

## 5 Ergebnisse

In die Studie wurden 72 Patienten eingeschlossen. Dies entspricht einer Gesamtzahl von 1907 Zähnen (11442 untersuchte Parodontien). Die Gesamtzahl der Zähne verteilte sich wie folgt auf die vier Therapiearme der Studie; 480 (2880 Parodontien) auf die Lasertherapie, 466 (2796 Parodontien) auf die Handtherapie, 482 (2892 Parodontien) auf die Schalltherapie und 479 (2874 Parodontien) auf die Ultraschalltherapie (siehe Tab. 5, Tab. 6). In dem beobachteten Zeitraum blieb die Anzahl an Parodontien konstant (siehe Kapitel 4.3, Abb. 1).

Die Aufteilung der beobachteten Parodontien nach ihren initialen Sondierungstiefen zeigte eine signifikant unterschiedliche Verteilung der Zähne mit Sondierungstiefen größer oder gleich sieben Millimeter auf die verschiedenen Behandlungsmethoden (siehe Tab. 5). Die ein- und mehrwurzeligen Zähne waren jeweils statistisch nicht unterschiedlich auf die vier Therapiearten verteilt (siehe Tab. 6).

Die Heilung verlief bei allen Patienten unauffällig. Komplikationen im Sinne von Abszessen, Infektionen oder verlängerter Wundheilung wurden nicht beobachtet.

Tab. 5: Aufteilung der Parodontien auf die Behandlungsgruppen, geschichtet nach ihren initialen Sondierungstiefen

Initiale Sondierungstiefen	Hand	Laser	Schall	Ultraschall	Gesamt
<b>1-3 mm</b>					
Prozent	24,9 %	24,0 %	25,1 %	26,1 %	100 %
Anzahl	1319	1271	1331	1382	5303
<b>4-6 mm</b>					
Prozent	24,3 %	26,0 %	25,3 %	24,4 %	100 %
Anzahl	1395	1494	1451	1399	5739
<b>≥7mm</b>					
Prozent	20,5 %	28,8 %	27,5 %	23,3 %	100 %
Anzahl	82	115	110	93	400
<b>Gesamt</b>					
Prozent	24,4 %	25,2 %	25,3 %	25,1 %	100 %
Anzahl	2796	2880	2892	2874	11442

Tab. 6: Aufteilung der Zähne auf die Behandlungsgruppen, geschichtet nach Zahnart (ein-, mehrwurzelig)

	Hand	Laser	Schall	Ultraschall	Gesamt
<b>Einwurzelig</b>					
Prozent	24,7 %	24,9 %	25,2 %	25,2 %	100 %
Anzahl	274	276	280	279	1109
<b>Mehrwurzelig</b>					
Prozent	24,1 %	25,6 %	25,3 %	25,1 %	100 %
Anzahl	192	204	202	200	798
<b>Gesamt</b>					
Prozent	24,4 %	25,2 %	25,3 %	25,1 %	100 %
Anzahl	466	480	202	479	1907

## 5.1 Ergebnisse der Hauptfragestellungen

### *5.1.1 Vergleich der Sondierungstiefe, der Gingivarezession und des klinischen Attachmentlevels*

#### *5.1.1.1 Intragruppenvergleiche der klinischen Parameter*

In Tab. 7 sind die Mittelwerte und Standardfehler für Sondierungstiefe, Gingivarezession und klinischem Attachmentlevel der angewandten Behandlungsarten (Hand-, Laser-, Schall- und Ultraschallscaling) für die Zeitpunkte Baseline sowie die Nachuntersuchungstermine nach einem Monat und nach drei Monaten aufgeführt. Es wurden die Ergebnisse der Zeitpunkte Baseline mit denen nach einem Monat, Baseline mit denen nach drei Monaten und der Nachuntersuchung nach einem Monat mit denen nach drei Monaten verglichen. Die Varianzanalyse zeigte jeweils einen hoch signifikanten Unterschied der Ergebnisse in allen vier Behandlungsgruppen ( $p < 0,0001$ ; GEE) in den beobachteten Zeiträumen. Alle vier Behandlungsgruppen zeigten die stärksten Veränderungen der klinischen Parameter zwischen Baseline und dem Nachuntersuchungstermin nach einem Monat. Allerdings zeigte die Lasergruppe in dem Zeitraum Baseline bis zur Nachuntersuchung nach drei Monaten im Vergleich zu den anderen Methoden die größte Reduktion der Sondierungstiefe (1,11 mm) und den größten Attachmentgewinn (0,94 mm). Die Ultraschallbehandlung zeigte die geringste Gingivarezession (0,15 mm) und auch die geringste Reduktion der Sondierungstiefe

(1,02 mm). Die stärkste Gingivarezession (0,07 mm) und den geringsten Attachmentgewinn (0,71 mm) zeigte die Handscalinggruppe.

