

4. Ergebnis

Die im Hauptversuch gewonnenen Datensätze wurden visuell und statistisch ausgewertet, es konnten so qualitative als auch quantitative Aussagen gewonnen werden.

4.1. Visuelle Auswertung

4.1.1. Gruppe Heisspolymerisat

Ausgewertet wurden die Daten der Gruppe Wasserlagerung mit $n = 5$ Probekörper und der Gruppe Geschirrspüler mit $n = 10$ Probekörper.

Die Aufnahmen der ersten drei Messreihen zeigen keine größeren Abweichungen voneinander und weisen ein ähnliches Aussehen wie die Referenzbilder aus dem Vorversuch auf.

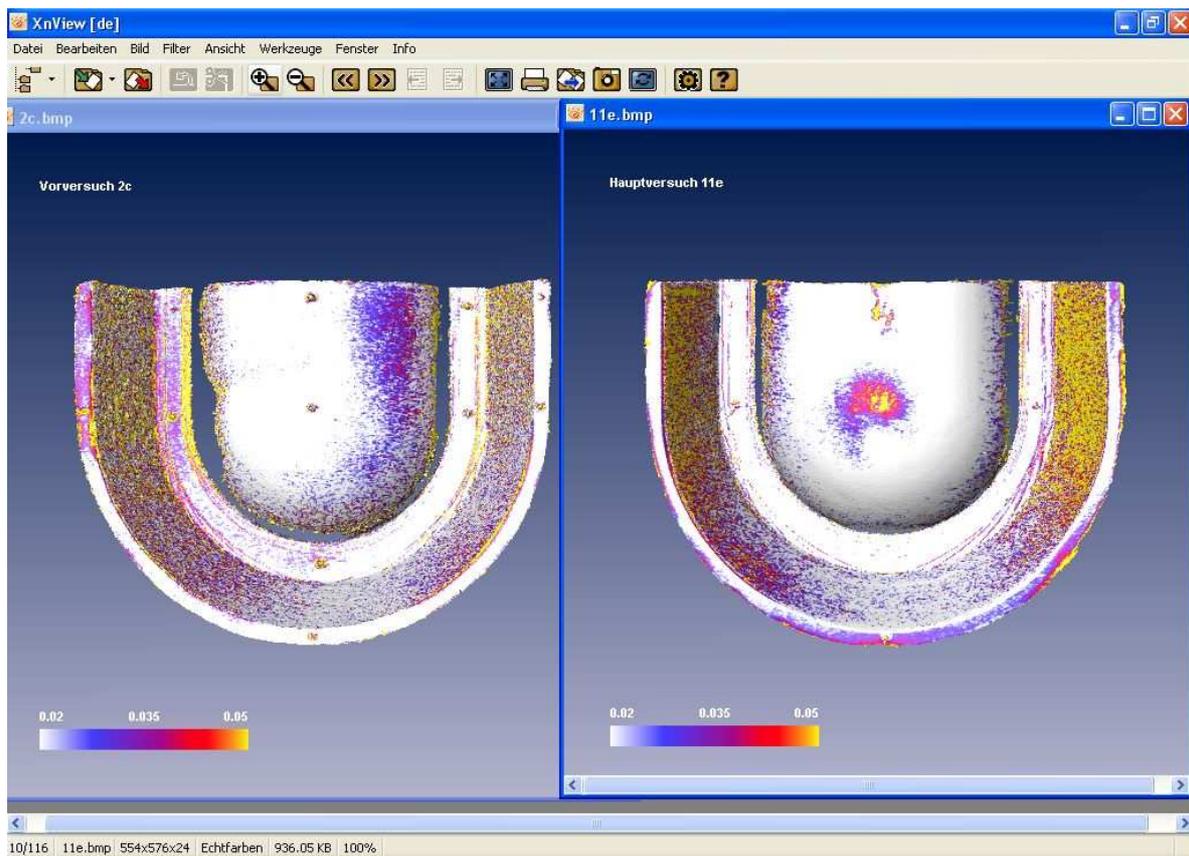


Abbildung 4.1.: Vergleich der Prothese „ 2 “ aus dem Vorversuch mit der Prothese „ 11 “ aus dem Hauptversuch vom 62. Versuchstag.

Es treten teilweise stärkere Veränderungen an der Palatinalwölbung und im Bereich des Plateaus auf, die aber beim Vergleich zu der gesamten Bilderserie eines Probekörpers als Fehlstellen interpretiert werden müssen, da sie solitär sind.

Bei den Differenzbildern der fünften Messung ist eine Zunahme der Abweichungen im Bereich der Bukkalflächen B1 und B6 zu erkennen. Am dorsalen Rand sind sie am stärksten und nehmen in Richtung der Felder B2 und B5 ab. Vereinzelt treten stärkere Abweichungen im Bereich der Palatinalwölbung und am Randbereich R3 und R4 auf.

Die sechste Messung zeigt die stärksten Veränderungen (Abb.4.1.), hauptsächlich liegen diese im Bereich der Bukkalflächen B1 und B6 und dehnen sich bis in die benachbarten Flächen B2 und B5 aus. Die Veränderungen am Rand der Palatinalwölbung der fünften Messung sind ebenso erkennbar.

4.1.2. Gruppe Kaltpolymerisat

Ausgewertet wurden die Daten der Gruppe Wasserlagerung mit $n = 5$ Probekörper und der Gruppe Geschirrspüler mit $n = 7$ Probekörpern. Auf Grund fehlerhafter Datensätze konnten 3 Probekörper der Reihe aus dem Geschirrspüler nicht zur Auswertung herangezogen werden.

Die Fehlfarbdarstellungen der ersten Messung (Abb. 4.2.) zeigt sich ein vergleichbares Bild wie für die Prothesen der letzten Messung aus der Gruppe des Heisspolymerisats. Es treten deutliche Veränderungen in den Bukkalflächen B1 und B6 mit einer diffusen Streuung in die Nachbargebiete B2 und B5 auf. An der Palatinalwölbung ist eine leichte Maßänderung vereinzelt in den Feldern W1 und W6 sichtbar. Im Randbereich und im Plateaubereich treten lokale Formabweichungen auf. Die Aufnahmen der Messungen des 23. und des 26. Tages unterscheiden sich in der Ausprägung der Formänderung nur geringfügig. In den Aufnahmen des 40. Tages ist eine Zunahme der Formveränderung in den Feldern B1 und B6 zu erkennen. Die Nachbarfelder B2 und B5 sind stärker beteiligt. Ebenso nimmt die Wölbung an Formveränderung in den Bereichen W1 und W6 vereinzelt zu. Mit der Messung des 62. Tages (Abb.4.3.) nimmt die Ausprägung der Formänderung in den

vorgenannten Bereichen erneut zu, insbesondere ist in den Feldern W2 und W5 eine Zunahme der Maßänderung zu beobachten. Ferner treten am 62. Tag auch verstärkt im Randbereich Veränderungen auf, die mitunter den gesamten Rand erfassen.

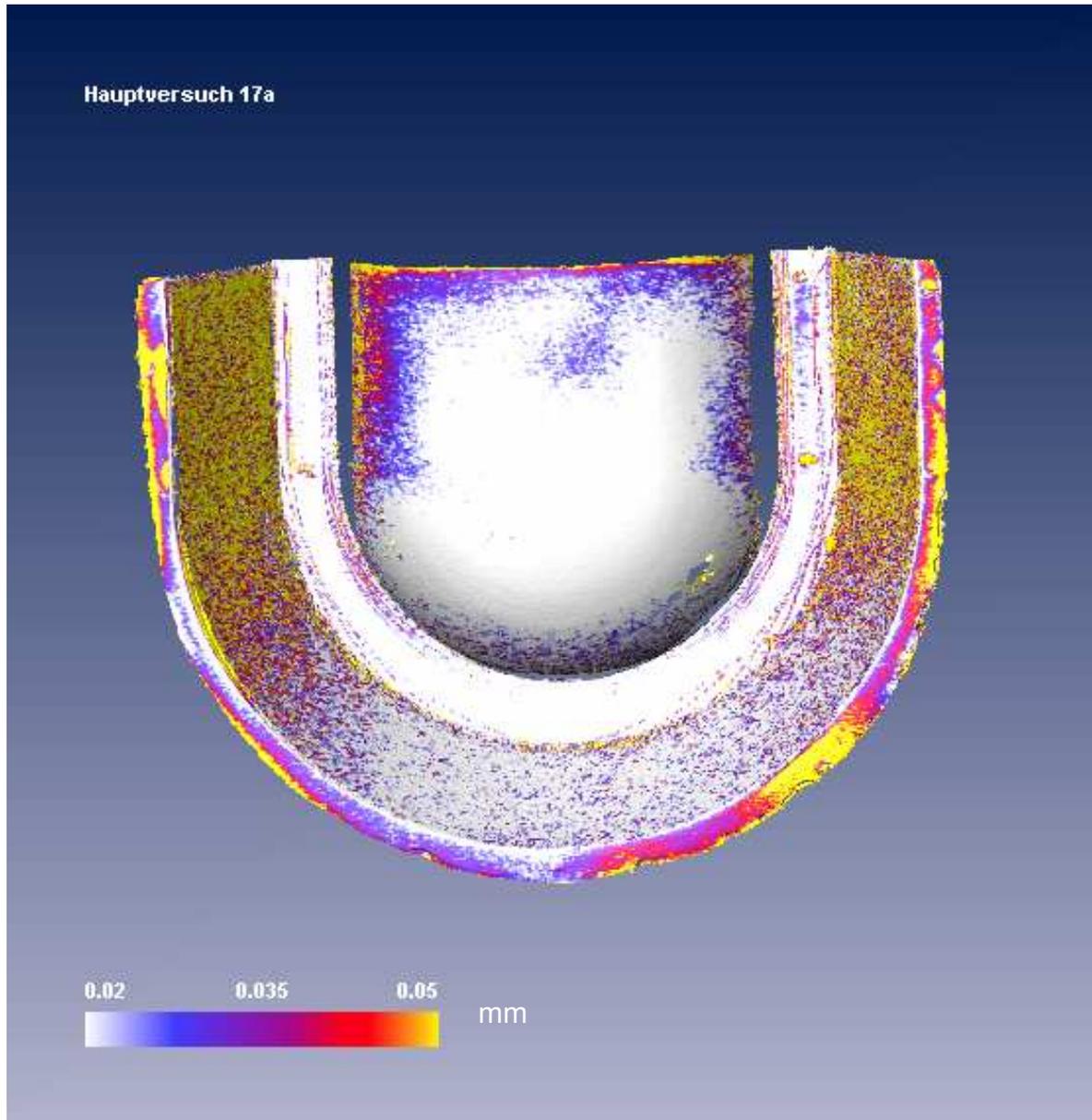


Abbildung 4.2.: Prothesenkörper „17“ mit Fehlfarbdarstellung für die Messung des 21. Tages.

