

5 Ergebnisse

Die Ergebnisse der quantitativen Computeranalyse werden in Boxplot-Diagrammen angegeben (Abb.: 5.1. - 5.13.). Die Diagramme zeigen die vertikalen sowie zervikalen Randqualitäten der Füllungsmaterialien zum entsprechenden Zeitpunkt (vor Temperaturwechselbelastung, nach Temperaturwechselbelastung, nach okklusaler Belastung) und lokalisationsabhängig (Schmelz, Dentin). Die Balken stellen neben dem kleinsten (5 % Perzentil) und größten (95 % Perzentil) Datenwert innerhalb der inneren Eingrenzung auch untere (25 % Perzentil), mittlere (50 % Perzentil, Medianwert) und obere (75 % Perzentil) Datenwerte dar. Ausreisser werden mit einem kleinen Kreis sichtbar gemacht. Diese Boxplots bieten gute Vergleichsmöglichkeiten der einzelnen Gruppen untereinander.

In den Abbildungen wurde auf eine graphische Darstellung von Überschuss, Unterschuss und Artefakten verzichtet, da sich einerseits keine signifikanten Unterschiede in den einzelnen Gruppen fanden, zum anderen die Kriterien auf Ausarbeitungsfehler zurückzuführen sind und über das Potential des Füllungsmaterials keine Rückschlüsse zulassen. Das Kriterium Artefakt kann ebenfalls vernachlässigt werden, da es sich um replika- und kausimulationsbedingte Fehler handelt.

Folgende Abkürzungen werden verwendet:

PR: Perfekter Rand
RU: Unregelmäßigkeit
ZHF: Zahnhartsubstanzfraktur
FRF: Füllungsrandfraktur
RS: Randspalt
ÜS: Überschuss
US: Unterschuss
ART: Artefakt
— :signifikant ($p < 0,05$)
Z 250 : direkte Kompositfüllung
Keramikinsert: Kompositfüllung mit Keramikinsert
Kompositinsert: Kompositfüllung mit Kompositinsert
CAD/CIM VM: Vita Mark II Inlay
CAD/CIM PC: PolymerCeramic Inlay
Z 250 Inlay: direktes Kompositinlay

5.1 Randqualität der Grenzfläche Zahn – Komposit/Befestigungskomposit

5.1.1 Vertikale Grenzflächen

Im Bereich der vertikalen Restaurationsränder zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei Füllungen, die zervikal im Schmelz oder Dentin endeten. Daher wurden die Gruppen zusammenfassend dargestellt und auf eine differenzierte Darstellung von Schmelz- und Dentinbegrenzung verzichtet.

Zu allen Untersuchungszeitpunkten traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen auf. Überwiegendes Kriterium war PR. Vor Temperaturwechselbelastung (Abb.: 5.1.) wurden perfekte Ränder in 86,6 – 95,5 % der Fälle gefunden. Z 250 Füllungen lagen mit der geringsten Prozentzahl am unteren Ende, Z 250 Inlays und CAD/CIM Polymer Ceramic Inlays lagen mit 94,3 bzw. 95,5 % eng beieinander an der Spitze. Randunregelmäßigkeiten wurden bei allen Versorgungen gefunden. Diese lagen im Bereich 2,9 – 3,8 %, Randspalten kamen unter 1 % bei Z 250 Füllungen sowie Kompositinsertfüllungen vor. Zahnhartsubstanzfrakturen wurden in sehr geringem Maße bei Z 250 Füllungen und CAD/CIM Vita MarkII Inlays gefunden.

Nach Temperaturwechselbelastung (Abb.: 5.2.) nahm die Anzahl der perfekten Ränder ab, Randunregelmäßigkeiten wurden öfter angetroffen, ebenso nahmen Zahnhartsubstanzfrakturen zu. Auch nach Temperaturwechselbelastung zeigte sich bei Z 250 Füllungen mit 75,9 % die geringste Anzahl an perfekten Rändern und mit 2,8 % die meisten Randspalten. CAD/CIM Polymer Ceramic Inlays und Z 250 Inlays führten auch mit 87,3 und 89,0 % die Gruppe der perfekten Ränder an.

Nach okklusaler Belastung im Münchener Kausimulator wurden in allen Gruppen Randspalten gefunden, die Werte lagen bei 0,9 – 4,3 %, Füllungsrandfrakturen nahmen zu. Auch Zahnhartsubstanzfrakturen wurden öfter analysiert. Die Randqualität Perfekter Rand wurde erneut im unteren Wert von Z 250 Füllungen beschlossen, Z 250 Inlays und CAD/CIM Polymer Ceramic Inlays sowie CAD/CIM Vita MarkII Inlays bildeten den oberen Abschluß mit 88,3 – 93,2 %.

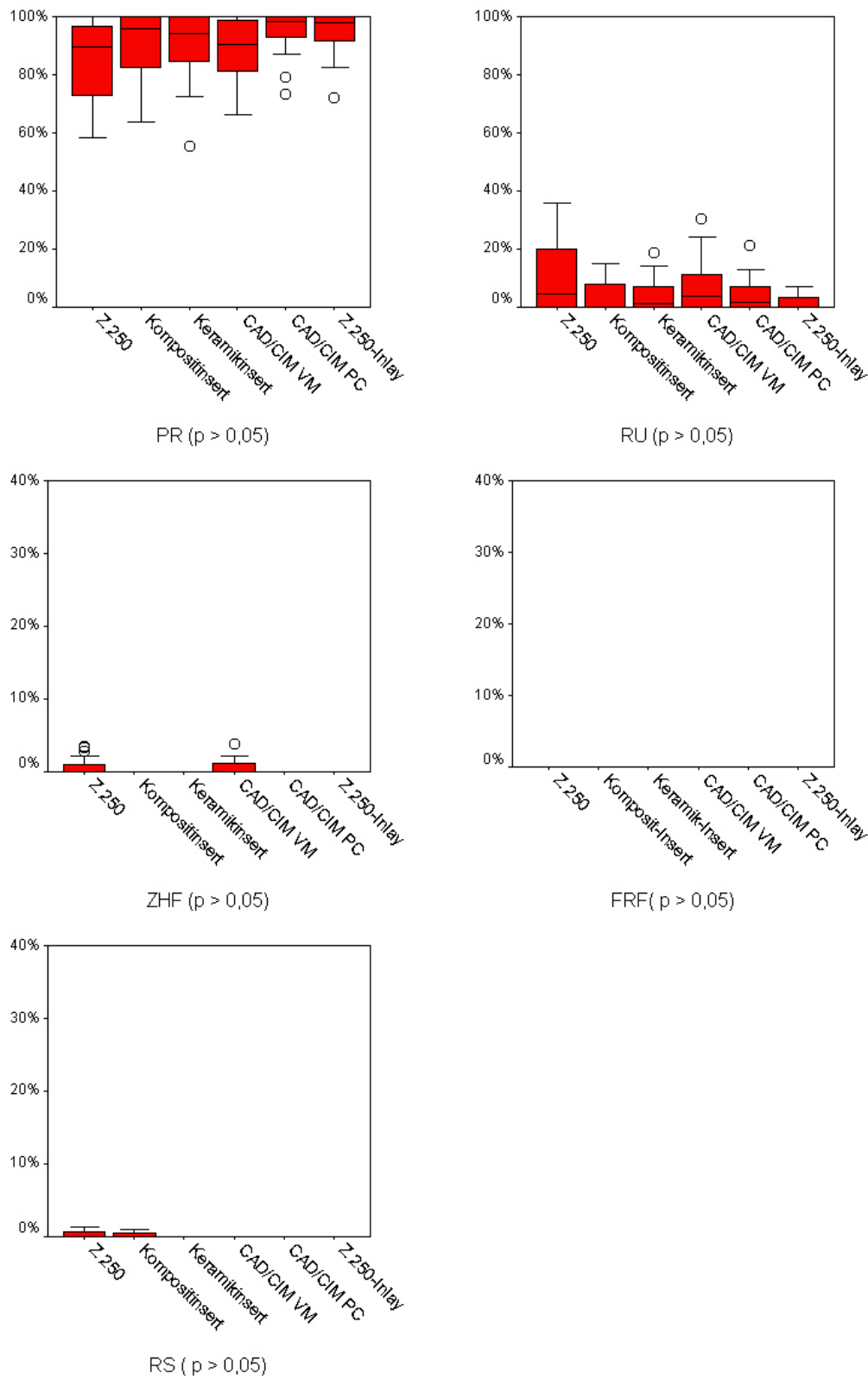


Abb. 5.1. Vertikale Grenzflächen vor TWB (Schmelz und Dentin)

