

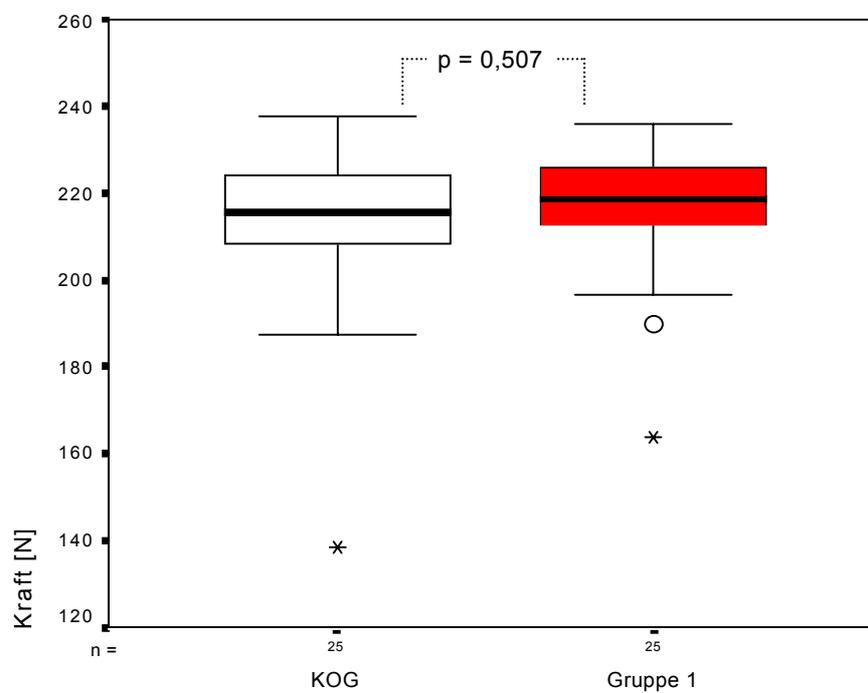
4. Ergebnisse der Abscherversuche

4.1 Scherfestigkeiten der einzelnen Versuchsgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe

In allen Versuchsreihen wurden die Proben zu 100 % erfasst (Tab. 11 im Anhang). Die Ergebnisse der Scherfestigkeitswerte der sechs Versuchsgruppen sind tabellarisch in Newton [N] und in N/mm^2 [MPa] im Anhang (Tab. 12 und Tab. 13) zusammengefasst. Die Scherfestigkeitswerte der einzelnen Proben der Versuchsgruppen sind ebenfalls im Anhang (Tab. 14 bis Tab. 19) aufgeführt.

Die Ergebnisse der Scherfestigkeitswerte der unbehandelten Kunststoffbrackets der Kontrollgruppe (KOG) sind den Ergebnissen der desinfizierten Kunststoffbrackets (Gruppen 1–5) gegenübergestellt. Die Gegenüberstellung der einzelnen Gruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe gibt Auskunft über die unterschiedliche Weise der Auswirkung des jeweiligen Desinfektionsmittels in Bezug auf die Haftfestigkeit. Die weitere graphische Darstellung der Abscherwerte erfolgt in den Abb. 11–15 als Box-Whisker-Plots und zeigt auf, welche Gruppe mit der Kontrollgruppe verglichen wurde. Im Vergleich der fünf mit einem Desinfektionsmittel behandelten Versuchsgruppen zeigen zwei Gruppen einen signifikanten Unterschied in Bezug auf die Haftfestigkeit und sind in Abb. 16 isoliert gegenübergestellt. Einen Überblick aller Versuchsgruppen zeigt Abb. 17. Extremwerte sind durch [°] und Ausreißer durch [*] markiert.