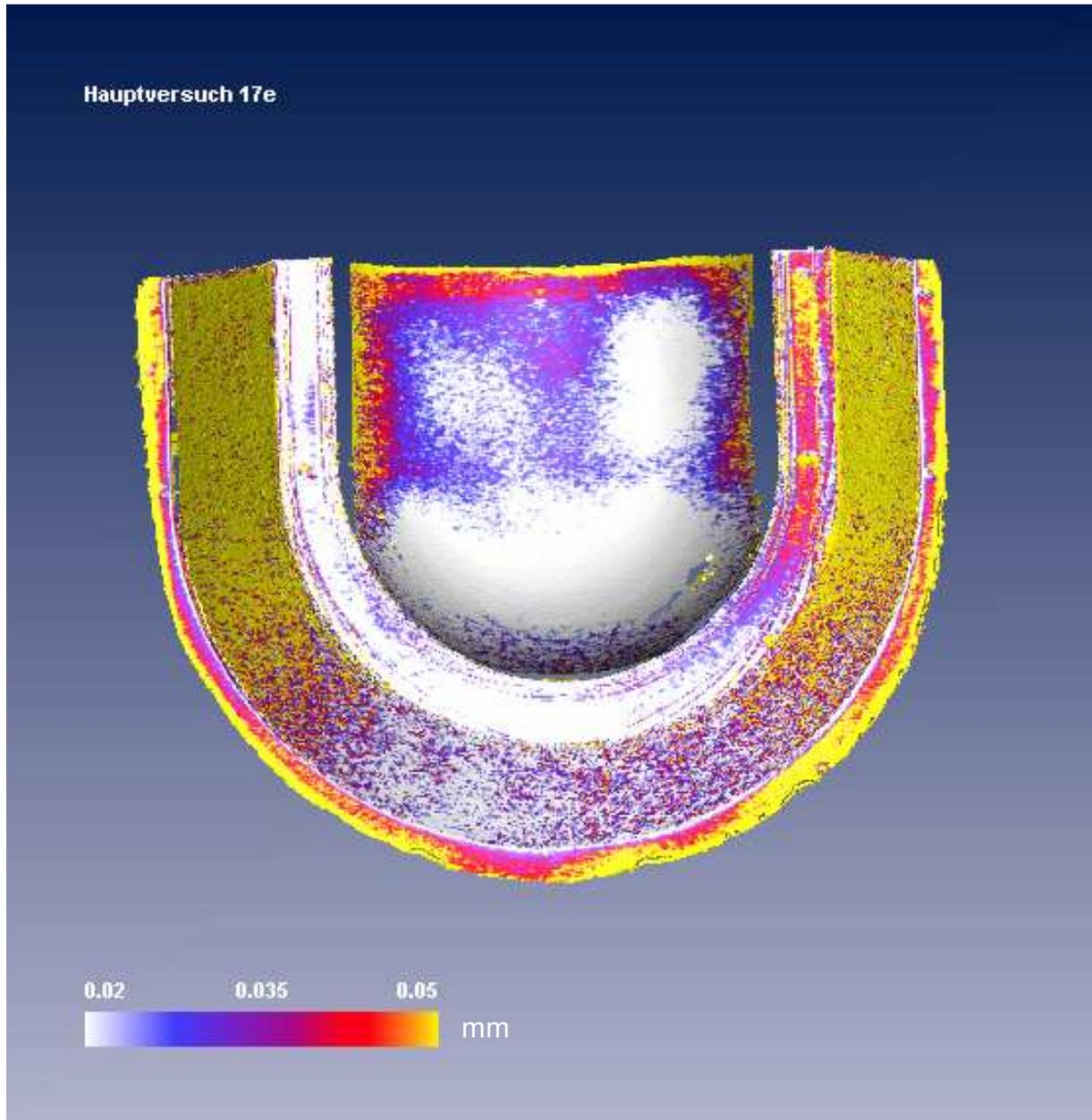


Abbildung 4.3.: Prothesenkörper „17“ mit Fehlfarbdarstellung für die Messung am 62. Tag.

4.2. Quantitative statistische Auswertung

Nachfolgend sind für beide Materialgruppen die Formveränderungen der Gesamtfläche über die Versuchszeit grafisch dargestellt, sowie deren statistische Auswertung wiedergegeben. Ferner findet sich eine Gegenüberstellung der Messdaten vom 62. Versuchstag der Untergruppen Wasserlagerung und Geschirrspülerbehandlung für die gesamte Fläche und die Teilflächen wieder. Der Verlauf der Formveränderung zwischen den einzelnen Versuchstagen für die Teilflächen und deren statistische Auswertung sind im Anhang zu finden.

4.2.1. Auswertung der Materialgruppe Heißpolymerisat – Vitron H

4.2.1.1. Auswertung der gesamten Oberfläche der Probekörper

Die visuelle Auswertung deckt sich mit den mittleren Werten der Histogramme. Die Veränderungen der mittleren Differenzen der Gruppen „Wasserlagerung“ und „Geschirrspülerbehandlung“ sind gleich. Die Messungen vom 21. bis zum 26. Tag bewegen sich im Bereich des mittleren Fehlers des Versuchsaufbaus, sie können als Rauschen bezeichnet werden. Ab dem 40. Messtag ist die Tendenz der Formänderung der Box-Plot-Auswertung zu entnehmen, die mit dem 62. Tag am stärksten ist (Abb. 4.4. und 4.5.). Die Varianzanalysen der Daten auf Scheffé-Basis innerhalb beider Untergruppen sind identisch. Es ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messdaten des Vorversuches und der Messungen vom 21. bis 40. Tag. Erst die Daten des 62. Tages weisen signifikante Abweichungen zu den vorgenannten Messungen auf (Tabelle 4.1.).

Tabelle 4.1.: Ergebnis der Varianzanalyse auf Scheffé-Basis für die Mittelwerte der gesamten Oberfläche der Prothesen mit Wasserlagerung und Geschirrspülerbehandlung. Aufgetragen sind die Aussagen zur Signifikanz.

	Vorversuch	21. Tag	23. Tag	26. Tag	40. Tag
21. Tag	nein				
23. Tag	nein	nein			
26. Tag	nein	nein	nein		
40. Tag	nein	nein	nein	nein	
62. Tag	ja	ja	ja	ja	ja

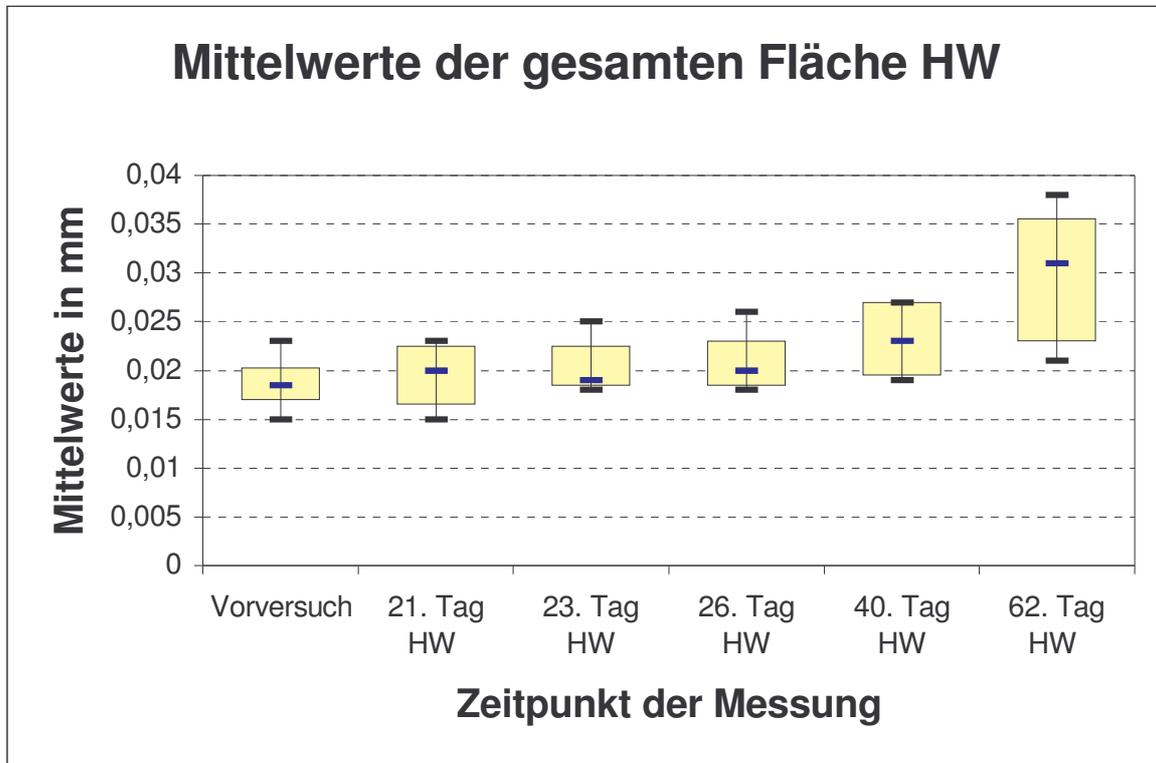


Abbildung 4.4.: Die Mittelwerte der Formabweichung für die gesamte Fläche der gewässerten Proben