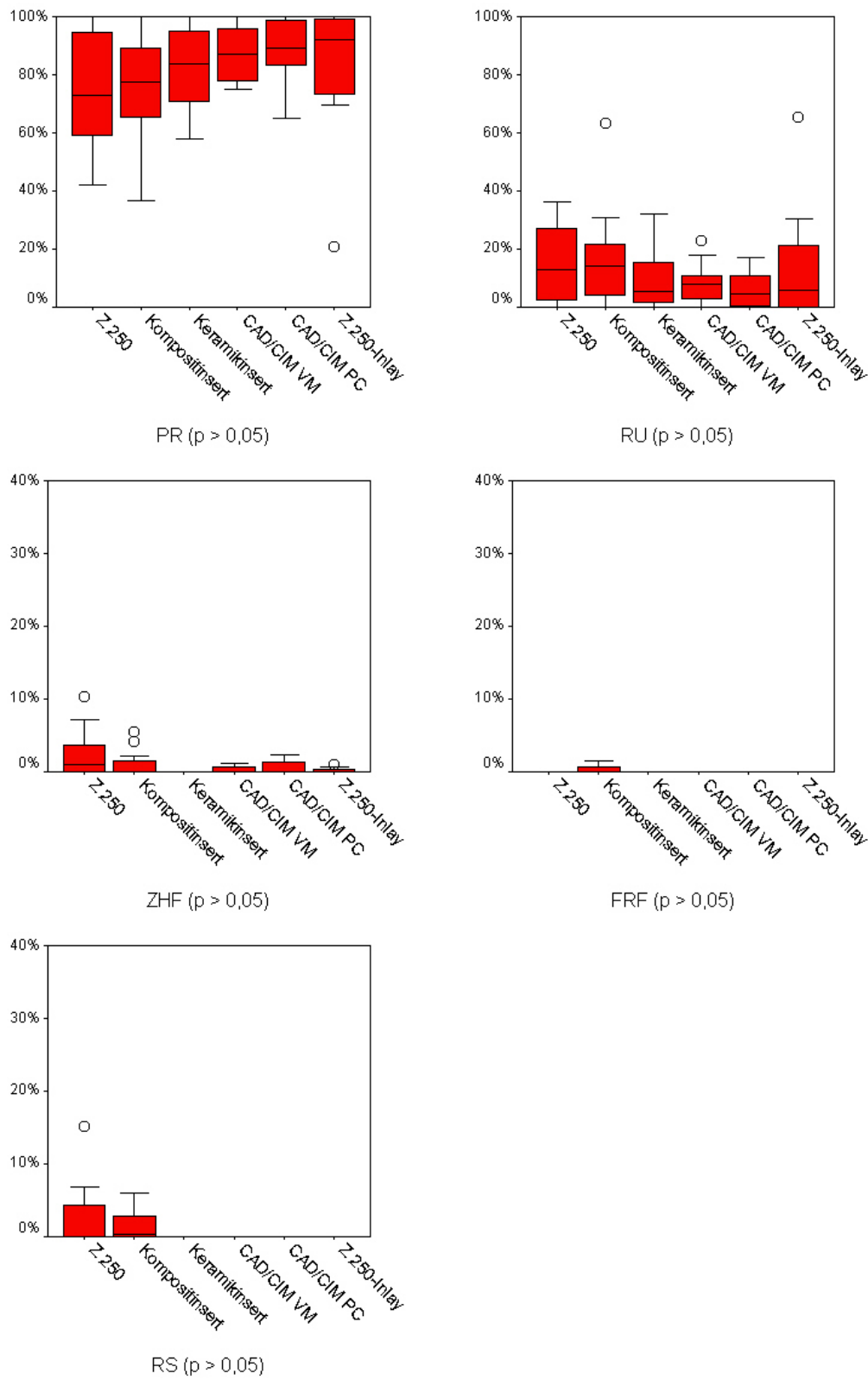


Abb. 5.2. Vertikale Grenzflächen nach TWB (Schmelz und Dentin)

