelmessungen betrug 10%.

4.2 Ergebnisse der Randspaltuntersuchung

Für die Erfassung der Schichtdicke im unmittelbaren Kronenrandbereich (*external marginal gap*) wurden die Unterschichtungen jeweils an acht Stellen (Messpunkt 1) vermessen.

Zur Berechnung der mittleren Randspalten wurden die Wertepaare für die entsprechende Messlokalisierung (mesial, oral, distal und vestibulär) gemittelt. Für die Betrachtung der maximalen Randspalten wurde jeweils der größere der beiden Werte für die entsprechende Messlokalisierung herangezogen. Zudem wurde die Berechnung des mittleren und maximalen Randspaltes auf die gesamte Zirkumferenz (**total**) durchgeführt.

Um einen Vergleich zu bestehenden Studien zu ermöglichen wurde im Folgenden die graphische Darstellung in der klassischen Häufigkeitsverteilung sowie in Box-Plot-Diagrammen durchgeführt.

Tab.4.2		mittlerer Randspalt			Frontzahn	
Pkt.: 1	mesial	oral	distal	vestibulär	total	
Minimum	25	10	10	10	10	
Q25	43	60,1	30,5	27,4	36,4	
Median	59,5	75	48,5	53,5	59,3	
Q75	85	91	82	71,9	86,1	
Maximum	204	235	244	256	256	
		maximaler Randspalt			Frontzahn	
Pkt.: 1	mesial	oral	distal	vestibulär	total	
Minimum	25	10	10	10	10	
Q25	54	71,3	45	41	46,3	
Median	71	87,5	59	60,5	70,5	
Q75	102	96,8	94	92	98,3	
Maximum	218	257	250	313	313	

Der Median für die mittleren Randspalten am Punkt 1 der Frontzähne liegt bei 59,3 µm. Bei der Betrachtung der maximalen Randspalten steigen die Werte auf 70,5 µm (Median) an. Die Werte an den jeweiligen Messlokalisationen variieren dabei bis zu 17 µm um den jeweiligen Median. Der maximal gemessene Wert liegt bei 313 µm.

Tab.4.3		mittlerer Randspalt			Seitenzahn	
Pkt.: 1	mesial	oral	distal	vestibulär	total	
Minimum	10	10	10	10	10	
Q25	15,5	30	25	34	23,9	
Median	27	72,5	30,5	53	44,5	
Q75	74	106	51	77	78	
Maximum	144	144	141	132	144	

maximaler Randspalt			Seitenzahn		
Pkt.: 1	mesial	oral	distal	vestibulär	total
Minimum	10	10	10	10	10
Q25	21	44	30	50	29,3
Median	38	87	46	61	55
Q75	90	122	70	88	91,5
Maximum	147	178	227	182	227

Die Betrachtung der Passgenauigkeit für die Seitenzähne unterscheidet sich nur geringfügig zu den Frontzähnen. Die Werte liegen im Schnitt ca. 15 µm geringer im direkten Vergleich. Der Median für die mittleren Randspalten stieg von 44,5 µm auf 55 µm für die maximalen Randspalten an. Die maximal gefundenen Werte liegen für die Seitenzähne bei 227 µm.

Da keine signifikanten Unterschiede zwischen Front- und Seitenzähne am Punkt 1 gefunden wurden, konnten die Wertemengen gemeinsam betrachtet werden.

Tab.4.4 mittlerer Randspalt			Front- und Seitenzähne		
Pkt.: 1	mesial	oral	distal	vestibulär	total
Minimum	10	10	10	10	10
Q25	24,25	35,5	26,8	33,5	27,6
Median	48,75	75	37,8	53	50,5
Q75	82,75	95,5	65,9	77	82,4
Maximum	204	235	244	256	256

Die mittleren Randspalten aller Front- und Seitenzähne lagen bei 50,5 µm (Median). Minimale Werte von bis zu 20 µm traten in 21% der Messungen am Messpunkt 1 auf. Die mittleren Werte für die Maxima lagen bei 256 µm.