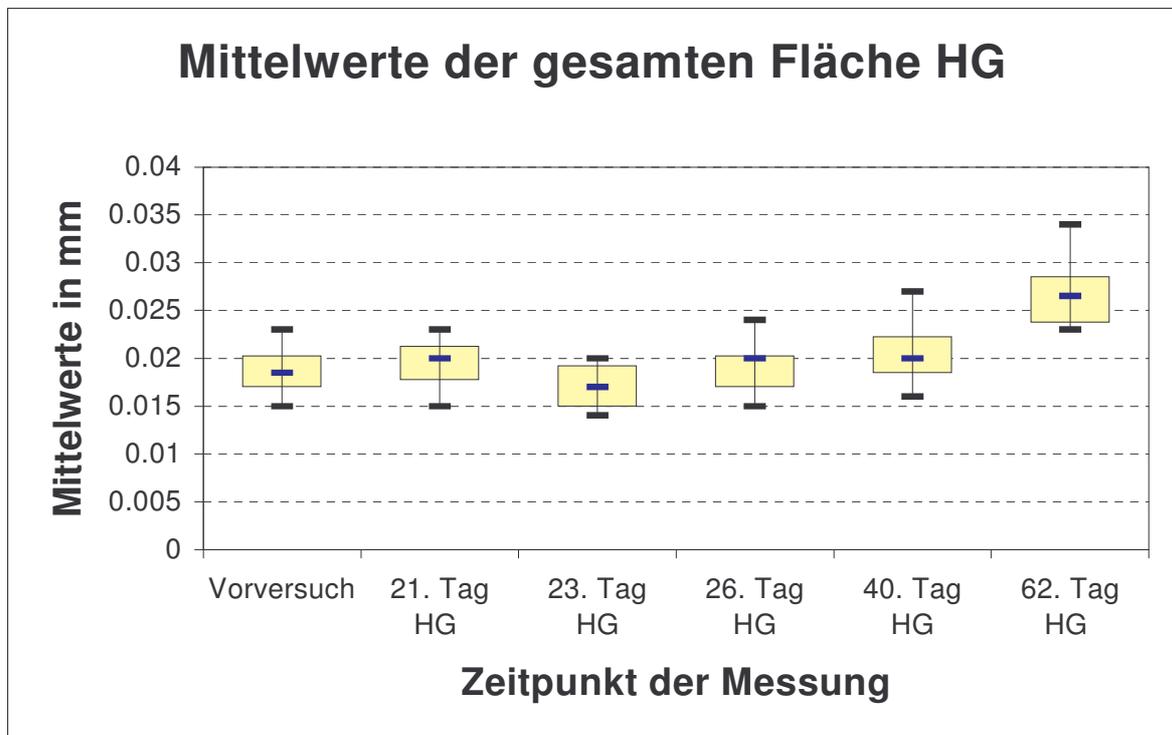


Abbildung 4.5.: Die Mittelwerte der Abweichung für die gesamte Fläche der Proben im Geschirrspüler

Ein Vergleich der Mittelwerte des 62. Tages beider Gruppen (Abb. 4.6.) mit einem t-Test für unverbundene Stichproben ergibt ein $p = 0,45$, somit liegt kein signifikanter Unterschied der beiden Gruppen vor.

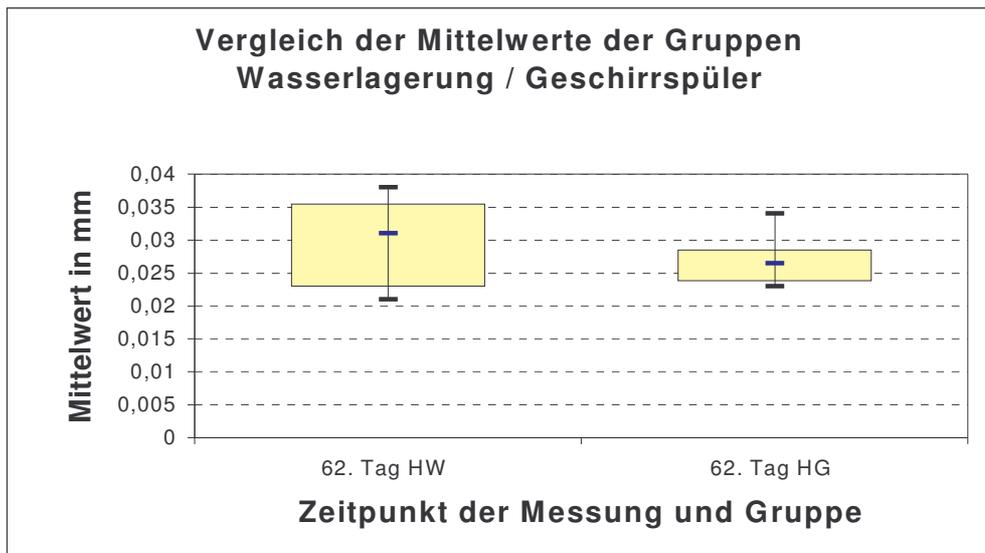


Abbildung 4.6.: Im Vergleich die Mittelwerte der Formabweichung für die gesamte Fläche der Gruppen Wasserlagerung und Geschirrspüler.

4.2.1.2. Auswertung des Teilbereichs B1 und B6

Eine messbare Formveränderung tritt erst ab dem 40. Versuchstag auf, mit dem 62. Tag werden Werte im Mittel zwischen 0,04 und 0,05 mm erreicht. Innerhalb der Materialgruppe Heisspolymerisat wurden die Mittelwerte der Differenzen der Messungen vom 62. Tag für den Bereich B1 (Abb. 4.7.) mit einem t-Test für unverbundene Stichproben verglichen. Bei einem $p = 0,45$ liegt kein signifikanter Unterschied der beiden Gruppen vor.

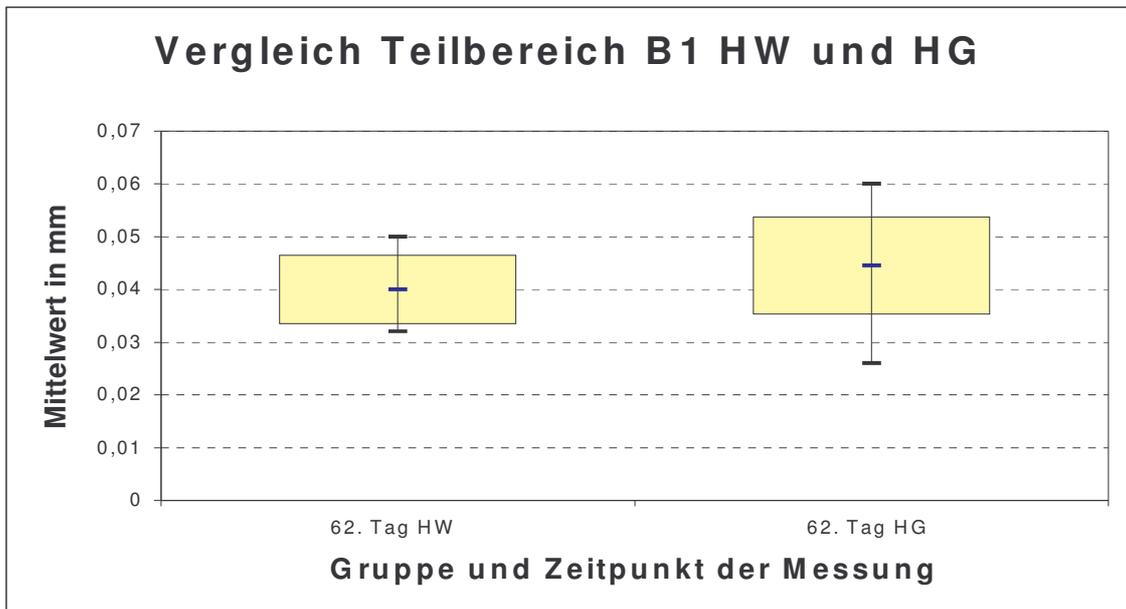


Abbildung 4.7.: Im Vergleich die Mittelwerte der Formabweichung für die Teilfläche B1 der Gruppen Wasserlagerung und Geschirrspüler.

Für die Mittelwerte des 62. Tages für den Bereich B6 (Abb. 4.8.) ergibt sich bei einem t-Test für unverbundene Stichproben ein $p = 0,426$, folglich liegt kein signifikanter Unterschied für beide Gruppen vor.

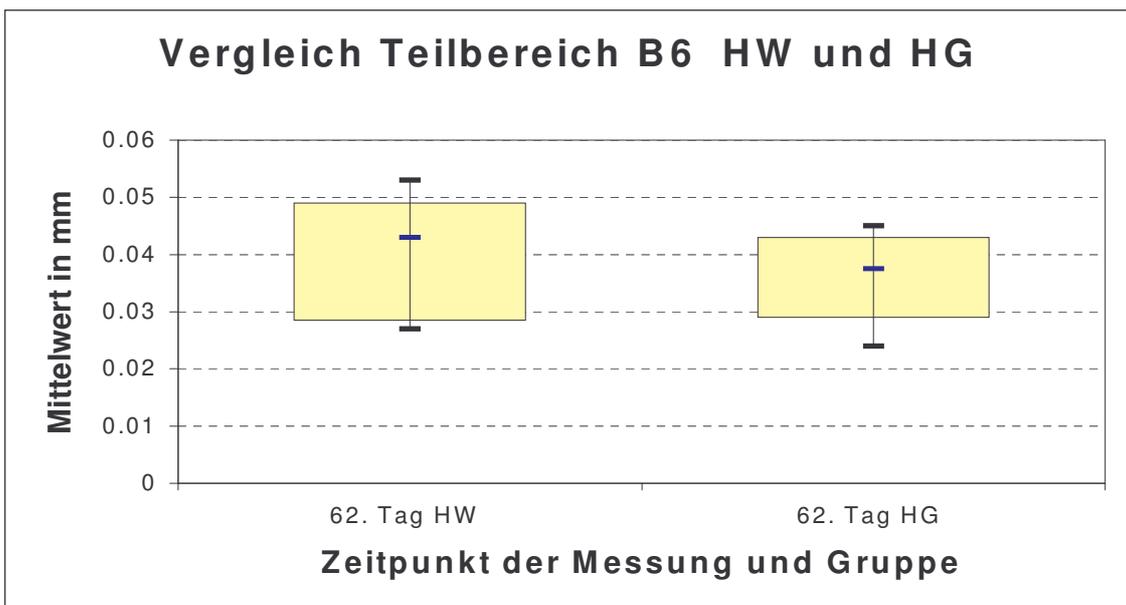


Abbildung 4.8.: Im Vergleich die Mittelwerte der Formabweichung für die Teilfläche B 6 der Gruppen Wasserlagerung und Geschirrspüler.