4.1.1 Scherfestigkeiten der Kontrollgruppe und der mit Chlorhexamed-Fluid[®] desinfizierten Brackets der Gruppe 1



KOG: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, keine Desinfektion

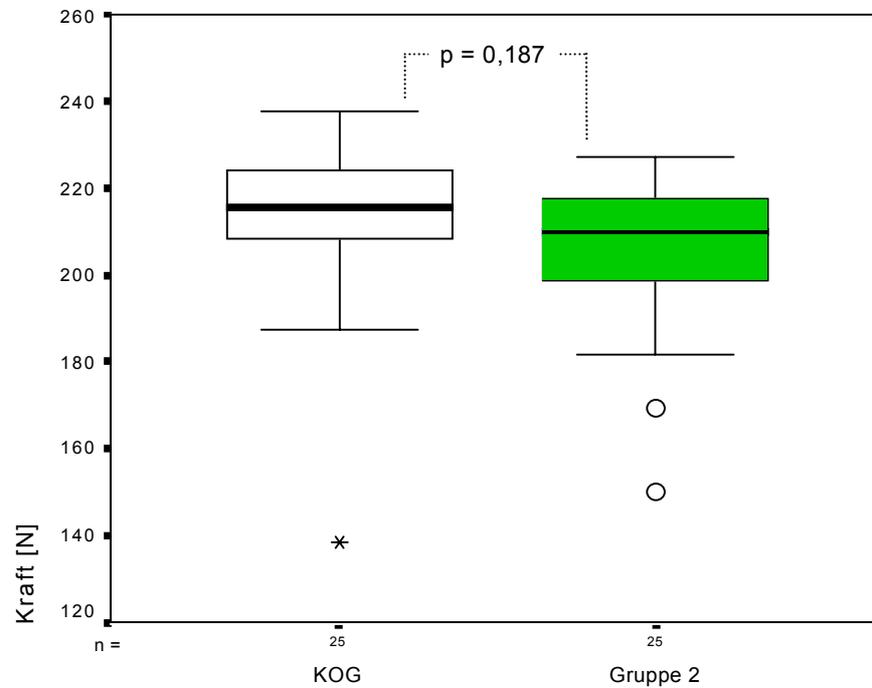
Gruppe 1: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Chlorhexamed-Fluid[®]

(n = ausgewertete Probenanzahl; p = berechnete Signifikanz; 0 = Extremwert; * = Ausreißer; dicker Balken = Median; Oberkante Kästchen = 75. Perzentil; Unterkante Kästchen = 25. Perzentil; oberster dünner Balken = Maximum; unterster dünner Balken = Minimum)

Abb. 11: Scherfestigkeitswerte der unbehandelten und der mit Chlorhexidin behandelten Kunststoffbrackets

Der Medianwert der mit Chlorhexamed-Fluid[®] desinfizierten Brackets (Gruppe 1) mit 218,5 N (21,85 MPa) liegt im Vergleich zur KOG mit 215,8 N (21,58 MPa) geringfügig höher. Der Unterschied ($p = 0,507$) ist nicht signifikant. Die Standardabweichung bei Gruppe 1 ist 15,66 N und 19,26 N bei der KOG. Das 25%-Perzentil (212,3 N) und 75%-Perzentil (226,55 N) der Gruppe 1 liegt etwas höher als das 25%-Perzentil (208,3 N) und 75%-Perzentil (224,4 N) der KOG.

4.1.2 Scherfestigkeiten der Kontrollgruppe und der mit Meliseptol® desinfizierten Brackets der Gruppe 2



KOG: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond®-Adhäsiv/Primer, keine Desinfektion

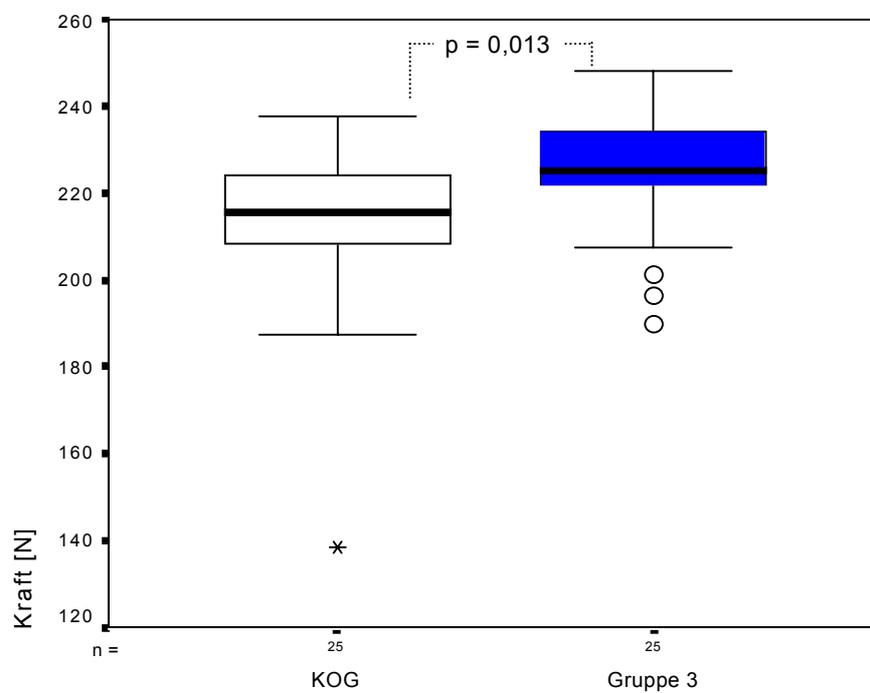
Gruppe 2: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond®-Adhäsiv/Primer, Meliseptol®