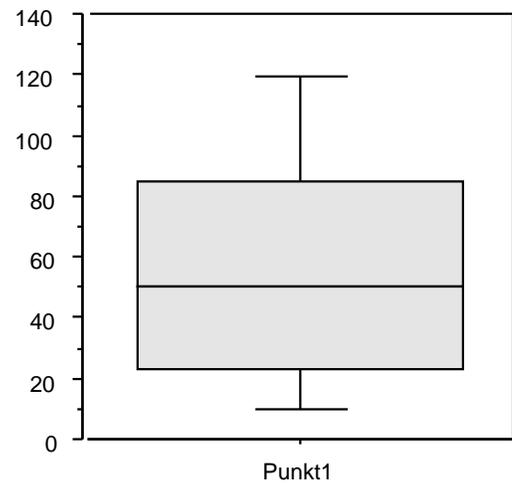
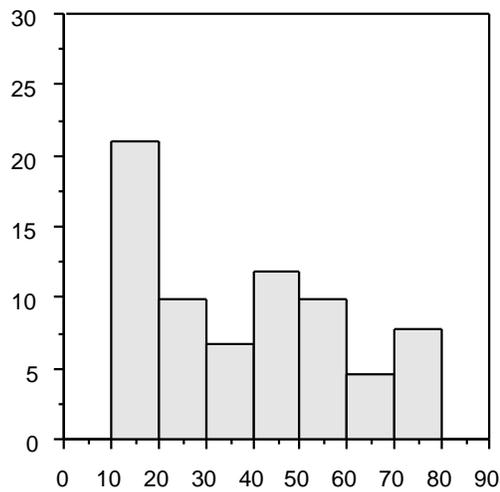


Abb.4.1 Häufigkeitsverteilung

Box-Plot-Diagramm

der mittleren Randspalten am Punkt 1 (*external marginal gap*)

Bei der Betrachtung der maximalen Randspalten am Punkt 1 stieg der Median auf 62,5 µm an. Es zeigt sich eine geringer, aber erwartete Rechtsverschiebung in der klassischen Häufigkeitsverteilung. Für die Minima wurde für alle vier Messlokalisationen (m, o, d, v) jeweils Wertepaare von 10 µm erreicht. Die Maximalwerte für alle Front- und Seitenzähne stiegen auf 313 µm an.

Pkt.: 1	maximaler Randspalt			Front- und Seitenzähne	
	mesial	oral	distal	vestibulär	total
Minimum	10	10	10	10	10
Q25	25,25	50	32	45,8	38,1
Median	59,5	87	55,5	62	62,5
Q75	90,75	99	81,8	88,8	94,8
Maximum	218	257	250	313	313

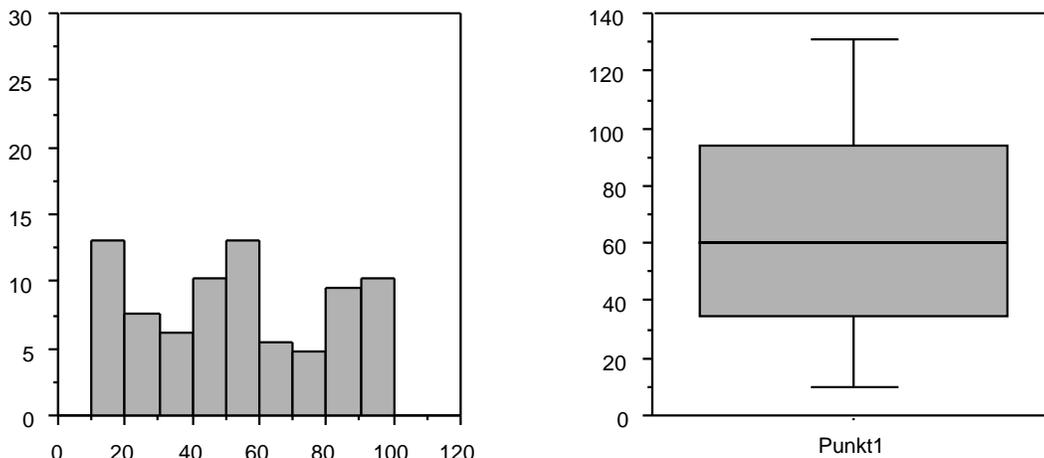


Abb.4.2 Häufigkeitsverteilung Box-Plot-Diagramm
 der maximalen Spalten am Punkt 1 (*external marginal gap*)