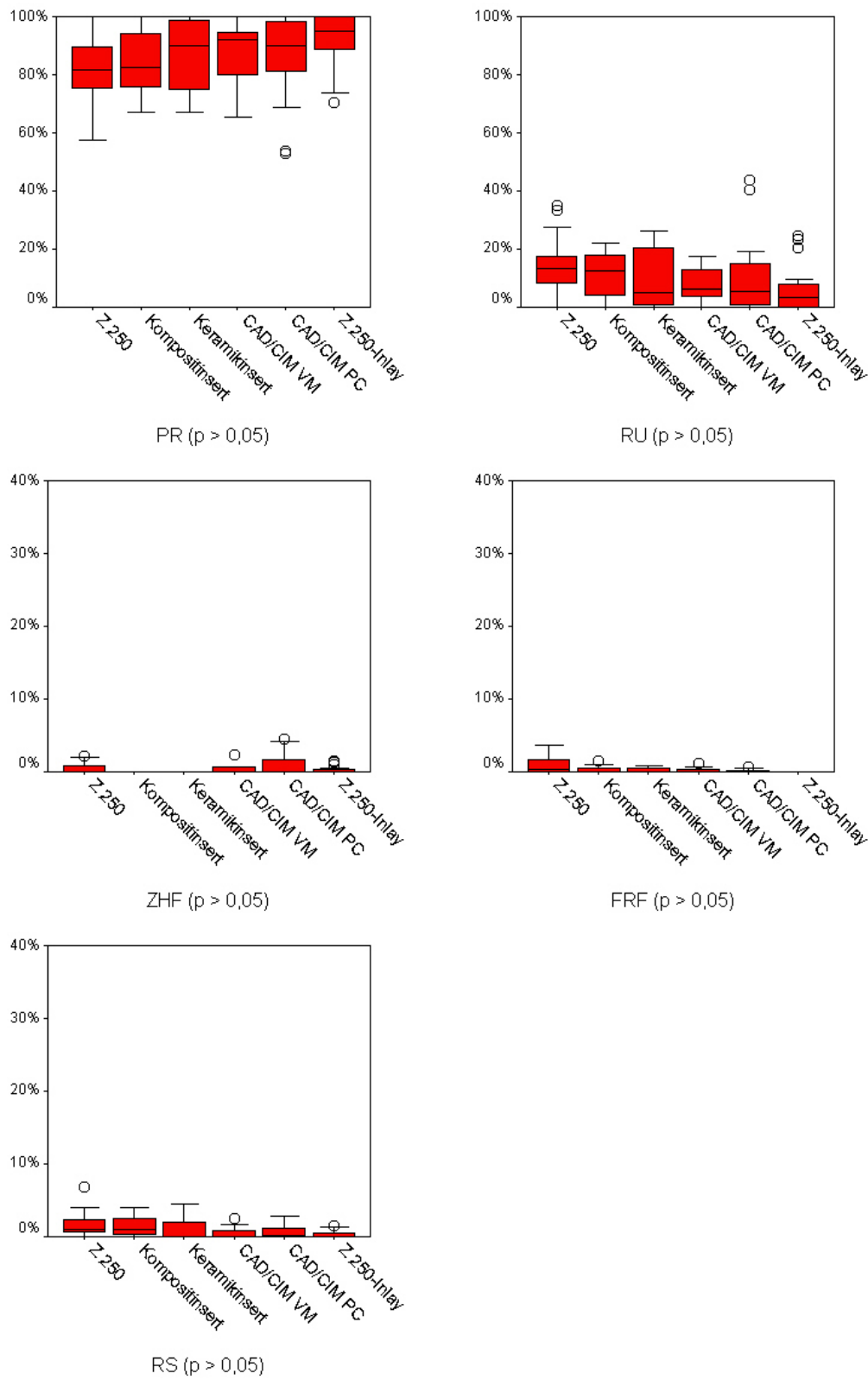


Abb. 5.3. Vertikale Grenzflächen nach okklusaler Belastung (Schmelz und Dentin)

5.1.2 Zervikale Grenzflächen im Schmelz

Vor TWB (Abb.: 5.4.) wurden bei allen Auswertungskriterien keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen festgestellt. Beim Kriterium Perfekter Rand zeigten sich für Kompositfüllungen und Keramikinsertfüllungen die schlechtesten Werte, Kompositinserts lagen mit direkten Z 250 Inlays gleichauf, gefräste Inlays (Vita Mark II, Polymer Ceramic) zeigten die geringste Streuung der Werte und lagen mit 90,7 bzw. 94,2 % am oberen Ende der Skala. Randspalten und Füllungsrandfrakturen wurden in unter 1% der Fälle gefunden. Zahnhartsubstanzfrakturen wurden bei Z 250 Füllungen, Kompositinserts und CAD/CIM Vita Mark II Inlays in unter 2% der Fälle gefunden.

Nach Temperaturwechselbelastung (Abb.: 5.5.) zeigte sich eine deutliche Verschlechterung der Randqualitätsmerkmale. Signifikant ($p < 0,05$) waren die Gruppenunterschiede nach TWB zwischen Z 250 Kompositfüllung (10,2 %) und den anderen adhäsiven Füllungsmaterialien (0,9 % - 1,9 %) bezüglich des Kriteriums Randspalt. Die Auswertung der Randkriterien Perfekter Rand und Randunregelmäßigkeit nach Temperaturwechselbelastung ergab für Kompositfüllungen: PR (74,6 %), RU (15,8 %); Kompositinsertfüllungen wurden PR (72,7 %), RU (16,3 %) zugeordnet, wohingegen Keramikinsertfüllungen PR (74,2 %), RU (8,7 %) erreichten. Modellierte Inlays erreichten PR (73,6 %) bzw. RU (20,3 %), gefräste Keramikinlays PR (82,6 %) bzw. RU (23,7 %) und gefräste Kompositinlays PR (72,9 %) bzw. RU (25,6 %). Zahnhartsubstanzfrakturen und Füllungsrandfrakturen bewegten sich bei Werten unter 3%.

Die okklusale Belastung führte zu signifikanten Unterschieden ($p < 0,05$) im Gruppenvergleich nach Kausimulation. Alle Insert- und Inlaygruppen konnten im Kriterium PR (72,2 % - 74,8 %) signifikant besser abschneiden als Kompositfüllungen PR (23,5). Bei Betrachtung des Randspaltverhaltens waren sowohl Insertfüllungen RS (2,3 % - 5,8 %) als auch alle Inlayversorgungen (0,5 – 3,8 %) signifikant besser als Kompositfüllungen (12,2 %). In bezug auf die anderen Randkriterien unterschieden sich Inlaygruppen untereinander nur geringfügig. CAD/CIM Polymer Ceramic Inlays zeigten tendenziell bessere Werte in den Kriterien RU und RS als Insertfüllungen und die anderen beiden Inlays. In Bezug auf das Kriterium

Füllungsrandfraktur wurden mit 1,1 % für Kompositinsertfüllungen bessere Werte als für Keramikinserts 4,3 % und Kompositfüllungen 5,9 % gefunden. Bei Betrachtung von ZHF wies die Gruppe der Z 250-Inlays die geringsten Defizite auf (0,3 %).

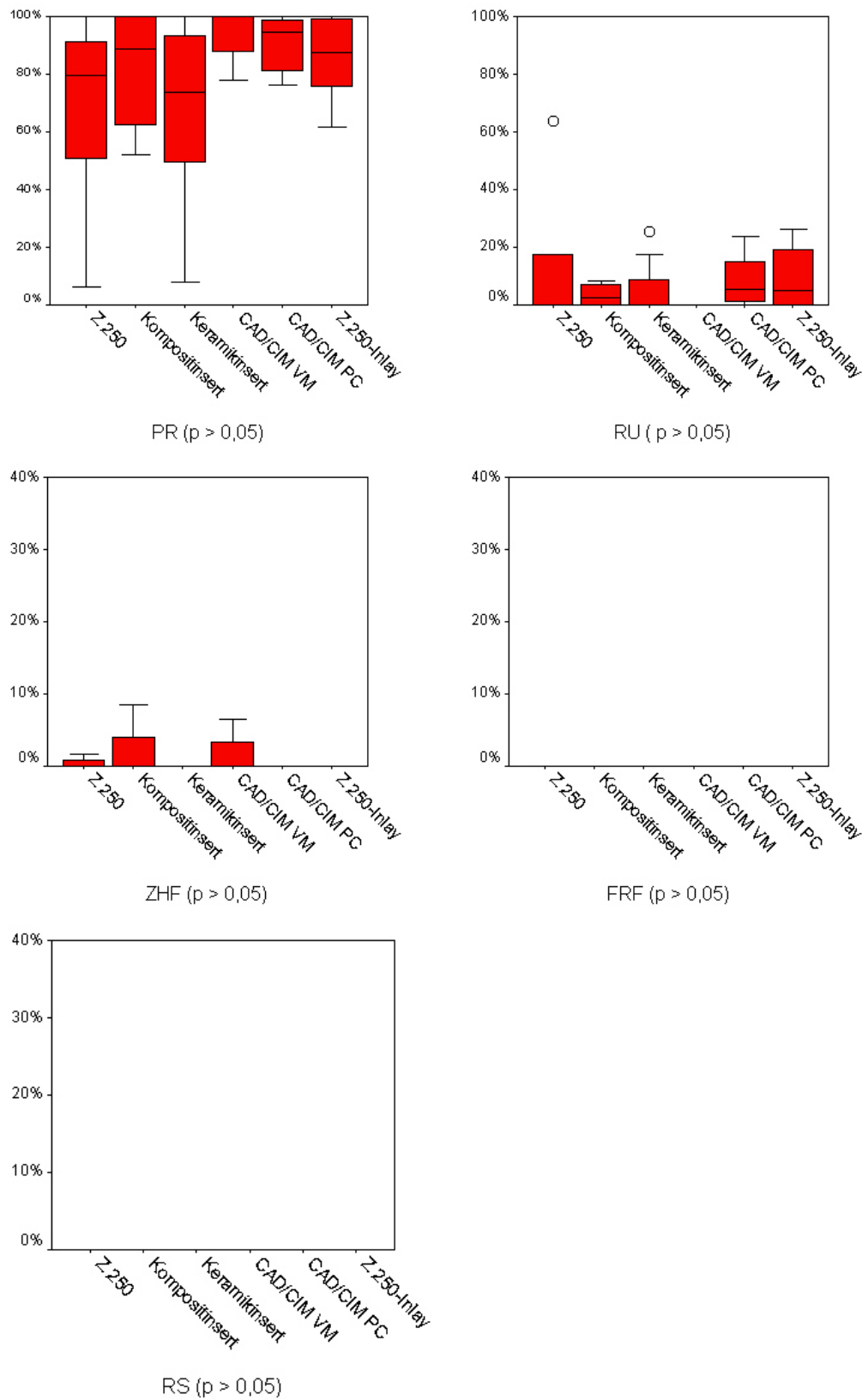


Abb. 5.4. Zervikale Grenzflächen vor TWB (Schmelz)

