

7 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Bewertung zweier Methoden zur Prüfung der Verbundfestigkeit von Kunststoffzähnen zu Prothesenkunststoff, des bis 1996 in Deutschland gültigen quantitativen Dreipunkt-Biegeversuchs nach DIN 13 914:1987 und des seitdem verbindlichen qualitativen Zugversuchs nach DIN EN ISO 3336:1996.

Es wurden zwei Typen von Kunststoffzähnen und ein heißpolymerisierender Prothesenkunststoff verwendet. Die Verbundfestigkeitsprüfung nach DIN 13 914 wurde an 161 Prüfkörpern untersucht. Herstellungs- und Prüfparameter wurden entsprechend der Fragestellung modifiziert. Für die Verbundfestigkeitsprüfung nach DIN EN ISO 3336 wurden 72 Prüfkörper ohne Modifikation entsprechend der Norm hergestellt und geprüft. Alle Prüfkörper wurden mit einem Vorschub von 1 mm min^{-1} bis zum Bruch belastet. Dabei wurden die maximalen Kräfte erfasst und die Bruchverläufe bestimmt und klassifiziert. Für die Prüfstatistik wurde der U-Test nach MANN-WHITNEY verwendet.

Die Verbundfestigkeitsprüfung nach DIN 13 914 wurde hinsichtlich ihrer Fehleranfälligkeit, ihrer Reproduzierbarkeit, ihrer Validität und ihres Unterscheidungsvermögens untersucht.

Als mögliche Fehler in Betracht gezogen wurden unzulässige Winkel zwischen Verbundfläche und Prüfkörperquerschnitt, die bei ungenauer Prüfkörperherstellung entstehen sowie eine exzentrische Positionierung der Verbundfläche bezüglich der Druckfinne bei der Versuchsdurchführung. Mit zunehmender Winkelgröße über 3° sank die Häufigkeit adhäsiver Brüche und infolgedessen die Validität. Exzentrische Positionierung über 0,3 mm führte teilweise zu einer Verfälschung der Meßwerte. Die Verbundfestigkeitsprüfung nach DIN 13 914 ist also anfällig für Fehler bei der Prüfkörperherstellung und Versuchsdurchführung. Diese sind jedoch mittels einfacher Maßnahmen weitgehend vermeidbar. Die Reproduzierbarkeit wurde untersucht anhand des Einflusses von Parametern der Prüfkörperherstellung, die in der DIN 13 914 unzureichend definiert sind; das sind der Prüfkörperquerschnitt, die Abtragsmenge, d.h. die beim Aufrauen der Zahnbasis zu entfernende Kunststoffmenge und die Art des dabei zu verwendenden Fräasers. Variationen dieser Parameter beeinflussten das Prüfergebnis nicht. Das deutet auf eine gute Reproduzierbarkeit hin.

Es wurde nachgewiesen, daß der hohe Anteil von Brüchen mit adhäsiver Beteiligung Ausdruck einer hohen Validität ist. Genau dann, wenn der Bruch zumindest zum Teil adhäsiv, d. h. entlang der Verbundfläche verläuft und die Festigkeit des Verbundes infolge dessen in das Meßergebnis einfließt, kann eine Messung als valide bezeichnet werden. Die Validität einer durchgeführten Messung ist daher mittels einfacher Sichtprüfung anhand des Bruchverlaufs beurteilbar. Einzelmessungen, die aufgrund eines köhäsiven Bruchverlaufs als nicht valide erkannt werden, lassen sich so eliminieren. Auf diese Weise kann die Validität der Prüfmethode gesteigert werden.

Das Unterscheidungsvermögen der Verbundfestigkeitsprüfung nach DIN 13 914 reichte aus, die unterschiedlichen Verbundeigenschaften zweier Zahnfabrikate darzustellen.

Die Verbundfestigkeitsprüfung nach DIN EN ISO 3336 wurde hinsichtlich ihrer Validität und ihres Unterscheidungsvermögens untersucht.

Es wurde nachgewiesen, daß der geringe Anteil adhäsiver Brüche Ausdruck ungenügender Validität ist. Das Versuchsdesign fördert kohäsive Brüche, indem es den Bruch im Bereich der schwachen Schneidekante des Zahnes, also weitab von der zu prüfenden Verbundfläche determiniert. Die Verbundfestigkeitsprüfung nach DIN EN ISO 3336 ist daher mit einem schwerwiegenden methodischen Fehler behaftet. Sie mißt die Verbundfestigkeit in Relation zur Eigenfestigkeit des Zahnes, wobei letztere allerdings unbekannt bleibt, da die Festigkeitsprüfung des Zahnes selbst nicht Bestandteil der DIN EN ISO 3336 ist. Dieser Fehler bewirkt, daß ein Zahnfabrikat die Verbundfestigkeitsprüfung nach DIN EN ISO 3336 genau dann besteht, wenn seine Eigenfestigkeit sehr gering ist, bzw. nicht besteht, wenn seine Eigenfestigkeit sehr hoch ist.

Die Verbundfestigkeitsprüfung nach DIN EN ISO 3336 konnte die unterschiedlichen Verbundeigenschaften zweier Zahnfabrikate nicht darstellen.

Abgesehen vom Aufwand ist die Verbundfestigkeitsprüfung nach DIN 13 914 der Verbundfestigkeitsprüfung nach DIN EN ISO 3336 in allen Eigenschaften deutlich überlegen. Die Ersetzung der DIN 13 914 durch die unzulängliche DIN EN ISO 3336 erschwert eine angemessene Qualitätssicherung und sollte daher rückgängig gemacht werden.