4.2.1.3. Auswertung des Teilbereichs B 3/4

Die gemessenen Differenzen im Teilbereich B3/4 liegen für alle Messungen auf dem gleichen Niveau um 10 μm , es ist keine Formveränderung messbar.

Bei einem H-Test der Werte beider Untergruppen kann mit einem $p = 0,248$ von einer gemeinsamen Grundgesamtheit ausgegangen werden, es liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

4.2.1.4. Auswertung des Teilbereichs W 1/6

Im Bereich der Palatinalwölbung ist eine geringe Zunahme der Differenzwerte vom 21. zum 62. Tag um rund 5 μm zu beobachten. Der mittlere Fehler dieses Flächenabschnittes lag im Vorversuch bei 7 μm .

Die Mittelwerte des 62. Tages der Untergruppen (Abb. 4.9.) wurden mit einem U-Test verglichen. Mit einem $p = 0,0796$ liegt kein signifikanter Unterschied der beiden Gruppen vor.

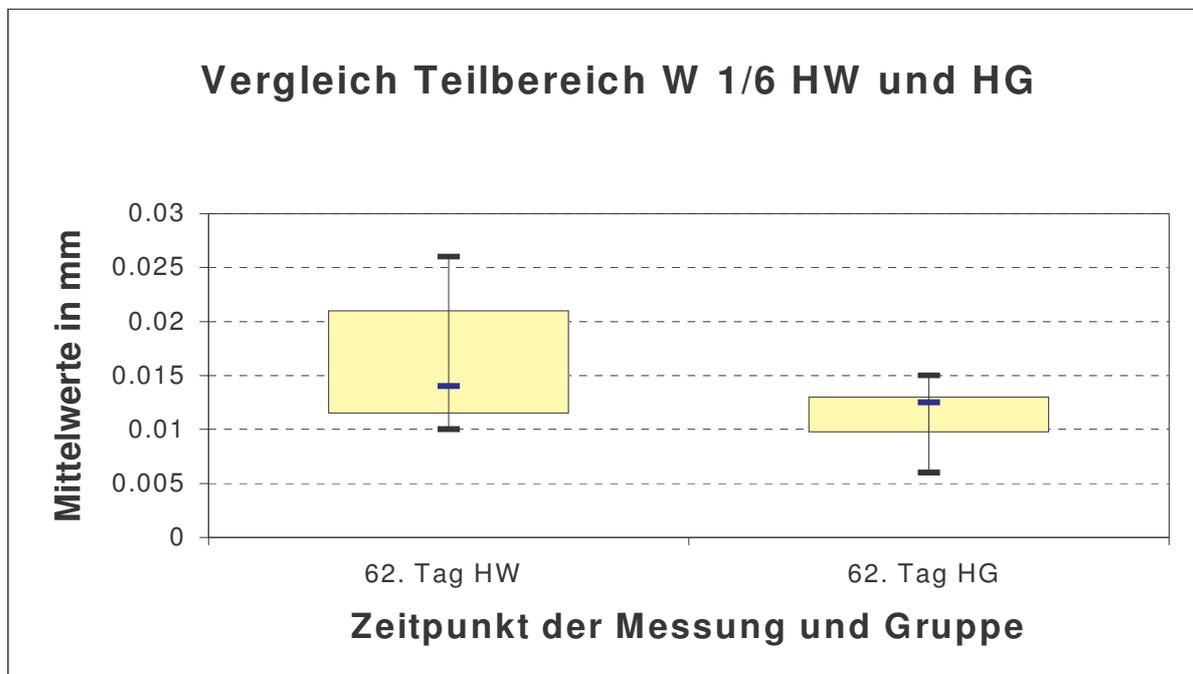


Abbildung 4.9.: Im Vergleich die Mittelwerte der Formabweichung für die Teilfläche W 1/2 der Gruppen Wasserlagerung und Geschirrspüler.

4.2.2. Auswertung der Materialgruppe Kaltpolymerisat – Weropress

4.2.2.1. Auswertung der gesamten Oberfläche der Probekörper

Die beiden Untergruppen dieser Materialgruppe zeigen in ihrer Grundtendenz das gleiche Verhalten. Bereits mit der ersten Messung vom 21. Versuchstag ist eine stärkere Formänderung sichtbar, für die gesamte Fläche liegt sie zwischen 0,030 und 0,035 mm. Die Folgemessungen vom 23. und 26. Tag zeigen keine signifikanten Unterschiede. Ab dem 40. Tag ist eine leichte Zunahme in den Box-Plot-Diagrammen sichtbar (Abb. 4.10. und 4.11.) In der statistischen Auswertung ergeben sich aber keine signifikanten Unterschiede zwischen der Messung des 40. Tag und den früheren Messungen für beide Untergruppen (Tabellen 4.2. und 4.3.).

Eine Ausnahme ist zwischen den Messungen vom 23. und 40. Tag in der Gruppe der Wasserlagerung zu sehen, hier liegt ein signifikanter Unterschied vor (Tabelle 4.2.).

Tabelle 4.2.: Ergebnis der Varianzanalyse auf Scheffé-Basis für die Mittelwerte der gesamten Oberfläche der Prothesen mit Wasserlagerung. Aufgetragen sind die Aussagen zur Signifikanz.

	Vorversuch	21. Tag	23. Tag	26. Tag	40. Tag
21. Tag	ja				
23. Tag	ja	nein			
26. Tag	ja	nein	nein		
40. Tag	ja	nein	ja	nein	
62. Tag	ja	ja	ja	ja	ja

Tabelle 4.3.: Ergebnis der Varianzanalyse auf Scheffé-Basis für die Mittelwerte der gesamten Oberfläche der Prothesen mit Geschirrspülerbehandlung. Aufgetragen sind die Aussagen zur Signifikanz.

	Vorversuch	21. Tag	23. Tag	26. Tag	40. Tag
21. Tag	ja				
23. Tag	ja	nein			
26. Tag	ja	nein	nein		
40. Tag	ja	nein	nein	nein	
62. Tag	ja	ja	ja	nein	nein

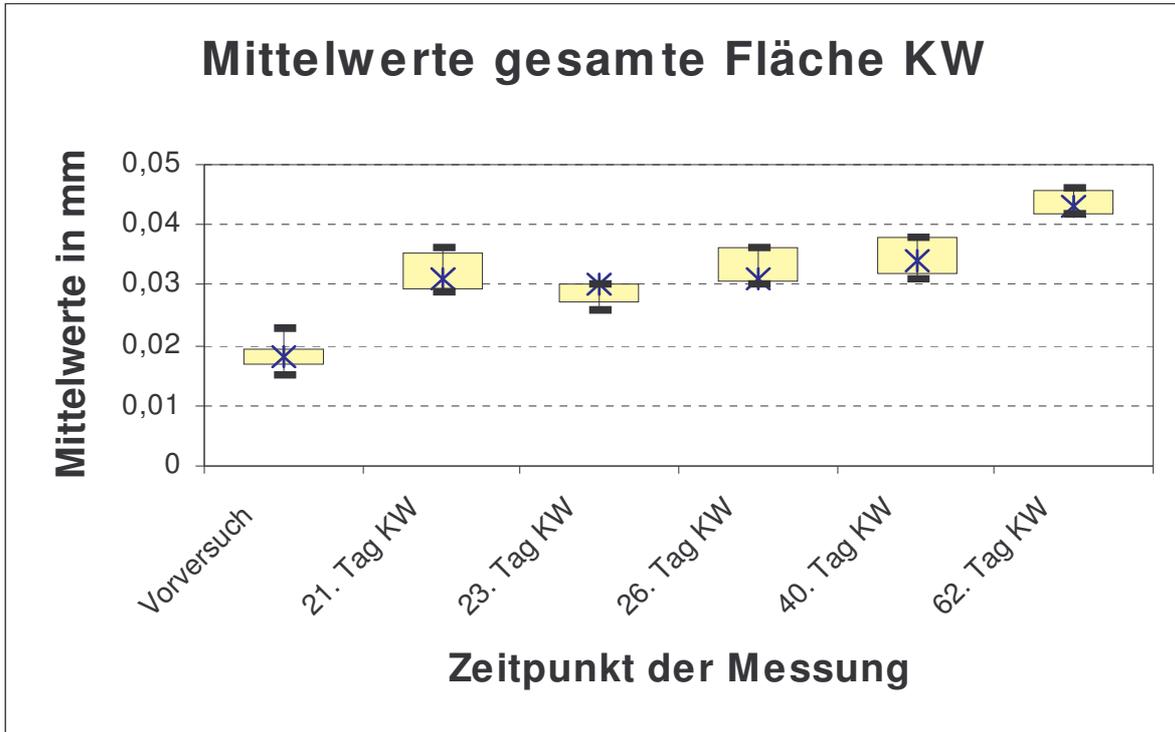


Abbildung 4.10.: Die Mittelwerte der Abweichung der gesamten Fläche der wassergelagerten Proben.
Zeichenerklärung, X = Median