(n = ausgewertete Probenanzahl; p = berechnete Signifikanz; 0 = Extremwert; * = Ausreißer; dicker Balken = Median; Oberkante Kästchen = 75. Perzentil; Unterkante Kästchen = 25. Perzentil; oberster dünner Balken = Maximum; unterster dünner Balken = Minimum)

Abb. 12: Scherfestigkeitswerte der unbehandelten und der mit Meliseptol® behandelten Kunststoffbrackets

In der Versuchsgruppe 2 liegt der Medianwert bei 209,8 N (20,98 MPa). Der Wert ist etwas niedriger im Vergleich zur KOG mit 215,8 N (21,58 MPa). Auch hier ist der Unterschied ($p = 0,187$) nicht signifikant. Die Standardabweichungen der beiden Gruppen unterscheiden sich nur geringfügig (Gruppe 1: 19,26 N; Gruppe 3: 18,35 N). Das 25%-Perzentil von 198,7 N und 75%-Perzentil von 217,88 N der Gruppe 2 ist ebenfalls niedriger als bei der KOG mit 208,38 N (25%-Perzentil) und 224,48 N (75%-Perzentil).

4.1.3 Scherfestigkeiten der Kontrollgruppe und der mit Ethanol desinfizierten Brackets der Gruppe 3



KOG: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, keine Desinfektion

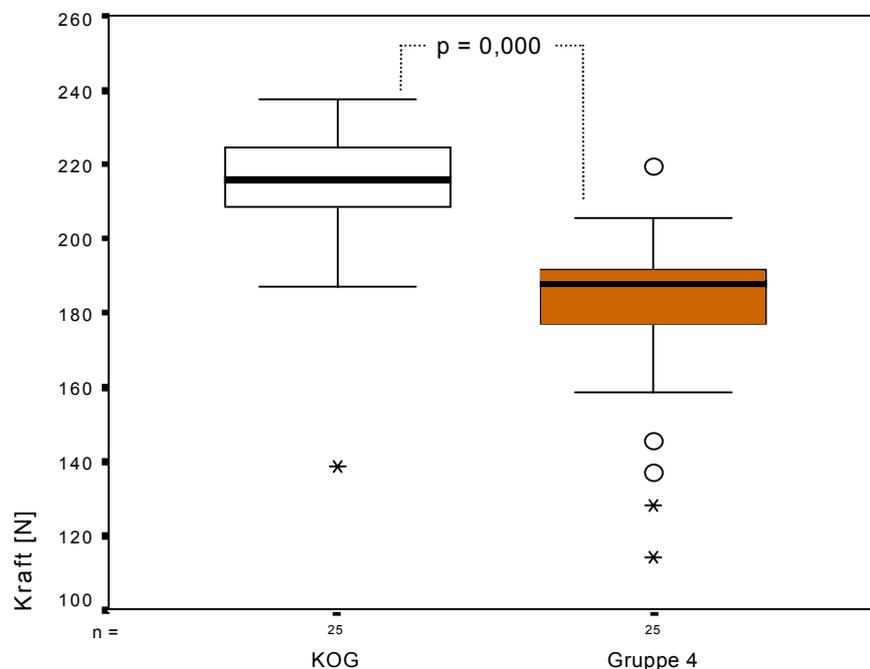
Gruppe 3: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Ethanol