4.3 Ergebnisse der Zementspaltbreite

Für die Auswertung der Frontzähne wurden die Schichtdicken der Zementspaltbreite (*internal marginal gap*) an den Messpunkten 6 und 7 vermessen. Dabei entspricht Messpunkt 6 der halben Stumpfhöhe, Messpunkt 7 benennt die Inzisalkante.

Tab.4.5		mittlere Zementspaltbreite			Frontzahn	
Pkt.: 6	mesial	oral	distal	vestibulär	total	
Minimum	28,5	25	32,5	15	15	
Q25	50,75	44,9	51,6	43	46,4	
<u>Median</u>	66,5	64,8	76,5	64	67,8	
Q75	122,75	108	103	97	105	
Maximum	409	245	149	171	409	
Pkt.: 7	mesial	oral	distal	vestibulär	total	
Minimum	24	10	34	36	10	
Q25	69,75	67,3	79,5	105	79	
<u>Median</u>	120	86	116	123	119	
Q75	147,625	128	174	165	150	
Maximum	202,5	238	230	285	285	

Die Messpunkte 6, 7 und 8 wurden bei den Seitenzahnkronen quantitativ erfasst. Messpunkt 5 benennt die oberste Begrenzung der Hohlkehle, Messpunkt 6 entspricht der halben Stumpfhöhe, Messpunkt 7 liegt an der Höckerspitze und Messpunkt 8 lateral der Zentralfissur.

Tab.4.6 mittlere Zementspaltbreite Seitenzahn					
Pkt.: 6	mesial	oral	distal	vestibulär	total
Minimum	32	20	27,5	30	20
Q25	50,25	47,4	41	61,5	49,1
Median	64,75	63,3	61,5	81,5	67,3
Q75	101,63	80,1	92	109	97,9
Maximum	373	211	263	241	373
Pkt.: 7	mesial	oral	distal	vestibulär	total
Minimum	20,5	31,5	43	39	20,5
Q25	59,625	65,8	65,8	58	64
Median	88,5	101	88,5	98	92
Q75	108,25	144	115	153	132
Maximum	272,5	261	286	273	286
Pkt.: 8	mesial	oral	distal	vestibulär	total
Minimum	67	31	58,5	69	31
Q25	105	92,9	110	89,6	104
Median	130	147	135	122	134
Q75	189	186	196	175	183
Maximum	310	316	308	238	316