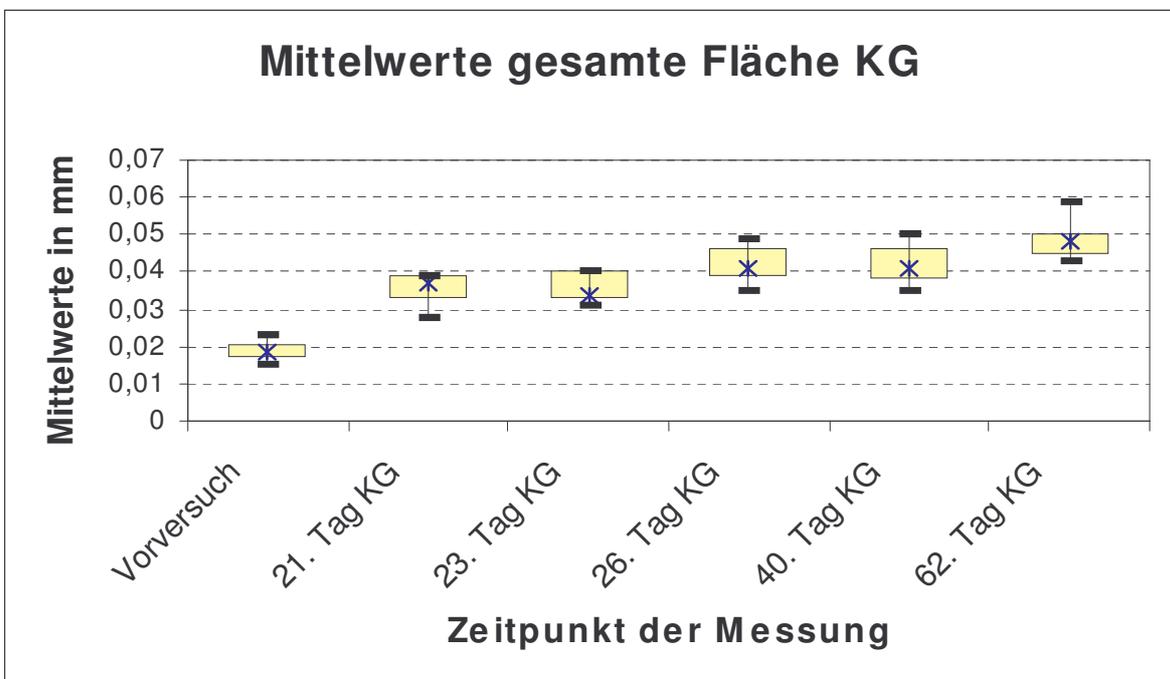


Abbildung 4.11.: Die Mittelwerte der Abweichung der gesamten Fläche der Proben im Geschirrspüler

Bei einem t-Test für die Daten des 62. Versuchstages (Abb. 4.12.) weist die Gruppe der Probekörper mit Geschirrspülmaschinenbehandlung mit einem $p = 0,0375$ eine schwach signifikante stärkere Formänderung auf.

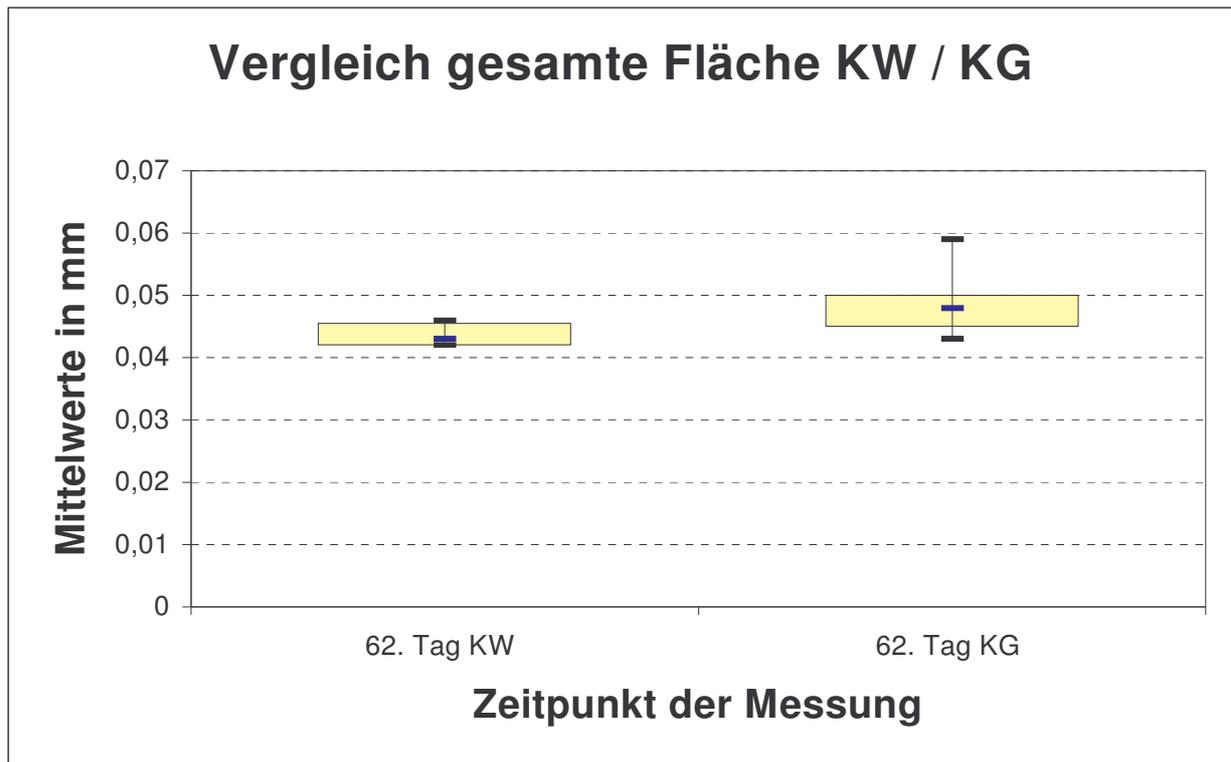


Abbildung 4.12.: Im Vergleich die Mittelwerte der Formabweichung für die gesamte Oberfläche der Gruppen Wasserlagerung und Geschirrspüler.

4.2.2.2. Auswertung des Teilbereichs B1 und B6

Betrachtet man die Bukkalflächen B1 und B6, so können bereits mit dem 21. Versuchstag Differenzwerte im Bereich zwischen 0,055 und 0,060 mm gemessen werden. Äquivalent der Gruppe des Heisspolymerisats findet sich die deutlichste Ausprägung mit 0,08 mm am 62. Versuchstag.

Von den beiden Untergruppen wurden die Differenzen der Mittelwerte der Fläche B1 des 62. Tages (Abb. 4.13.) mit einem t-Test für unverbundene Stichproben verglichen. Mit einem $p = 0,4949$ liegt kein signifikanter Unterschied der beiden Gruppen vor.

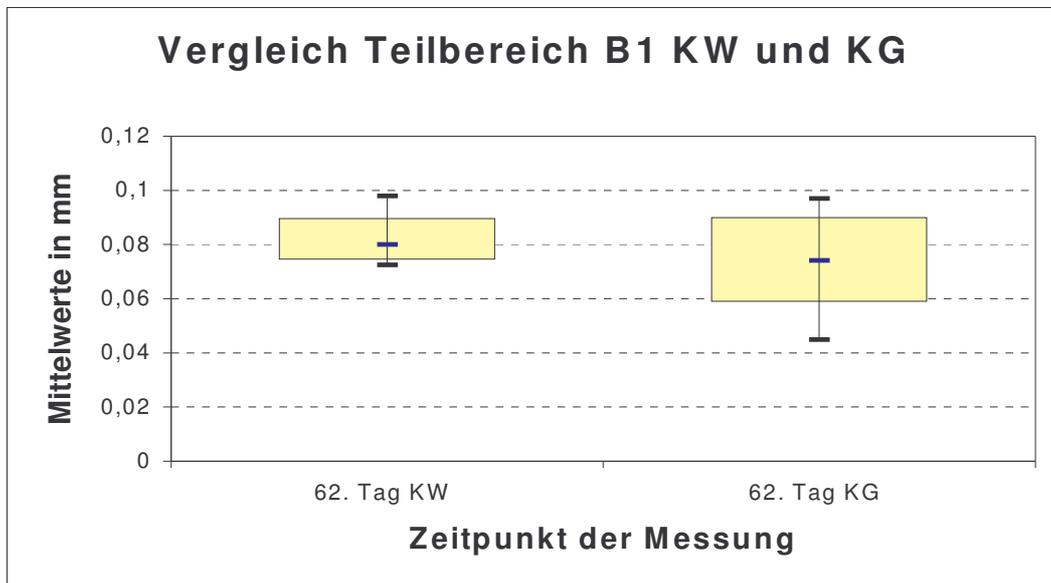


Abbildung 4.13.: Im Vergleich die Mittelwerte der Formabweichung für den Teilbereich B1 der Gruppen Wasserlagerung und Geschirrspüler.

Für die Fläche B6 (Abb. 4.14.) wurden die Differenzen der Mittelwerte mit einem t-Test für unverbundene Stichproben verglichen. Hier liegt bei einem $p = 0,66$ kein signifikanter Unterschied der beiden Gruppen vor.

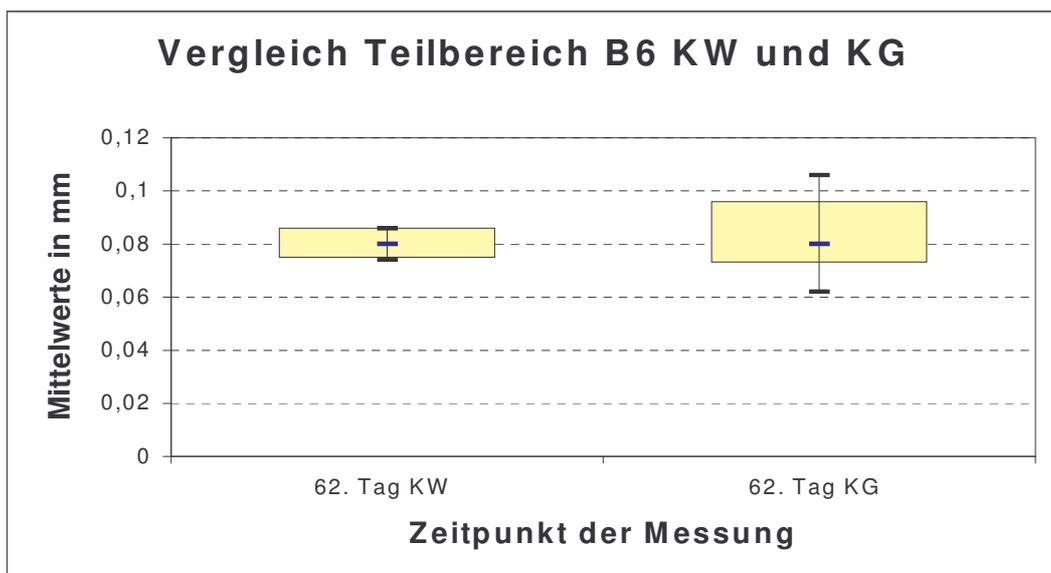


Abbildung 4.14.: Im Vergleich die Mittelwerte der Formabweichung für den Teilbereich B6 der Gruppen Wasserlagerung und Geschirrspüler.