(n = ausgewertete Probenanzahl; p = berechnete Signifikanz; 0 = Extremwert; * = Ausreißer; dicker Balken = Median; Oberkante Kästchen = 75. Perzentil; Unterkante Kästchen = 25. Perzentil; oberster dünner Balken = Maximum; unterster dünner Balken = Minimum)

Abb. 13: Scherfestigkeitswerte der unbehandelten und der mit Ethanol behandelten Kunststoffbrackets

In der Gruppe 3 ist ein höherer Medianwert von 225,1 N (22,51 MPa) im Gegensatz zu 215,8 N (21,58 MPa) der KOG zu erkennen. Der Gruppenunterschied ist jedoch ($p = 0,013$) nicht signifikant. Die Standardabweichung in Gruppe 3 beträgt 14,72 N und in der KOG 19,26 N. Die 25%- und 75%-Perzentile reichen in Gruppe 3 von 221,43 N bis 234,63 N und in der KOG von 208,38 N bis 224,48 N.

4.1.4 Scherfestigkeiten der Kontrollgruppe und der mit Natriumhypochlorid desinfizierten Brackets der Gruppe 4



KOG: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond®-Adhäsiv/Primer, keine Desinfektion

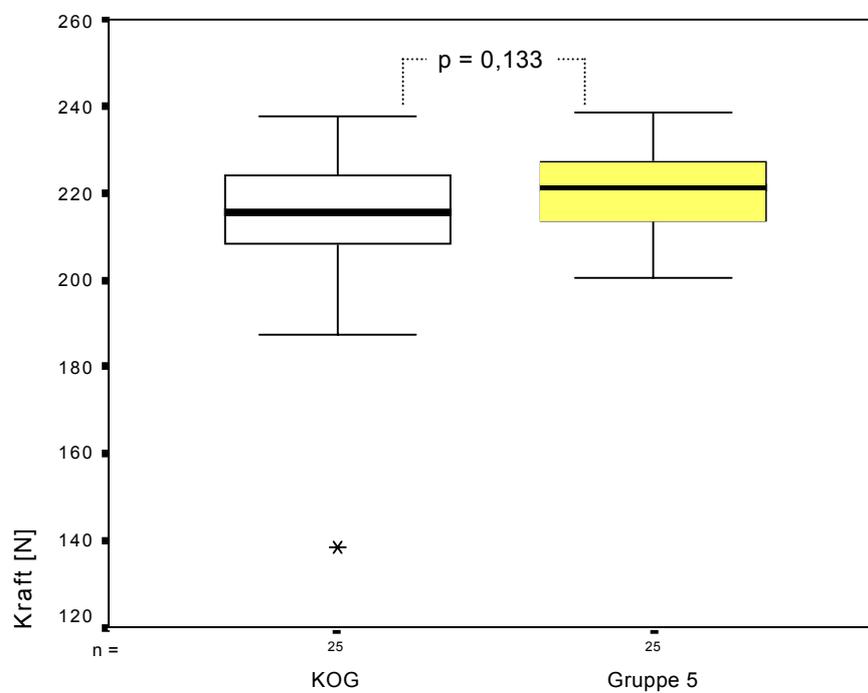
Gruppe 4: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond®-Adhäsiv/Primer, Natriumhypochlorid

(n = ausgewertete Probenanzahl; p = berechnete Signifikanz; 0 = Extremwert; * = Ausreißer; dicker Balken = Median; Oberkante Kästchen = 75. Perzentil; Unterkante Kästchen = 25. Perzentil; oberster dünner Balken = Maximum; unterster dünner Balken = Minimum)

Abb. 14: Scherfestigkeitswerte der unbehandelten und der mit Natriumhypochlorid behandelten Kunststoffbrackets

In dieser Versuchsreihe sind die mittleren Scherfestigkeitswerte der mit Natriumhypochlorid desinfizierten Kunststoffbrackets (Gruppe 4) signifikant geringer als die Werte der unbehandelten Brackets der KOG ($p = 0,000$). Auffällig ist ein Unterschied im Medianwert der Gruppe 4 mit 187,6 N (18,76 MPa) im Vergleich zu der KOG mit 215,8 N (21,58 MPa). Die Standardabweichung der Gruppe 5 beträgt in dieser Versuchsreihe 24,76 N, im Gegensatz zur KOG mit 19,26 N. Gruppe 4 zeigt ein niedrigeres 25%- und 75%-Perzentil mit 175,4 N und 191,63 N als die KOG mit 208,38 N und 224,48 N.