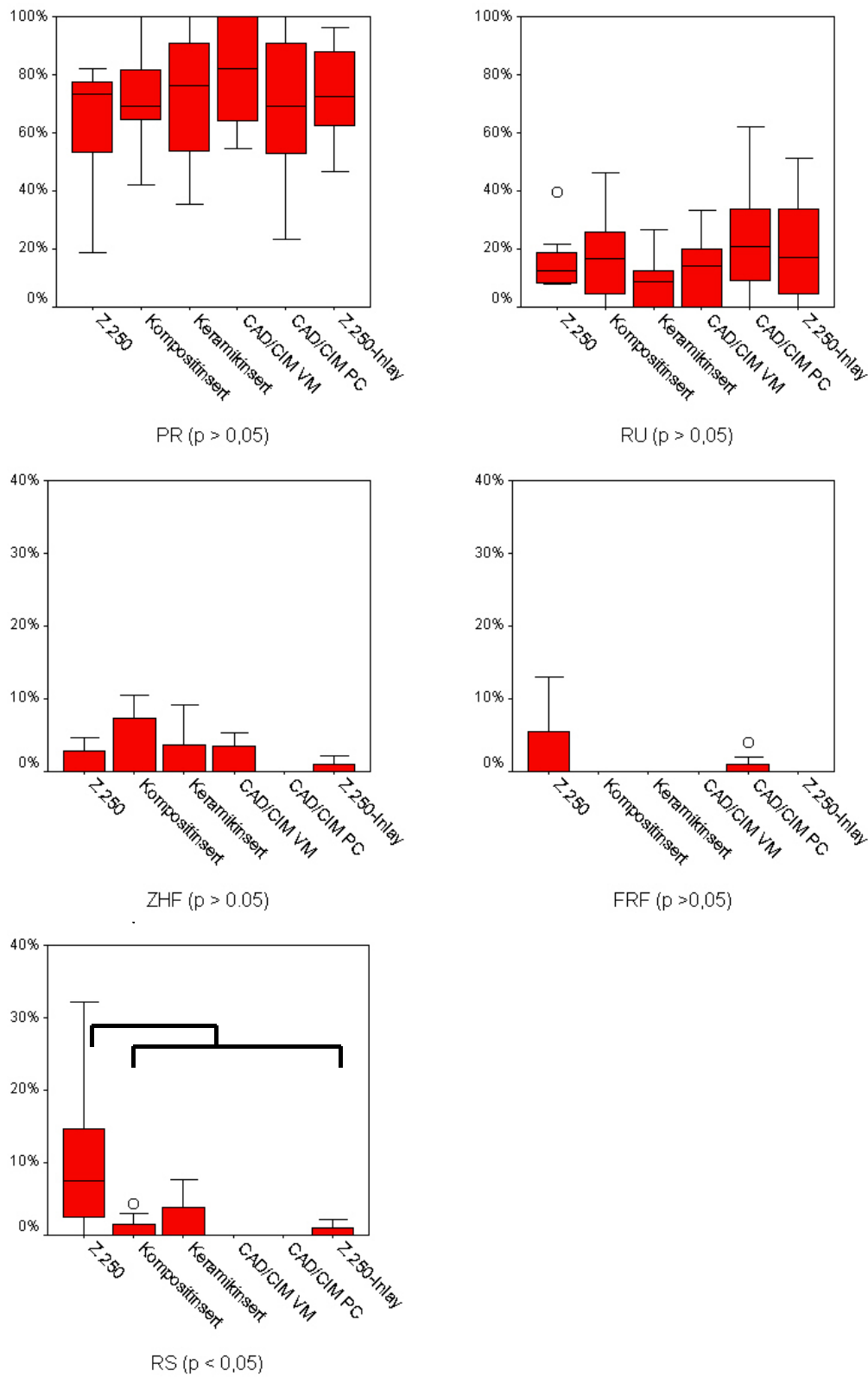


Abb. 5.5. Zervikale Grenzflächen nach TWB (Schmelz)

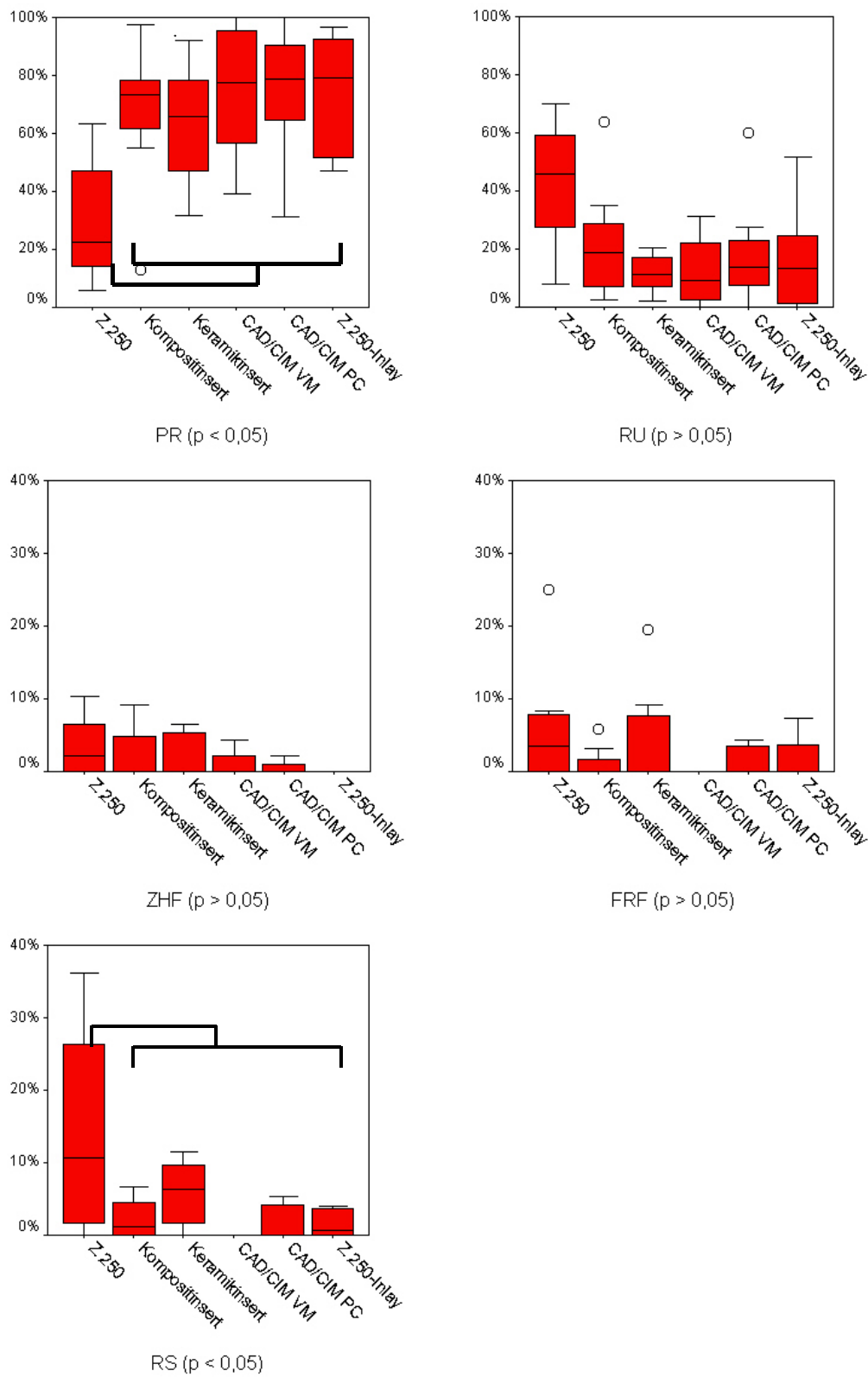


Abb. 5.6. Zervikale Grenzflächen nach okklusaler Belastung (Schmelz)