4.2.2.3. Auswertung der Fläche B 3/4

Bis auf die gemessenen Differenzen des 62. Tages der Untergruppe mit Geschirrspülerbehandlung, liegen die Messwerte im Bereich des mittleren Fehlers des Vorversuches für diesen Flächenbereich.

Es tritt eine Vergrößerung der Formabweichung vom 40. auf den 62. Tag um etwa 8 μm auf.

Werden die Daten der Untergruppen für den 62. Tag (Abb. 4.15.) mit einem t-Test für unverbundene Stichproben miteinander verglichen, so ergibt sich mit einem $p = 0,024$ ein signifikanter Unterschied.

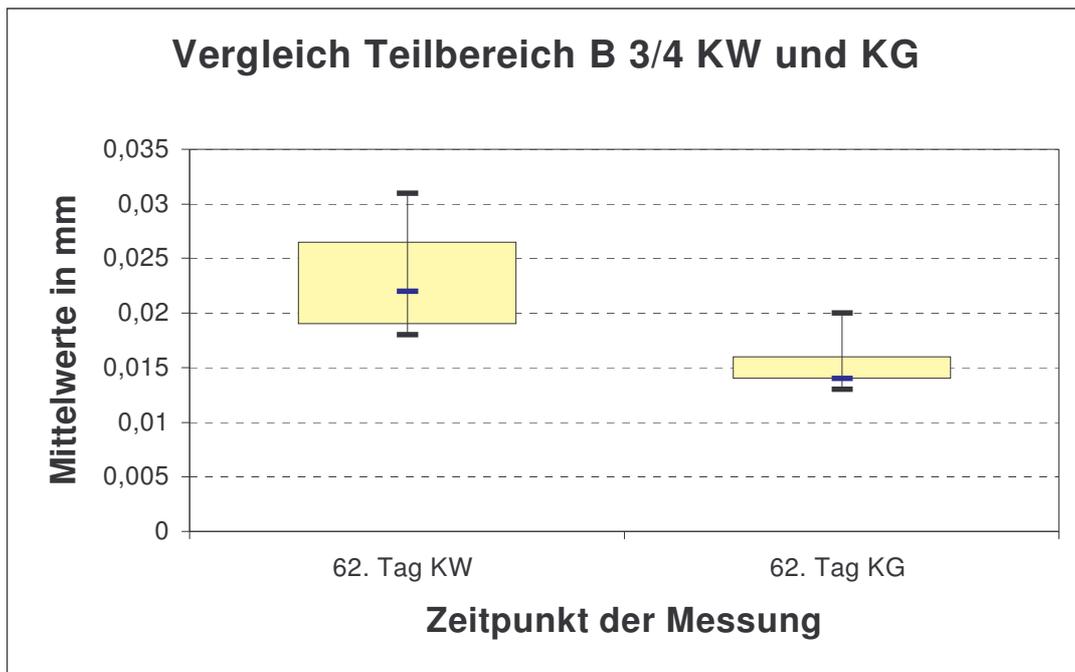


Abbildung 4.15.: Im Vergleich die Mittelwerte der Formabweichung für den Teilbereich B 3/4 der Gruppen Wasserlagerung und Geschirrspüler.

4.2.2.4 Auswertungen des Teilbereichs W 1/6

Im Bereich der Palatinalwölbung liegt bereits am 21. Tag eine Formänderung in beiden Untergruppen im Mittel um 27 μm vor. Der mittlere Fehler dieses Flächenabschnittes lag im Vorversuch bei 7 μm . Am 62. Tag tritt für die gewässerten Probekörper eine mittlere Differenz von 32 μm auf, für die Prothesen mit Geschirrspülmaschinenbehandlung hingegen mittlere Werte von 46 μm . (Abb. 4.16.) Werden die Werte des 62. Tages mit einem t-Test miteinander verglichen, so liegt mit einem $p = 0,001$ ein hoch signifikanter Unterschied für beide Gruppen vor.

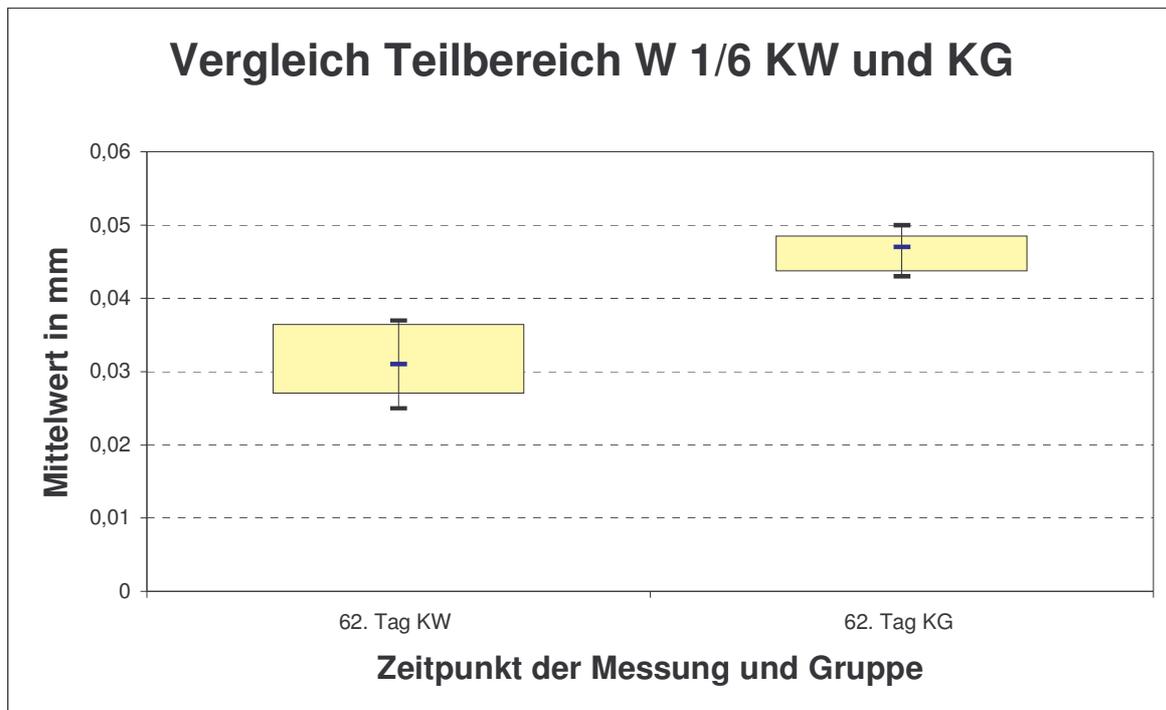


Abbildung 4.16.: Im Vergleich die Mittelwerte der Formabweichung für den Teilbereich W 1/6 der Gruppen Wasserlagerung und Geschirrspüler.

4.3. Auswertung der Vektorenbilder

Die Vektorenpfeile der Abb. 4.17. geben nur die Bewegungsrichtung an und enthalten keine Größenkomponente.

Die Vektorenbilder der einzelnen Prothesen unterscheiden sich in ihrem Grundmuster wenig voneinander. Es ist deutlich die Tendenz zu erkennen, dass sich die Bukkalflächen (B1 / B6) und die Palatinalwölbung nach außen bewegen. Im Median-Saggital-Schnitt nimmt die Öffnung der Palatinalwölbung zur Freifläche (W 1/6) hin zu (Abb. 4.18.).

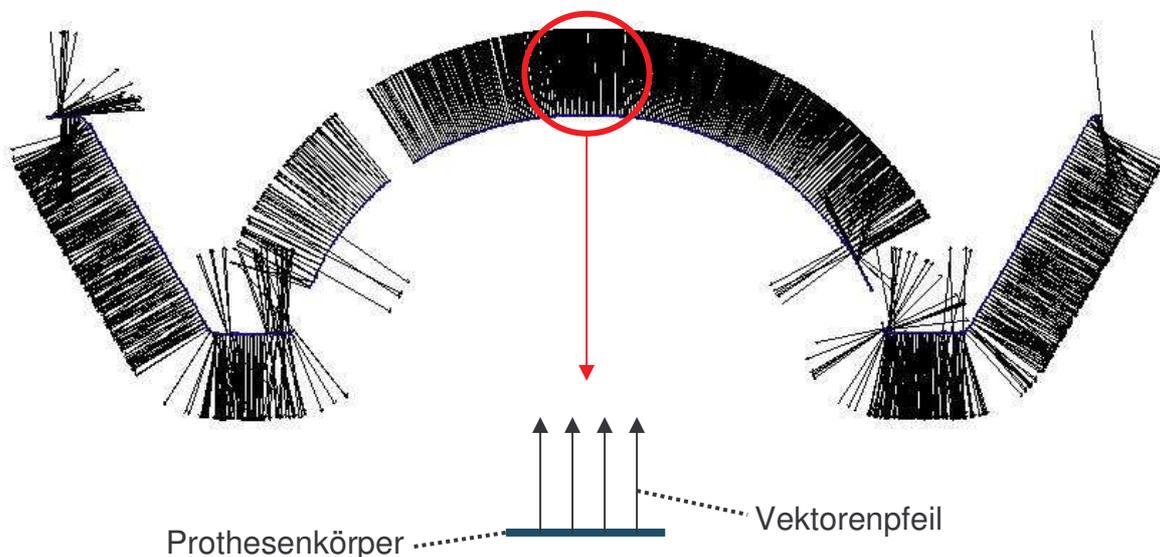


Abbildung 4.17.: Querschnitt transversal im Bereich B1/6 durch ein Vektorenbild (Probekörper 26)