4.1.5 Scherfestigkeiten der Kontrollgruppe und der mit Wasserstoffperoxid desinfizierten Brackets der Gruppe 5



KOG: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, keine Desinfektion

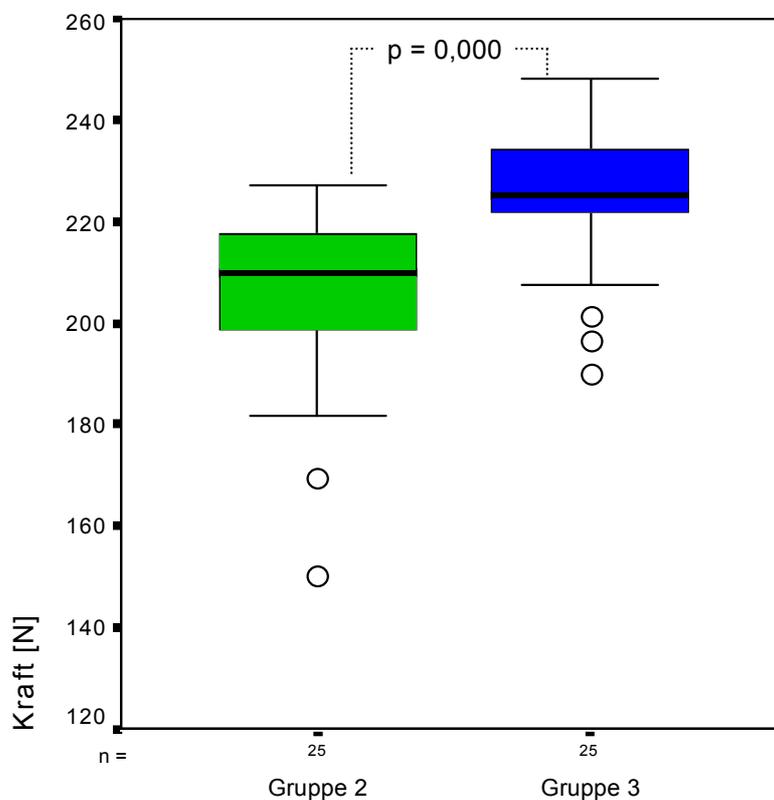
Gruppe 5: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Wasserstoffperoxid

(n = ausgewertete Probenanzahl; p = berechnete Signifikanz; * = Ausreißer; dicker Balken = Median; Oberkante Kästchen = 75. Perzentil; Unterkante Kästchen = 25. Perzentil; oberster dünner Balken = Maximum; unterster dünner Balken = Minimum)

Abb. 15: Scherfestigkeitswerte der unbehandelten und der mit Wasserstoffperoxid behandelten Kunststoffbrackets

Die mit Wasserstoffperoxid desinfizierte Gruppe 5 hat einen mit 221,3 N (22,13 MPa) höheren Medianwert als die KOG mit 215,8 N (21,58 MPa). Auch bei dieser Gruppe ist der Unterschied in der Scherfestigkeit ($p = 0,133$) nicht signifikant. Die Standardabweichung der Gruppe 5 beträgt 10,82 N, die der KOG 19,26 N. Im Vergleich zur KOG mit 208,38 N und 224,48 N (25%- und 75%-Perzentil) hat Gruppe 5 Werte von 212,98 N und 227,35 N (25%- und 75%-Perzentil).