Tab. 7: Sondierungstiefe (ST), Gingivarezession (GR), klinischer Attachmentlevel (CAL): Mittelwerte ( $\pm$  Standardfehler, n = 72 Patienten) zu den Zeitpunkten Baseline, ein und drei Monate nach der Behandlung. P-Werte beschreiben Unterschiede innerhalb der Behandlungsgruppe

Index/ Behandlungs- art	Baseline	1 Monat	P-Wert (BL-1)	3 Monate	P-Wert (M1-M3)	P-Wert (BL-M3)
<b>ST</b>						
Hand	3,67 ( $\pm 0,058$ )	2,90 ( $\pm 0,045$ )	<0,0001	2,64 ( $\pm 0,033$ )	<0,0001	<0,0001
Laser	3,79 ( $\pm 0,077$ )	2,97 ( $\pm 0,058$ )	<0,0001	2,69 ( $\pm 0,044$ )	<0,0001	<0,0001
Schall	3,72 ( $\pm 0,062$ )	2,88 ( $\pm 0,051$ )	<0,0001	2,65 ( $\pm 0,040$ )	<0,0001	<0,0001
Ultraschall	3,63 ( $\pm 0,058$ )	2,86 ( $\pm 0,047$ )	<0,0001	2,61 ( $\pm 0,036$ )	<0,0001	<0,0001
<b>GR</b>						
Hand	0,70 ( $\pm 0,056$ )	0,77 ( $\pm 0,055$ )	<0,0001	0,92 ( $\pm 0,056$ )	<0,0001	<0,0001
Laser	0,73 ( $\pm 0,060$ )	0,78 ( $\pm 0,058$ )	<0,0001	0,90 ( $\pm 0,059$ )	<0,0001	<0,0001
Schall	0,71 ( $\pm 0,053$ )	0,78 ( $\pm 0,052$ )	<0,0001	0,89 ( $\pm 0,055$ )	<0,0001	<0,0001
Ultraschall	0,73 ( $\pm 0,056$ )	0,78 ( $\pm 0,053$ )	<0,0001	0,88 ( $\pm 0,052$ )	<0,0001	<0,0001
<b>CAL</b>						
Hand	4,36 ( $\pm 0,086$ )	3,65 ( $\pm 0,080$ )	<0,0001	3,54 ( $\pm 0,074$ )	<0,0001	<0,0001
Laser	4,52 ( $\pm 0,104$ )	3,75 ( $\pm 0,092$ )	<0,0001	3,58 ( $\pm 0,083$ )	<0,0001	<0,0001
Schall	4,42 ( $\pm 0,095$ )	3,65 ( $\pm 0,088$ )	<0,0001	3,53 ( $\pm 0,082$ )	<0,0001	<0,0001
Ultraschall	4,36 ( $\pm 0,085$ )	3,63 ( $\pm 0,079$ )	<0,0001	3,48 ( $\pm 0,071$ )	<0,0001	<0,0001

### 5.1.1.2 Intergruppenvergleiche der klinischen Parameter

Die Abb. 19 zeigt als Säulendiagramm die graphische Darstellung der mittleren Sondierungstiefe je Behandlungsart in Millimeter (Mittelwert mit Standardfehler) zu den Zeitpunkten Baseline und den Nachuntersuchungsterminen nach einem und nach drei Monaten. Die größten Veränderungen der Sondierungstiefen wa-

ren bei allen vier Behandlungsmethoden im Vergleich von Baseline zum Nachuntersuchungstermin nach einem Monat zu beobachten. Die stärkste Reduktion der Sondierungstiefe wurde mit dem Schallscaling erreicht um durchschnittlich 0,84 mm. Den geringsten Effekt zeigte die Ultraschallgruppe mit einer Reduktion von 0,77 mm. Die größten Veränderungen vom Nachuntersuchungstermin nach einem Monat zu dem nach drei Monaten zeigte das Laserscaling mit einer Verringerung der Sondierungstiefe um 0,28 mm. Dieses Ergebnis unterscheidet sich signifikant ( $p < 0,0070$ ) von der Abnahme der Sondierungstiefe um 0,23 mm, die in der Schallgruppe erreicht wurde. Die Lasergruppe zeigte den stärksten Gesamtrückgang der Sondierungstiefe um 1,11 mm. Die P-Werte können der Tab. 8 entnommen werden.