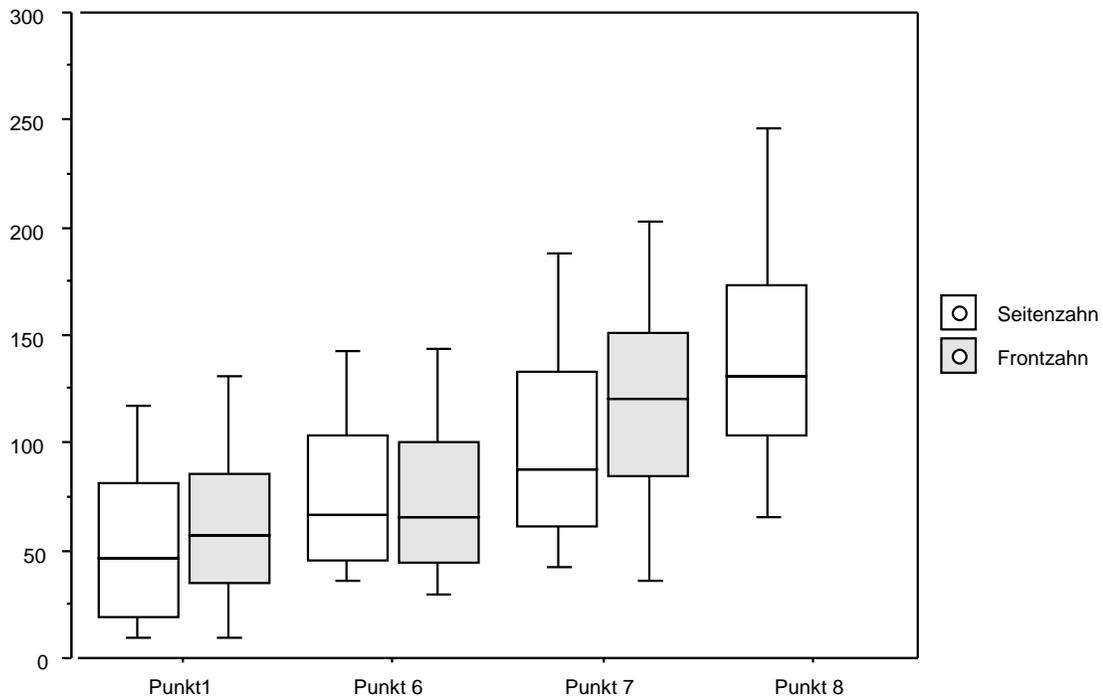


Abb.4.3 Box-Plot-Diagramm
der **mittleren Zementspaltbreite** (*internal marginal gap*)
Front- und Seitenzähne

Die mittleren Spaltbreiten liegen am Messpunkt 6 (halbe Stumpfhöhe) noch deutlich unter 100 µm. Die Zementspaltbreite an der Inzisalkante von Frontzähnen und der Höckerspitze von Seitenzähnen steigen auf Werte um 100 µm an. Für die Seitenzähne werden im Bereich des okklusalen Plateaus mittlere Spaltbreite von 131 µm erreicht.

4.4 Ergebnisse der Präparationsform

Es wurde die Passung im Bereich der präparierten Hohlkehle bestimmt. Die Spaltbreiten der Messpunkte 2 bis 5 wurden für unterschiedlich ausgeprägte Hohlkehlpäparationen ausgewertet. Eine Einteilung erfolgte für eine flache, leichte, deutliche und stark ausgeprägte Hohlkehle. Zusätzlich wurden die Extremfälle Tangential- und Stufenpräparation betrachtet.

Die leichte Hohlkehle trat mit 37,6% der Fälle am häufigsten auf. Die flache bzw. die leichte Hohlkehle wurde in fast 70% der Fälle gefunden. Die tangentielle und die stufenförmige Präparation stellten die Ausnahme dar. Sie wurden insgesamt nur in 12,2% der Fälle gefunden.

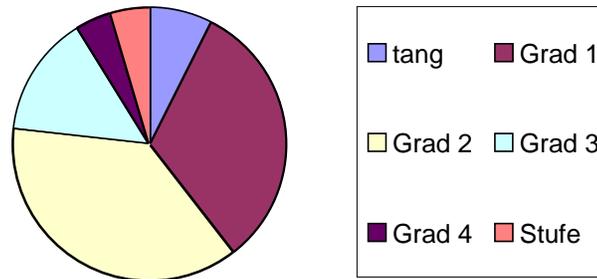


Abb.4.4 Häufigkeitsverteilung der Präparationsform

Die mittlere Passung im Bereich der Krümmung der Hohlkehle (*internal marginal gap*) ist für die tangentielle und leichte Hohlkehle am genauesten. Die Spaltbreiten (Messpunkt 2 bis 5) steigen mit zunehmender Ausprägung der Hohlkehle an.