4.1.6 Scherfestigkeiten der mit Meliseptol[®] und der mit Ethanol desinfizierten Brackets



Gruppe 2: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Meliseptol[®]

Gruppe 3: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Ethanol

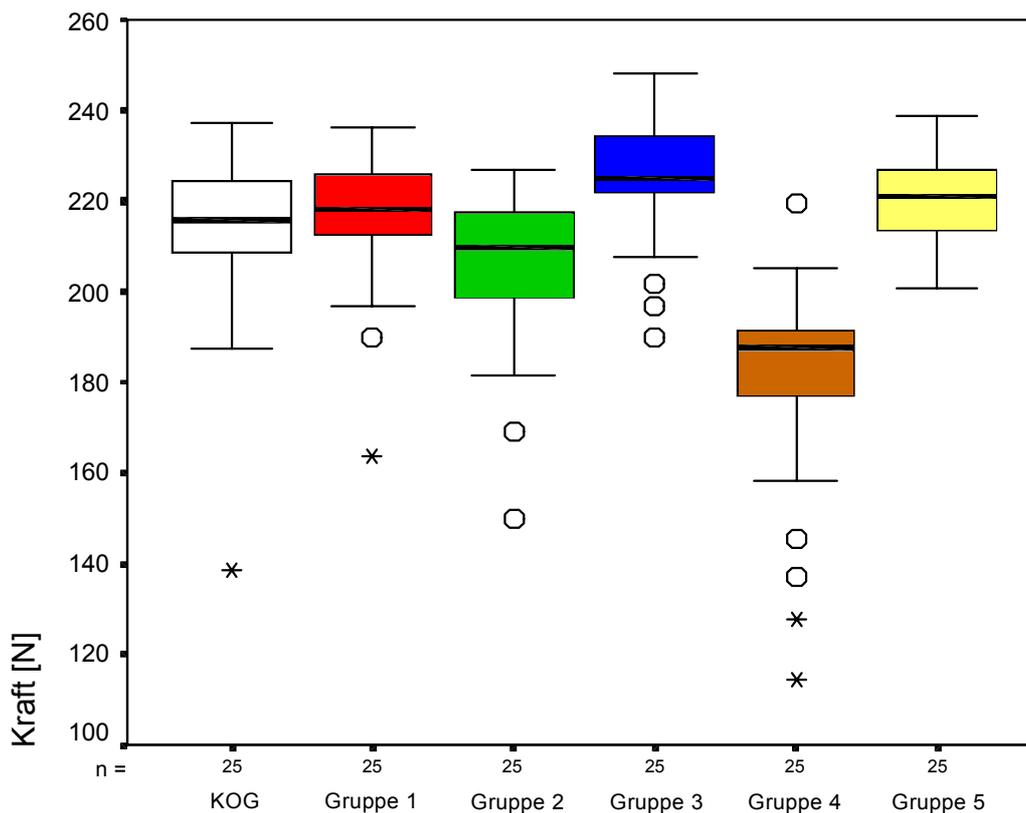
(n = ausgewertete Probenanzahl; p = berechnete Signifikanz; 0 = Extremwert; dicker Balken = Median; Oberkante Kästchen = 75. Perzentil; Unterkante Kästchen = 25. Perzentil; oberster dünner Balken = Maximum; unterster dünner Balken = Minimum)

Abb. 16: Scherfestigkeitswerte der mit Meliseptol[®] und der mit Ethanol behandelten desinfizierten Kunststoffbrackets

Die mit Meliseptol[®] desinfizierte Gruppe 2 hat signifikant geringere ($p = 0,000$) Scherfestigkeitswerte im Gegensatz zu der mit Ethanol desinfizierten Gruppe 3. Der Medianwert der Gruppe 2 ist mit 209,80 N (20,98 MPa) niedriger als der Wert der Gruppe 3 mit 225,10 N (22,51 MPa). Die Standardabweichung beträgt 18,35 N bei Gruppe 2 und 14,72 N bei Gruppe 3. Das 25%-Perzentil (198,70 N) und 75%-

Perzentil (217,88 N) der Gruppe 2 ist geringer als das 25%- und 75%-Perzentil der Gruppe 3 mit 221,43 N und 234,63 N.