5.1.3 Zervikale Grenzflächen im Dentin

Vor Temperaturwechselbelastung wurden im Gruppenvergleich keine signifikanten Unterschiede analysiert. Nach dem ersten Analyseverfahren (Abb.: 5.7.) lagen die Werte für Kompositfüllungen und Insertfüllungen dicht beieinander. Perfekte Ränder wurden in 67,9 - 81,1 %, RU in 2,1 - 9,6 %, RS in 0,0 - 3,3 % der Fälle aufgezeichnet. Auch die Werte der Inlaygruppen waren relativ homogen: PR 83,4 - 97,2 %, RU 1,3 - 4,9 %, RS 0,0 %.

Nach Temperaturwechselbelastung (Abb.: 5.8.) waren im Gruppenvergleich aller adhäsiven Füllungsmaterialien in den Kriterien PR und RU Unterschiede zu beobachten, die allerdings nicht signifikant waren. Die anderen Randkriterien zeigten nur geringe Abweichungen (+/- 2 %). Für Kompositfüllungen wurden im Kriterium PR Werte von 60,2 % festgestellt, PR bei Kompositinsertfüllungen waren in 64,7 % der Fälle nachzuweisen. Die Werte für Keramikinsertfüllungen (82,5 %), CAD/CIM Vita Mark II-Inlays (80,6 %), CAD/CIM Polymer Ceramic Inlays (84,7 %) und Z 250-Inlays (78,9 %) waren tendenziell besser. RU fanden sich bei Kompositfüllungen mit 25,7 % häufiger als bei den anderen Füllungsmaterialien (2,4 % - 11,0 %).

Nach okklusaler Belastung (Abb.: 5.9.) war eine generelle Verschlechterung der Randqualitätsmerkmale zu erkennen. Im Gruppenvergleich erzielten Keramikinserts (12,1%) und Z 250-Inlays (10,7 %) bei Betrachtung des Kriteriums RU signifikant ($p < 0,05$) bessere Ergebnisse als Kompositinserts (37,2 %). Mit einem Wert von 29,3 % im Kriterium PR ergaben sich für Kompositinserts deutlich schlechtere Werte als für die anderen Füllungsmaterialien (48,9 % - 68,3 %). Im Kriterium RS wurden keine deutlichen Abweichungen zwischen Kompositfüllung, Kompositinsert und Keramikinsert gefunden (7,9 - 10,2 %). Im Vergleich der Inlays war der RS-Wert für CAD/CIM Vita Mark II Inlays (12,2 %) allerdings schlechter als für die anderen Inlays (4,2 % - 5,3 %). Kompositinsertfüllungen zeigten mit 9,0 % tendenziell mehr Zahnhartsubstanzfrakturen als andere Füllungsmaterialien (1,2 % - 5,1 %).

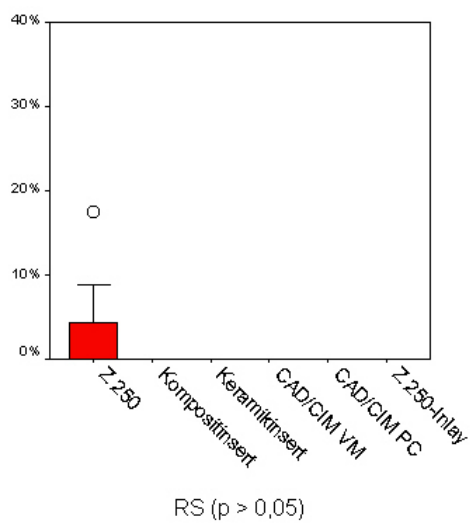
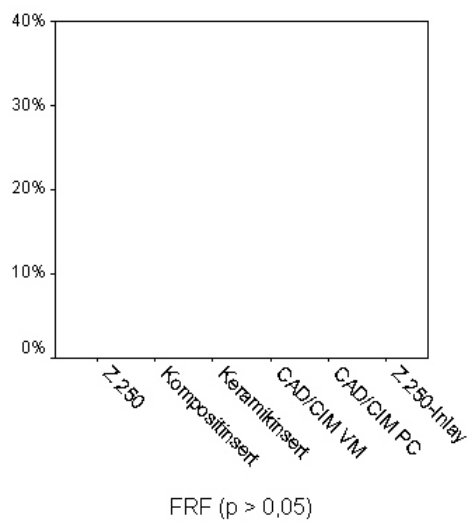
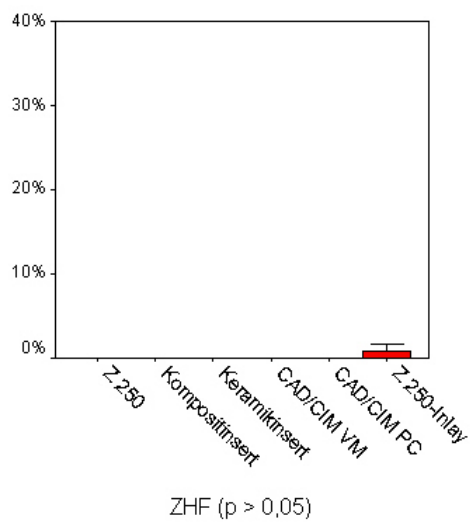
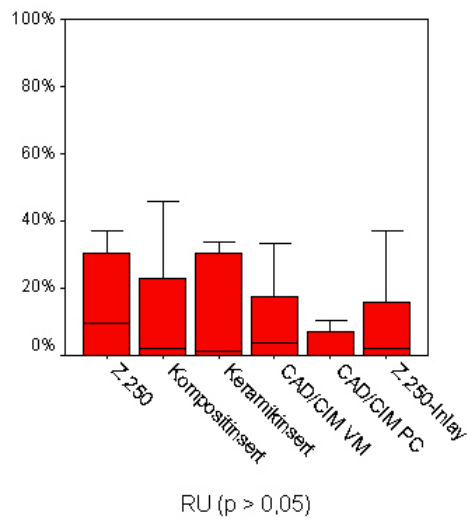
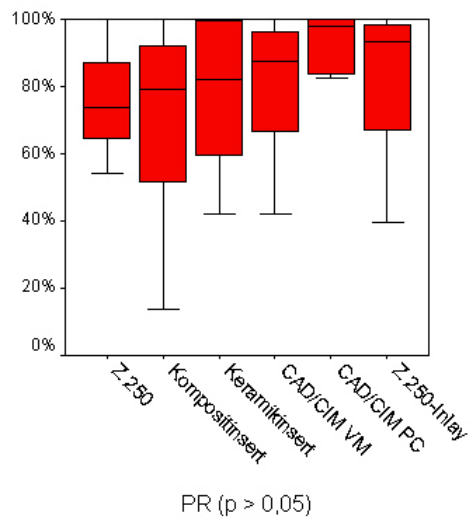