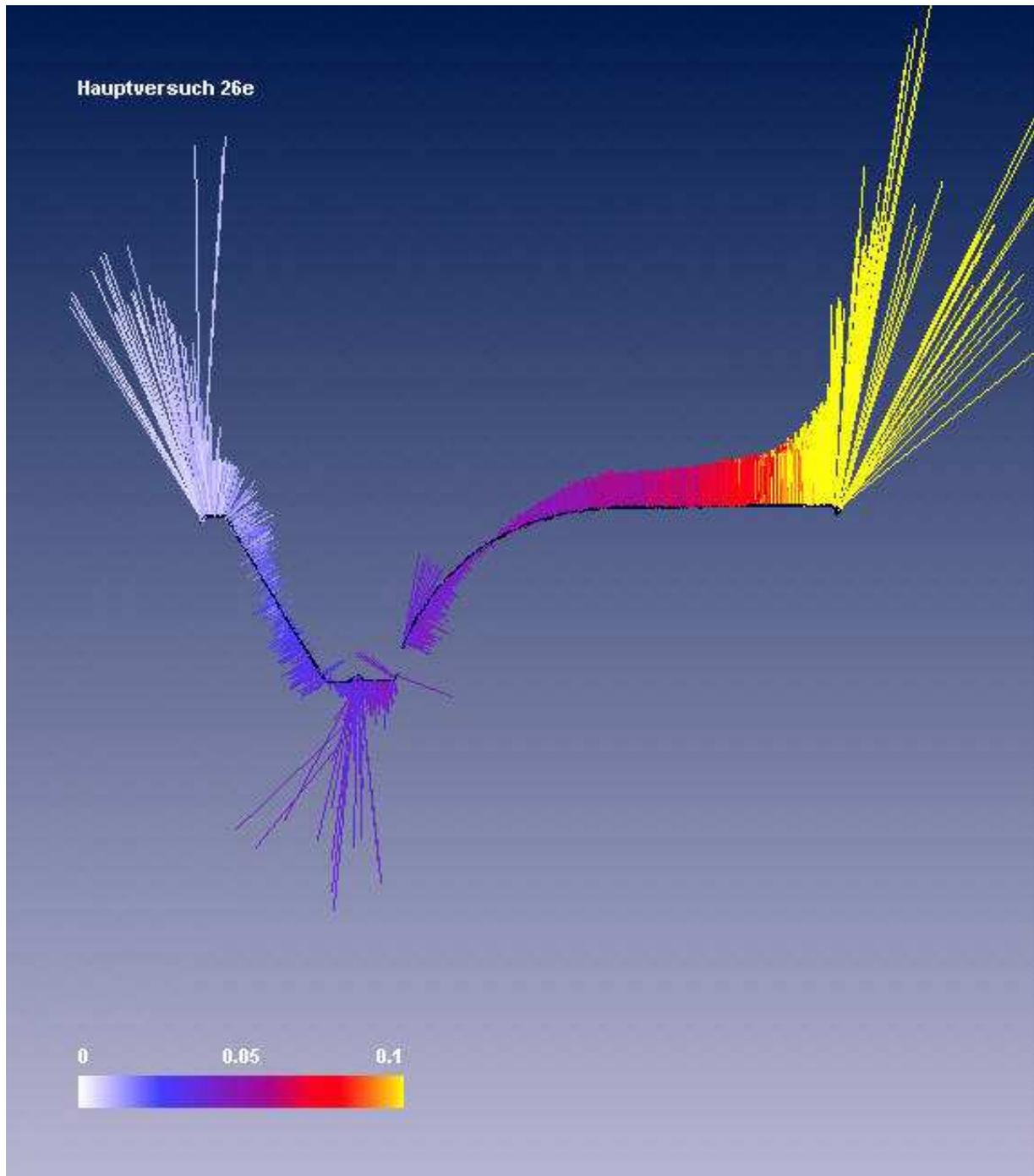


Abbildung 4.18.: Querschnitt in der Median-Sagital-Ebene durch ein Vektorenbild (Probekörper 26)

4.4. Ergebnis der Aufzeichnung des Gewichtsverlaufs

4.4.1. Auswertung der Gruppe Heisspolymerisat

Die Abbildungen 4.19. und 4.20. geben die Gewichtsveränderung der Probekörper während des Versuchsverlaufs wieder. Die Messungen vom 21. und 40. Tag mussten verworfen werden, da zu große Massenänderungen auftraten. Als Ursache kommt eine Verschmutzung der Waage mit grobkörnigen Chemikalien in Frage.

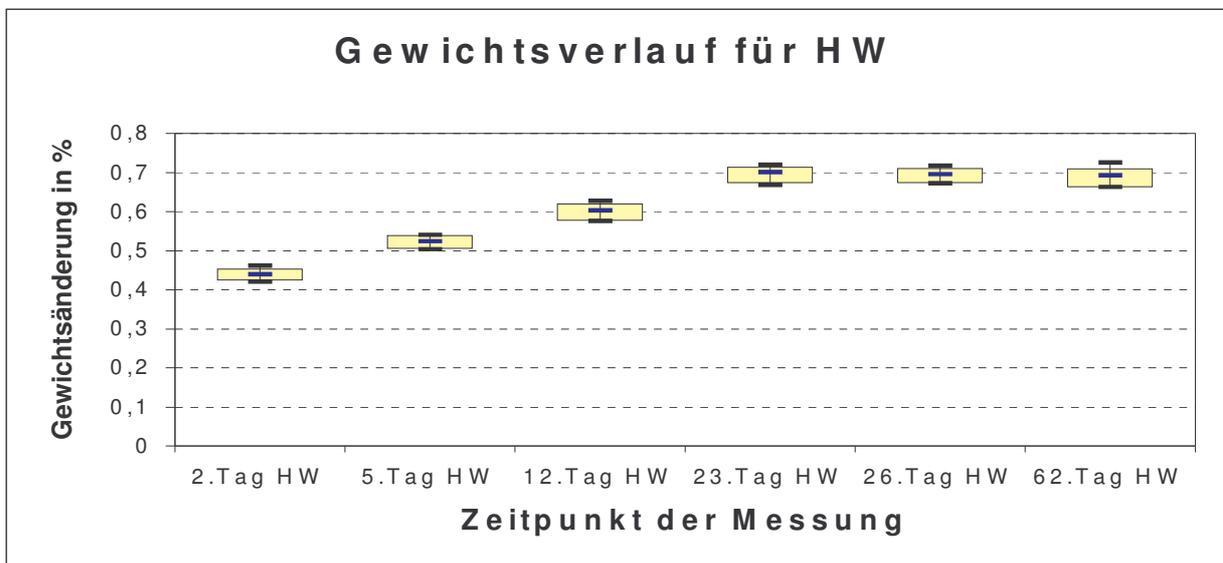


Abbildung 4.19.: Gewichtsveränderung der gewässerten Probekörper im Versuchsverlauf in %

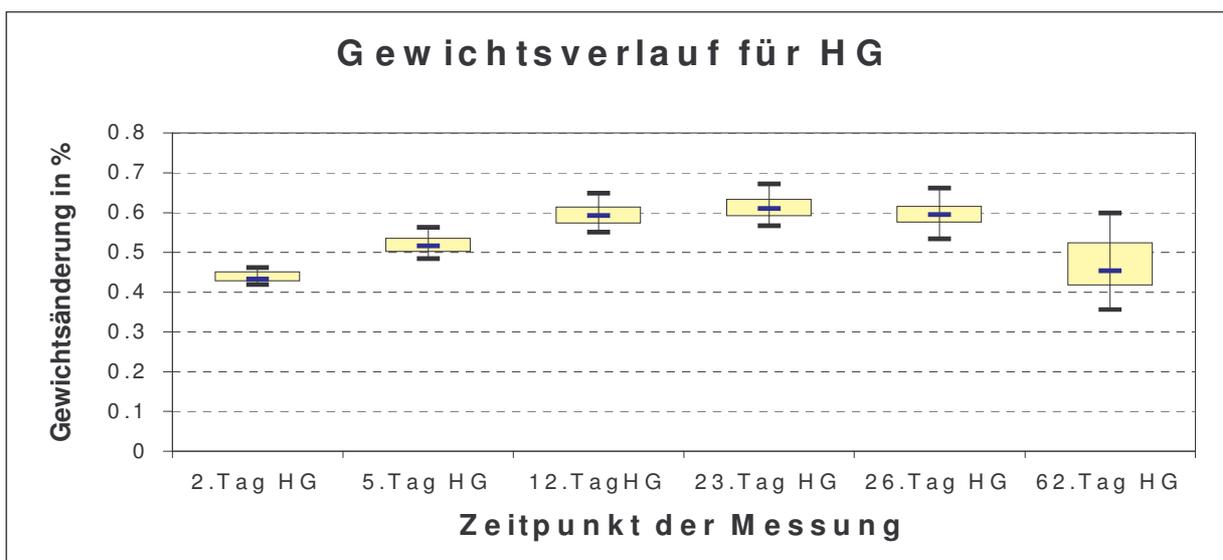


Abbildung 4.20.: Gewichtsveränderung der Probekörper im Geschirrspüler im Versuchsverlauf in %

In beiden Gruppen ist eine Gewichtszunahme bis zum 23. Versuchstag zu beobachten. In der Gruppe der Wasserlagerung erfolgt im weiteren Versuchsverlauf keine Gewichtsänderung mehr, während die Prothesen mit Geschirrspülerbehandlung an Gewicht verlieren.

Die Werte des 62. Tages aus beiden Untergruppen (Abb. 4.21.) wurden mit einem t-Test miteinander verglichen, bei einem $p = 1,16 \cdot 10^{-6}$ liegt ein hochsignifikanter Unterschied der gemessenen Werte vor.