4.1.7 Scherfestigkeiten aller Versuchsgruppen im Überblick



KOG: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, keine Desinfektion

Gruppe 1: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Chlorhexamed-Fluid[®]

Gruppe 2: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Meliseptol[®]

Gruppe 3: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Ethanol

Gruppe 4: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Natriumhypochlorid

Gruppe 5: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Wasserstoffperoxid

(n = ausgewertete Probenanzahl; 0 = Extremwert; * = Ausreißer; dicker Balken = Median; Oberkante Kästchen = 75. Perzentil; Unterkante Kästchen = 25. Perzentil; oberster dünner Balken = Maximum; unterster dünner Balken = Minimum)

Abb. 17: Scherfestigkeiten aller Versuchsgruppen im Überblick

In Abb. 17 sind die Scherfestigkeitswerte aller Versuchsgruppen noch einmal übersichtlich dargestellt.

Die Medianwerte der Gruppe 1 (218,50 N), Gruppe 2 (209,80 N), Gruppe 3 (225,10 N) und Gruppe 5 (221,30 N) liegen im Vergleich zum Medianwert der KOG (215,80 N) im Messfehlerbereich von 18,17 N und sind somit statistisch nicht signifikant (Tab. 12 im Anhang). Mit dem Medianwert von 187,60 N befindet sich Gruppe 4 außerhalb des Messfehlerbereichs von 18,17 N. Im Vergleich zum Medianwert der KOG (215,80 N) ist Gruppe 4 statistisch signifikant. Eine Gegenüberstellung von Gruppe 2 und Gruppe 3 zeigt keine statistische Signifikanz, da die Medianwerte von 209,80 N und 225,10 N innerhalb des Messfehlerbereichs (18,17 N) liegen.

4.2 Ergebnisse der Varianzanalyse (ANOVA)

Das Ergebnis der Varianzanalyse zeigt, dass die Nullhypothese auf dem 5%-Signifikanzniveau zurückgewiesen werden muss ($F = 21,2$; $df = 5$; $p < 0,001$). Dieses Ergebnis bedeutet, dass es Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgruppen gibt und sich die mittlere Verbundfestigkeit von mindestens zwei Gruppen signifikant voneinander unterscheiden.

Die Ergebnisse der multiplen paarweisen Gruppenvergleiche (Post-Hoc-Test, Tab. 20 im Anhang) sind nach der α -Adjustierung ($p = 0,001$) in Tab. 10 zusammengefasst wiedergegeben.

Im Vergleich zur Kontrollgruppe (KOG) zeigten die im Abscherversuch mit Ethanol (Gruppe 3) und Wasserstoffperoxid (Gruppe 5) desinfizierten Brackets eine nicht signifikant höhere ($p > 0,001$), die mit Meliseptol[®] (Gruppe 2) vorbehandelten Brackets eine nicht signifikant ($p > 0,001$) geringere Haftfestigkeit. Die mit Chlorhexamed-Fluid[®] desinfizierte Gruppe 1 kommt den Haftfestigkeitswerten der KOG nicht signifikant ($p > 0,001$) am nächsten. Die mit Natriumhypochlorid desinfizierte Gruppe 4

unterscheidet sich zu der KOG und allen anderen Gruppen signifikant ($p < 0,001$) mit der geringsten gemessenen Haftfestigkeit.

Tab. 10: Multiple paarweise Gruppenvergleiche ($\alpha_{\text{adj.}}$ -Signifikanzniveau = 0,001)

	KOG	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
KOG		0,507	0,187	0,013	< 0,001*	0,133
Gruppe 1			0,048	0,067	< 0,001	0,399
Gruppe 2				< 0,001	< 0,001	0,005
Gruppe 3					< 0,001	0,320
Gruppe 4						< 0,001
Gruppe 5						

* p=Signifikanzwert, $p \leq 0,001$ signifikant, $p > 0,001$ nicht signifikant

KOG: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, keine Desinfektion

Gruppe 1: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Chlorhexamed-Fluid[®]

Gruppe 2: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Meliseptol[®]

Gruppe 3: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Ethanol

Gruppe 4: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Natriumhypochlorid

Gruppe 5: Kunststoffbracket (POM), Quick-Bond[®]-Adhäsiv/Primer, Wasserstoffperoxid

Beim Vergleich der Gruppen untereinander ist ein signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) in der Haftfestigkeit zwischen der Gruppe 2 und 3 zu erkennen. Die mit Meliseptol[®] desinfizierte Gruppe 2 besitzt signifikant geringere und die mit Ethanol desinfizierte Gruppe 3 signifikant höhere Haftfestigkeitswerte.