Abb. 5.7. Zervikale Grenzflächen vor TWB (Dentin)

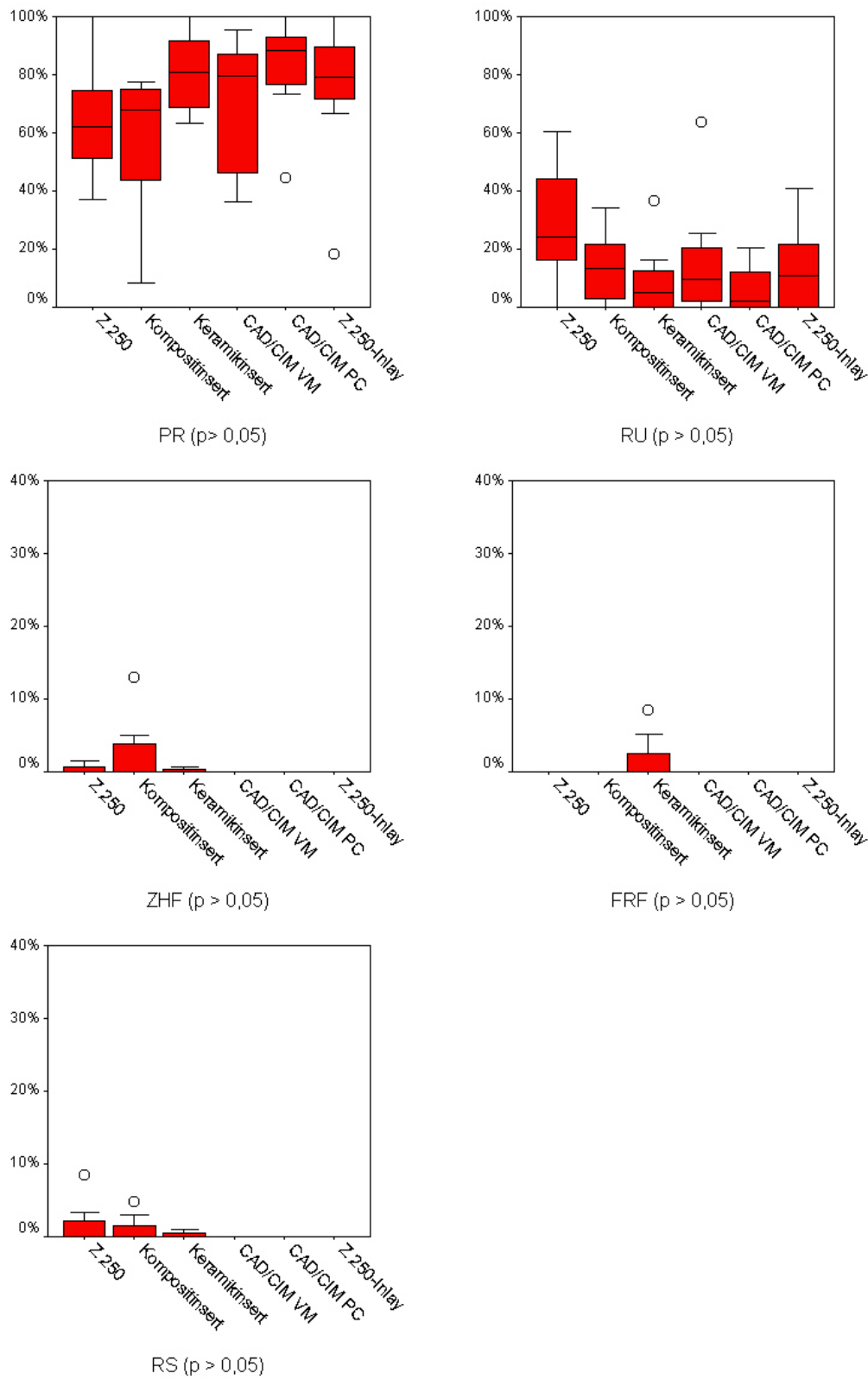


Abb. 5.8. Zervikale Grenzflächen nach TWB (Dentin)

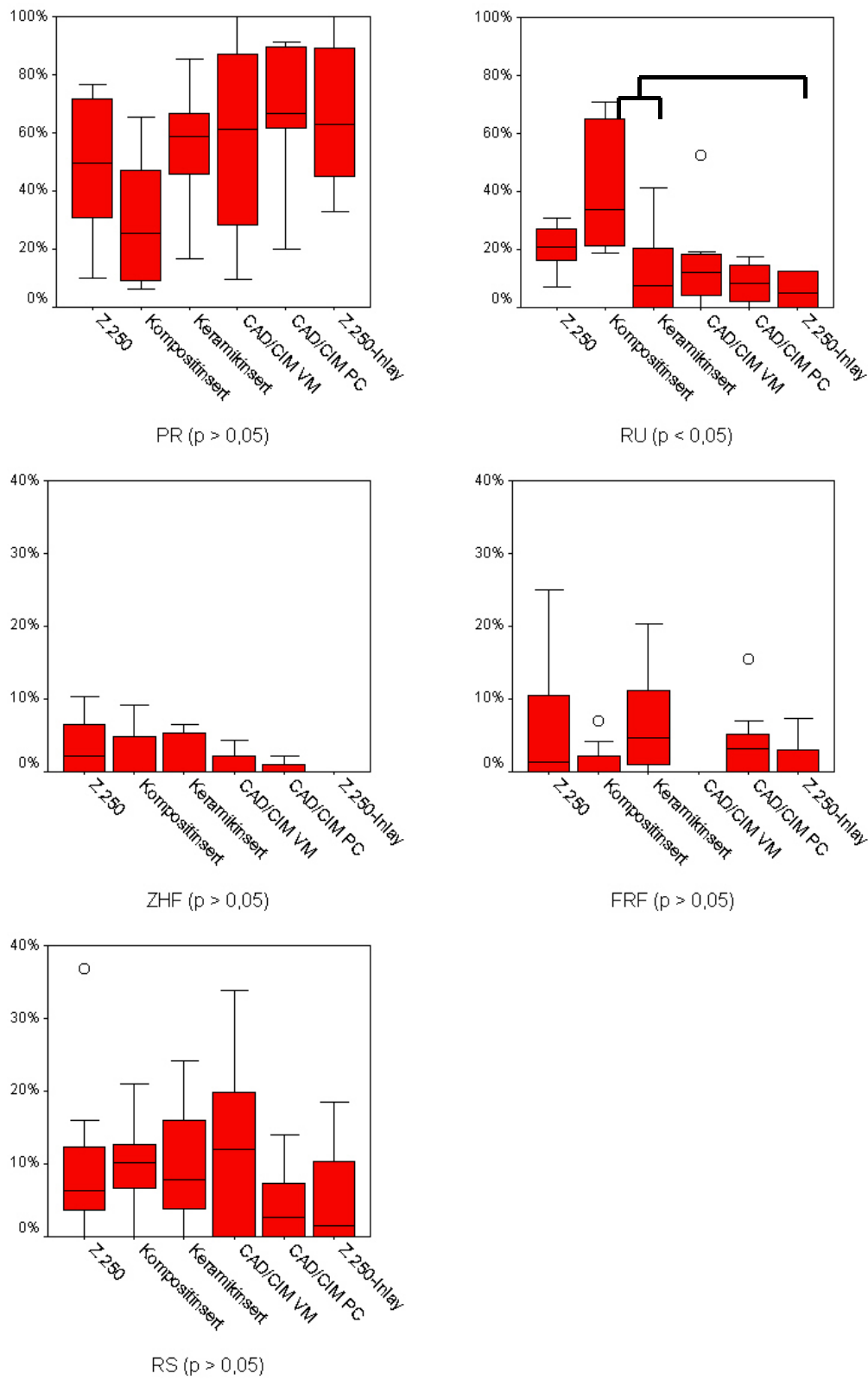


Abb. 5.9. Zervikale Grenzflächen nach Belastung (Dentin)

5.2 Randqualitäten der Grenzflächen Inlay/Befestigungskomposit

Analysiert wurden die Übergänge zwischen Inlay und Befestigungszement (Abb.: 5.10.). Boxplot-Diagramme wurden nur von den Kriterien PR, RU und RS erstellt, da in den anderen Kriterien nur Werte unter 1 % gefunden wurden.