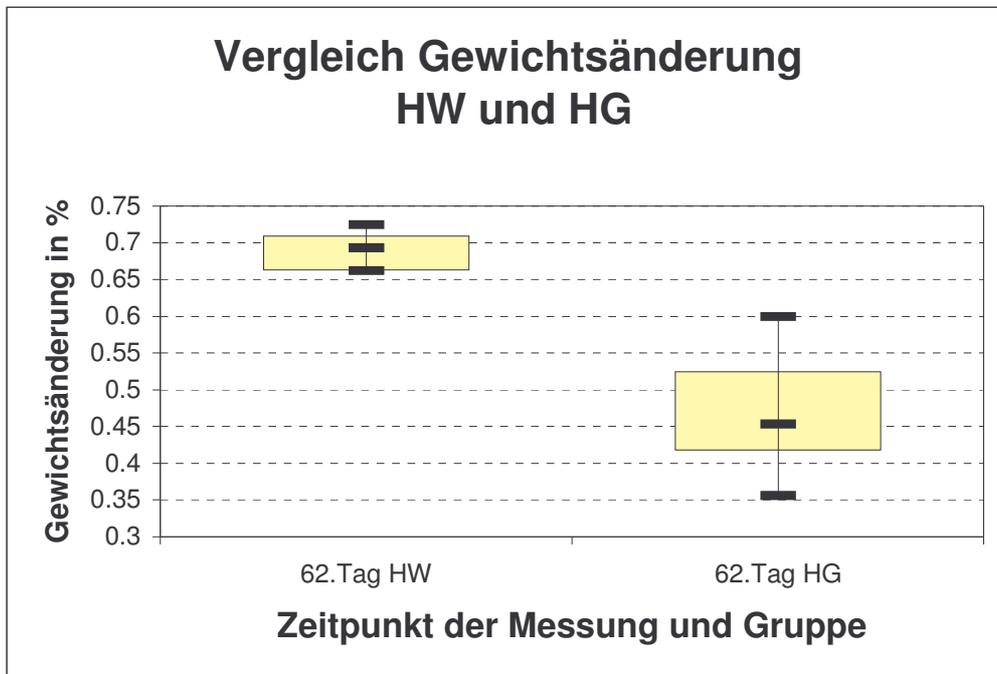


Abbildung 4.21.: Vergleich der Gewichtsänderung der Probekörper am 62. Versuchstag.

4.4.2. Auswertung der Gruppe Kaltpolymerisat

Die Abbildungen 4.22. und 4.23. geben die Gewichtsveränderung der Probekörper während des Versuchsverlaufs wieder. Die Messungen vom 21. und 40. Tag mussten wie schon in der Gruppe des Heisspolymerisates verworfen werden.

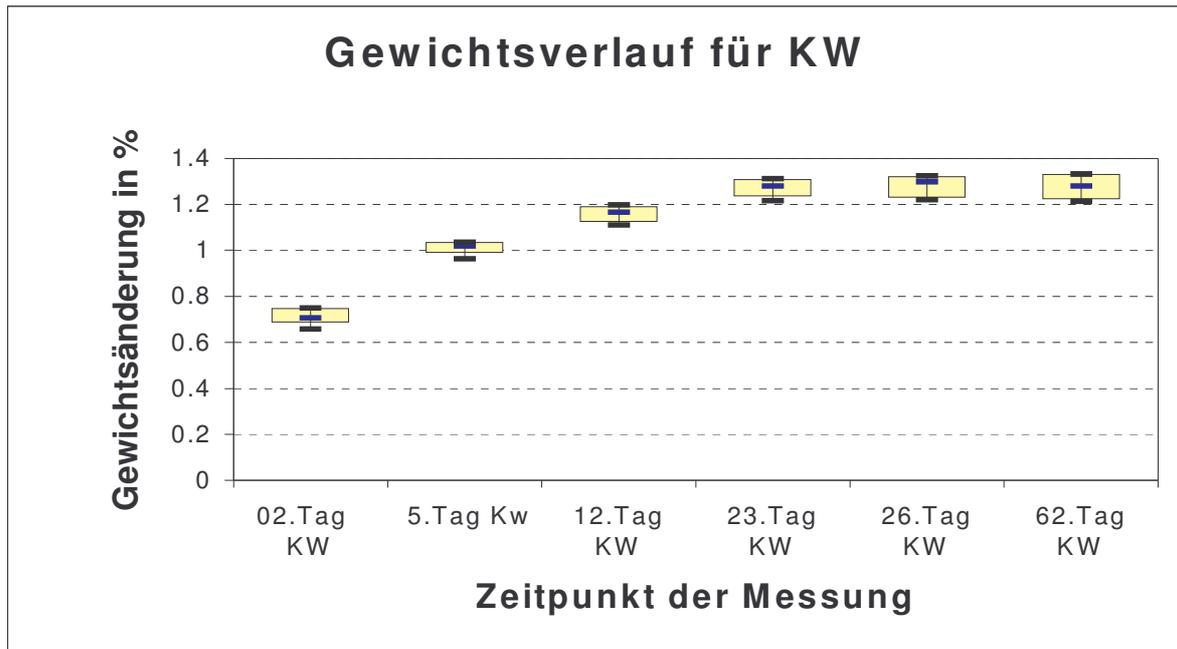


Abbildung 4.22.: Gewichtsveränderung der gewässerten Probekörper im Versuchsverlauf in %

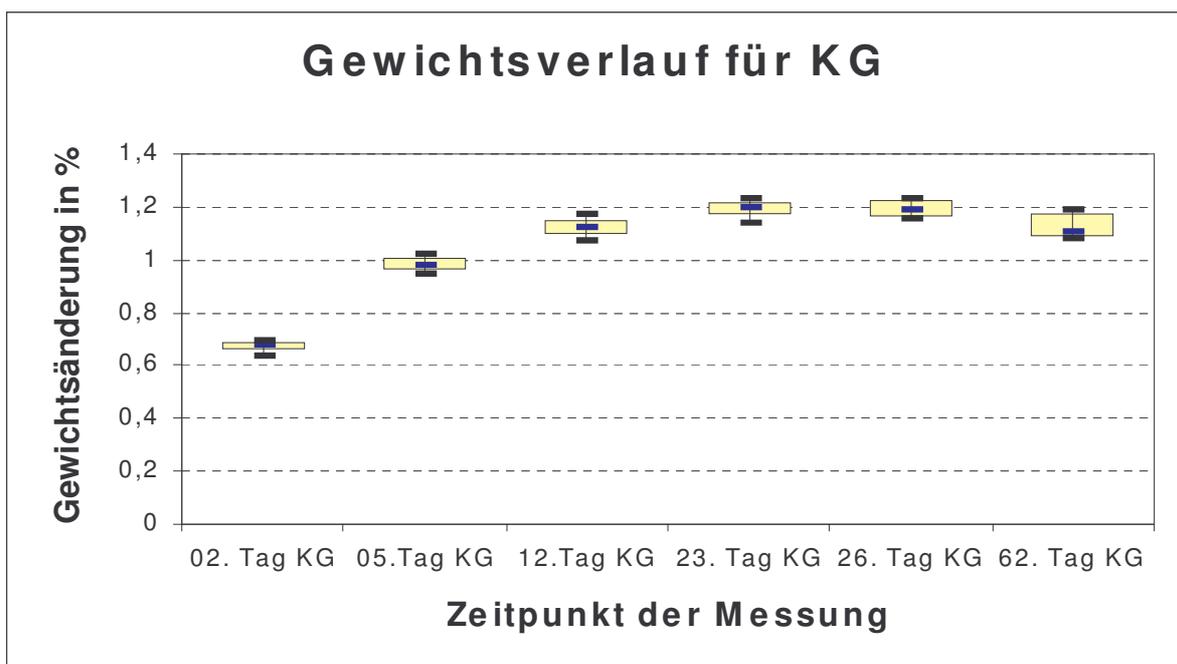


Abbildung 4.23.: Gewichtsveränderung der Probekörper im Geschirrspüler im Versuchsverlauf in %

In beiden Untergruppen ändert sich das Gewicht tendenziell wie in der Gruppe des Heisspolymerisates. Es erfolgt bis zum 23. Versuchstag eine Zunahme des Gewichtes, in der Gruppe der Wasserlagerung bleibt es nachfolgend konstant und in der Gruppe der Geschirrspülerbehandlung ist eine Abnahme zu beobachten. Die maximale Gewichtsänderung liegt um etwa 0,6% höher als in der Gruppe des Heisspolymerisates.

Bei einem t-Test der Werte der beiden Untergruppen vom 62. Versuchstag (Abb. 4.24.) ergibt sich mit einem $p = 0,00018$ ein hoch signifikanter Unterschied beider Gruppen.

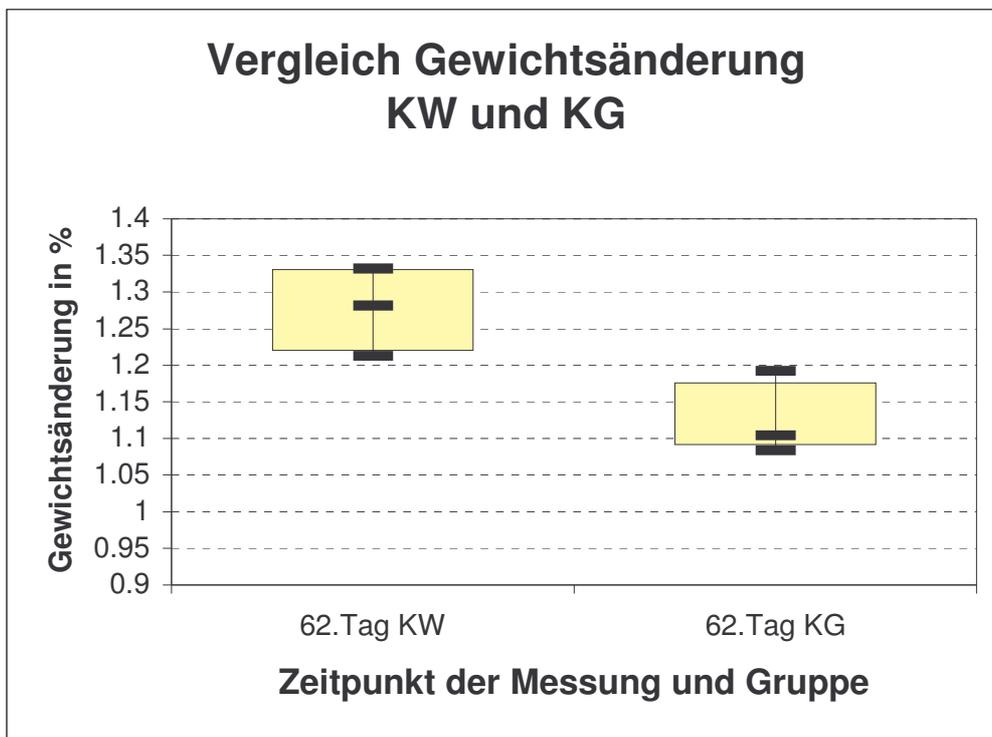


Abbildung 4.24.: Vergleich der Gewichtsänderung der Probekörper am 62. Versuchstag.