Tab.4.7 mittlerer Randspalt im Bezug zur Präparationsform							
Pkt.: 1	tangent.	Grad1	Grad 2	Grad 3	Grad 4	Stufe	total
Minimum	10	10	10	10	47	10	10
Q25	10	28	26	32	79	25	27,6
Median	10	50	48	58	127	38	50,5
Q75	23	88	81	91	153	89	82,4
Maximum	70	227	250	130	218	155	256

Die Passgenauigkeit am Messpunkt 1 (*external marginal gap*) ist bezüglich der Präparationsform wie folgt zu bewerten. Die beste Reproduzierbarkeit wurde für die tangentielle Präparation gefunden. Mit zunehmender Ausprägung der Hohlkehle (Grad 1 bis 3) wurde die Passung schlechter. Die größten Randspalten wurden für die stark ausgeprägte Hohlkehle (Grad 4) ermittelt. Der Median stieg für die flache Hohlkehle (Grad 1) von 50 µm auf 128 µm für die stark ausgeprägte Hohlkehle (Grad 4) an.

Für die stufenförmige Präparation sanken die gemessenen Werte wieder. Die Stufenpräparation wurde nur in 4% der Fälle gefunden und waren statistisch nicht auszuwerten.

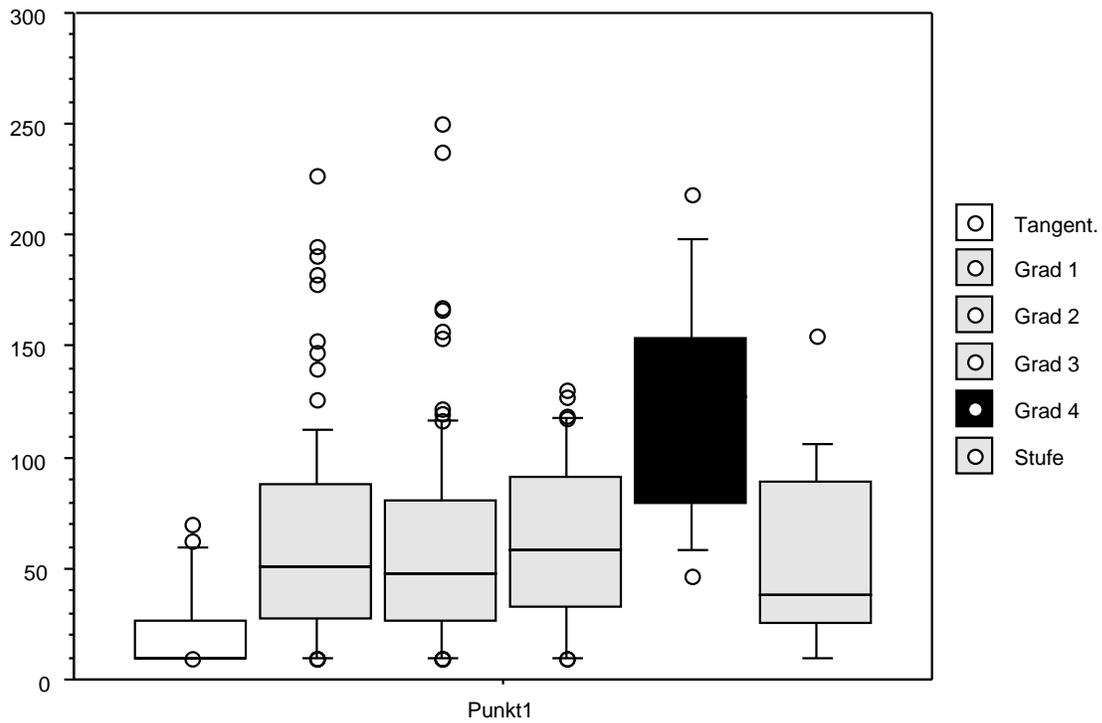


Abb.4. 5 Box-Plot-Diagramm der mittleren Randspalten am Messp. 1 für die jeweilige Präparationsform