Abb. 5.10. Befestigungskompositfuge

5.2.1 Vertikale Grenzflächen

Bei Betrachtung der vertikalen Grenzfläche wurden durchweg gute Ergebnisse erzielt. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,05$) zwischen den einzelnen Inlaygruppen. Auf eine graphische Darstellung wurde verzichtet.

Vor Temperaturwechselbelastung wurden an den Übergängen von Befestigungsmaterial zu Inlay PR im Bereich von 91,1 % bis 97,0 % aufgezeigt. RU wurden am häufigsten bei gefrästen Kompositinlays (6,5 %) gefunden (Keramikinlay 3,2 %, direktes Inlay 1,7 %) und Randspalten wurden in keiner der Inlaygruppen nachgewiesen.

Nach TWB lagen die Werte für PR zwischen 86,4 % und 93,1 %. Auch

Randunregelmäßigkeiten wurden sichtbar: Gefräste Kompositinlays erzielten 10,9 %, Keramikinlays 3,7 % und modellierte Inlays 7,4 %. Die Randunregelmäßigkeiten blieben bei Keramikinlays konstant, bei beiden Kompositinlays konnten Verschlechterungen dargestellt werden.

Nach okklusaler Belastung zeigten sich ebenso keine signifikanten Unterschiede, allerdings schnitt die Gruppe der gefrästen Kompositinlays im Vergleich zu den übrigen Inlays wiederum schlechter ab. In dieser Gruppe wurden 88,4 % PR, 7,3 % RU und 1,9 % RS nach Belastung gefunden. Keramikinlays erzielten hier Werte von 94,9 %, 4,6 % bzw. 0,0 % und modellierte Inlays Werte von 95,7 %, 3,7 % bzw. 0,0 %.

Auf eine graphische Darstellung der vertikalen Grenzfläche wurde auf Grund der geringen Abweichungen verzichtet.

5.2.2 Zervikale Grenzflächen

Vor der thermischen Belastung (Abb.: 5.11.) konnten bei allen Gruppen durchgehend PR gefunden werden (92,6 - 98,6 %). Die Werte für RS betragen bei allen Gruppen 0,0 %.

Nach Temperaturwechselbelastung (Abb.: 5.12.) konnten signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) in den Kriterien PR und RU festgestellt werden. Keramikinlays (PR 97,7 %, RU 1,1 %) erzielten in beiden Kriterien signifikant bessere Werte als gefräste Kompositinlays (78,3 % bzw. 16,5 %). Auch direkte Inlays wiesen tendenziell schlechtere Werte in diesen beiden Kriterien gegenüber Keramikinlays auf (PR 86,7 %, RU 11,5 %).

Auch nach Belastung im Münchener Kausimulator (Abb.: 5.13.) ergaben sich signifikant ($p < 0,05$) schlechtere Werte für CAD/CIM Polymer Ceramic Inlays (PR 67,7 %), im Vergleich zu CAD/CIM Vita Mark II Inlays (PR 91,7 %). Auch wurden RS mit 10,3 % in der Gruppe gefrästes Kompositinlay signifikant häufiger gefunden als in den anderen Inlaygruppen (0,3 % und 0,2 %).

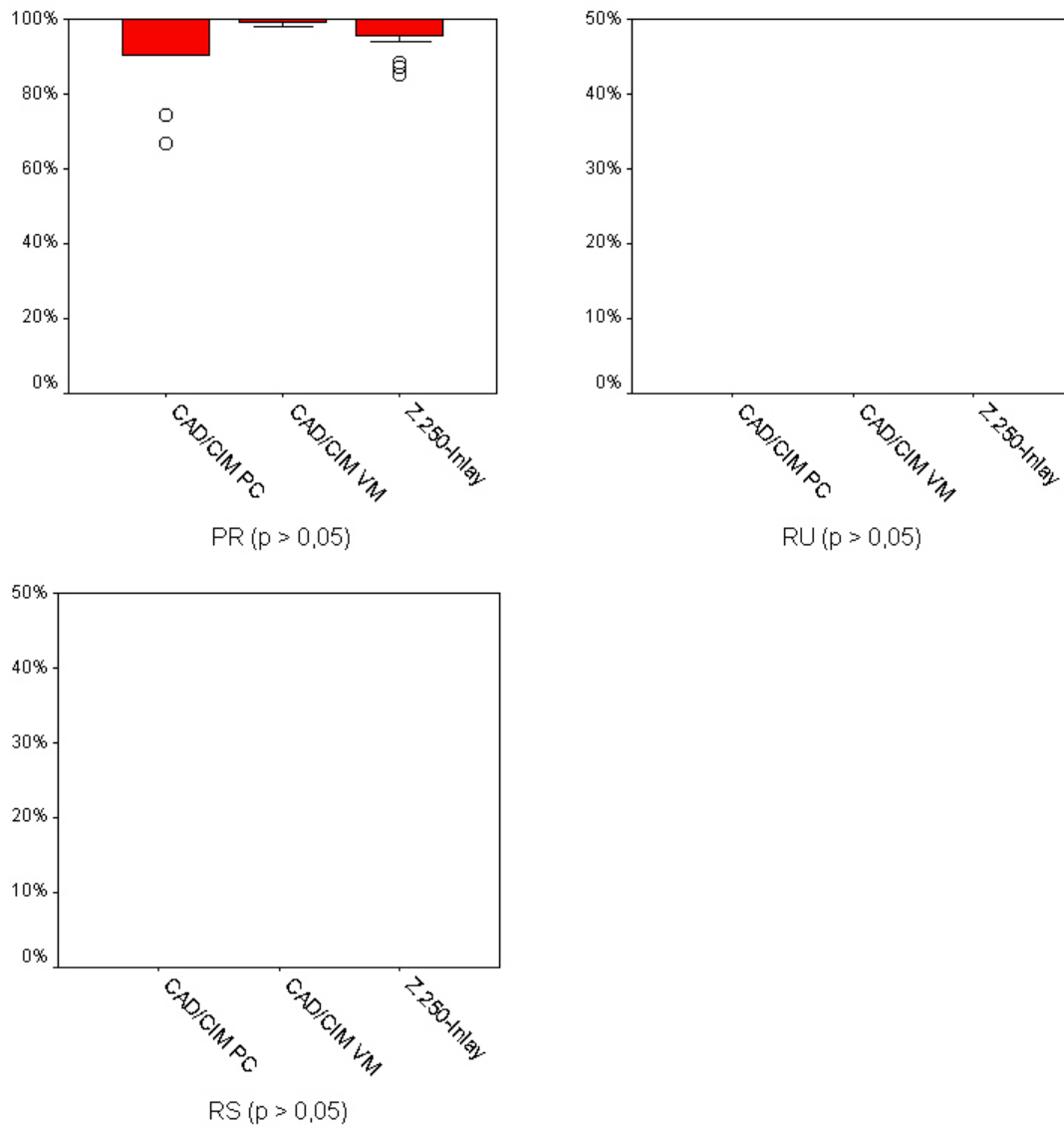


Abb. 5.11. Zervikale Grenzflächen (Inlay-Befestigungskomposit) vor TWB

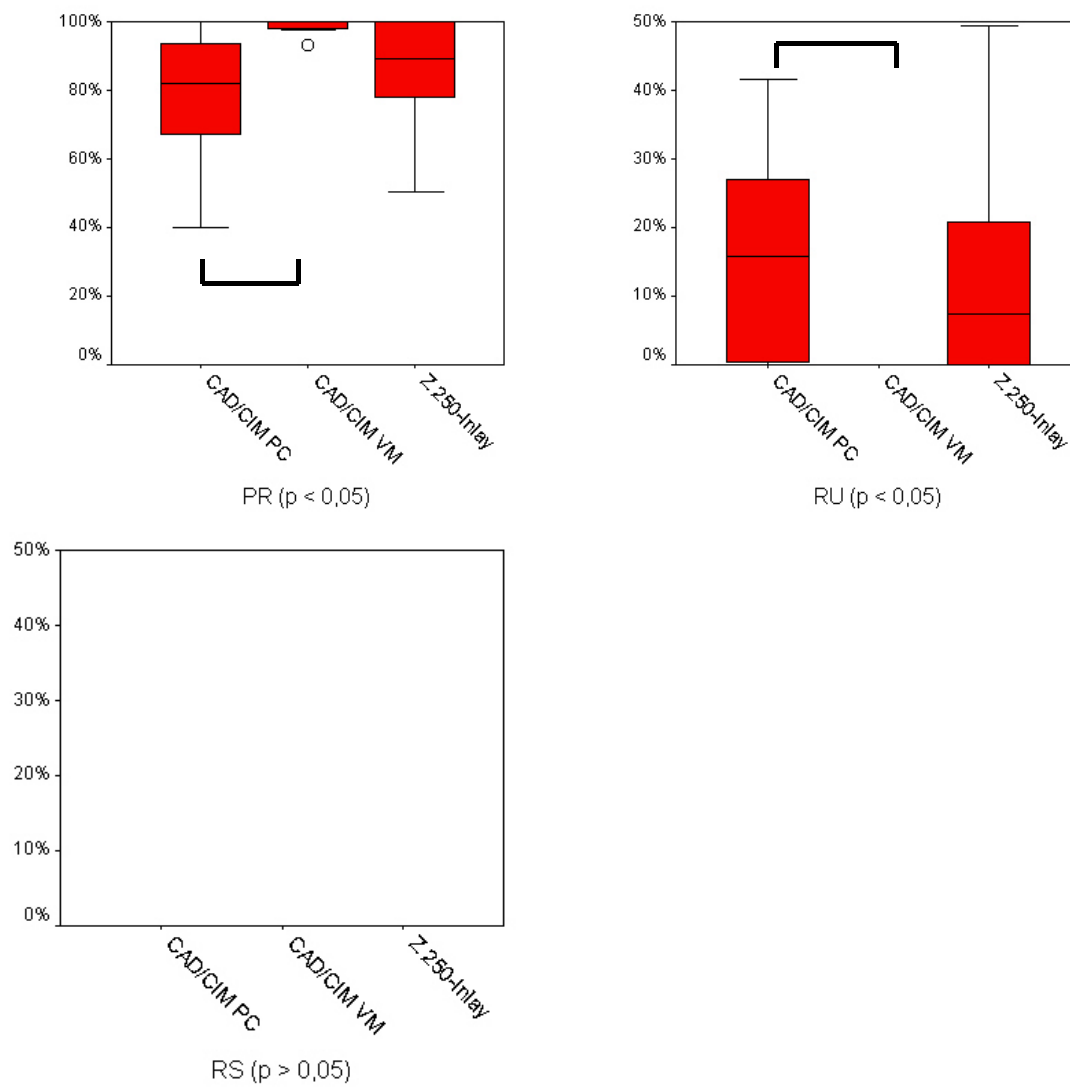


Abb. 5.12. Zervikale Grenzflächen (Inlay-Befestigungskomposit) nach TWB

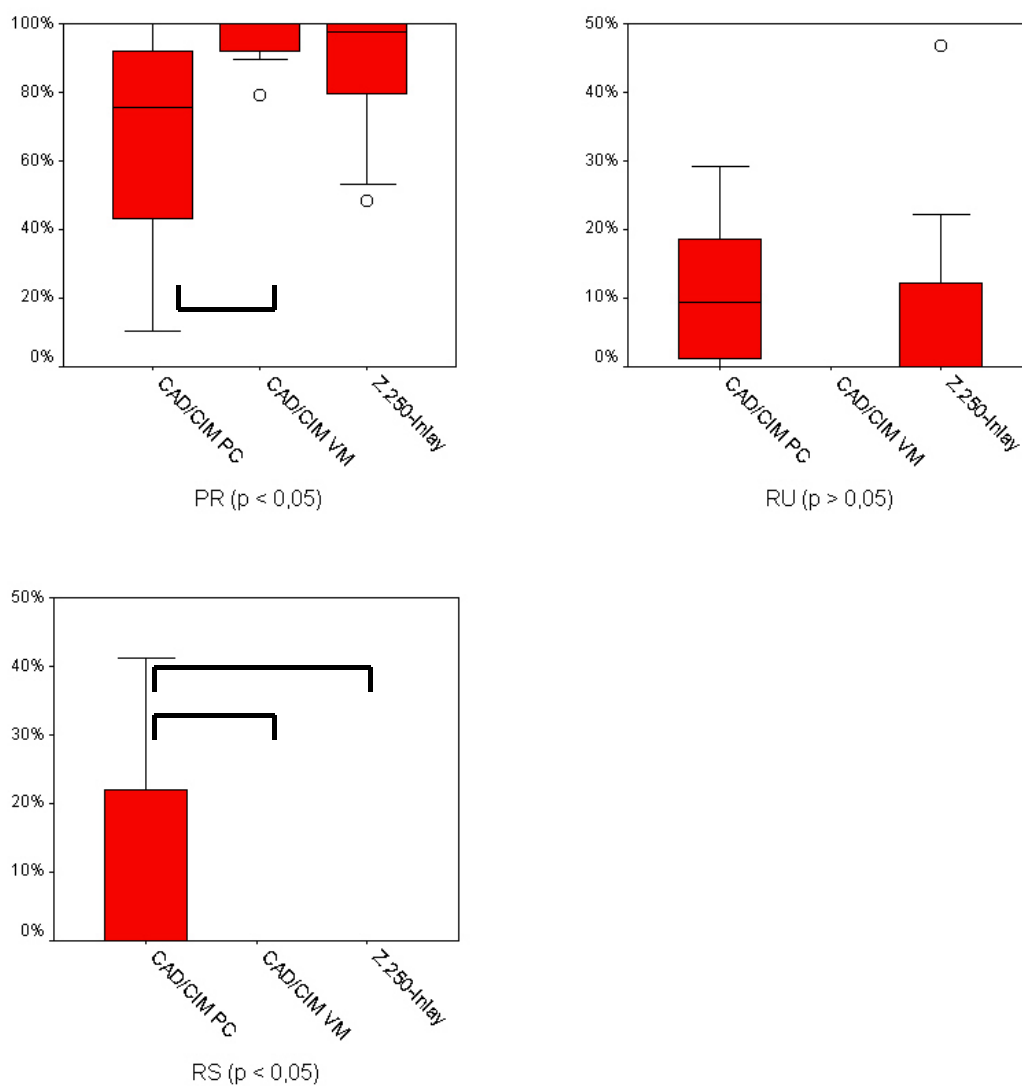


Abb. 5.13. Zervikale Grenzflächen (Inlay-Befestigungskomposit) nach okklusaler Belastung