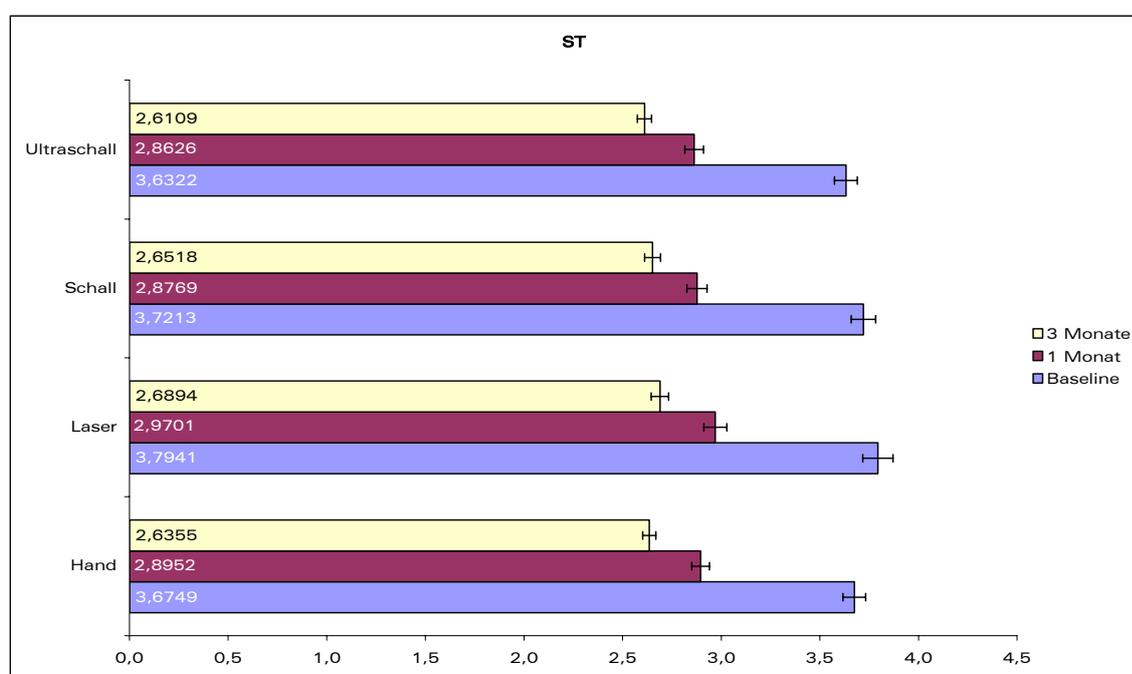


Abb. 19: Mittlere Sondierungstiefe ( $\pm$  Standardfehler) zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten je Behandlungsart in Millimeter.

Die Veränderungen der Sondierungstiefe der Taschen mit initialen Sondierungstiefen von 4-6 mm zeigt die Abb. 20. Das Säulendiagramm zeigt die Werte je Behandlungsart in Millimeter (Mittelwert mit Standardfehler) zu den Zeitpunkten Baseline und den Nachuntersuchungsterminen nach einem und nach drei Monaten. Die größten Veränderungen der Sondierungstiefen waren bei allen vier Behandlungsmethoden im Vergleich von Baseline zum Nachuntersuchungstermin nach einem Monat zu beobachten. Die Lasergruppe zeigte den stärksten Ge-

samtrückgang der Sondierungstiefe um 1,39 mm. Die P-Werte können der Tab. 9 entnommen werden.

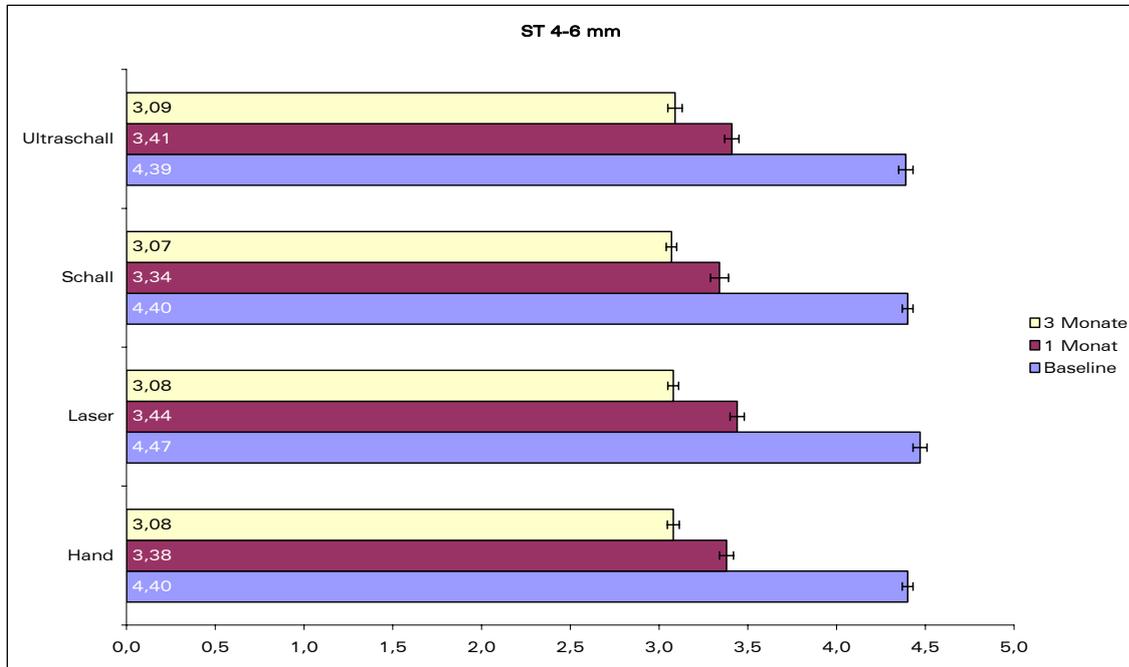


Abb. 20: Mittlere Sondierungstiefe ( $\pm$  Standardfehler) zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten je Behandlungsart in Millimeter (initiale ST 4-6 mm).

Das Säulendiagramm der Abb. 21 zeigt die graphische Darstellung des klinischen Attachmentlevels in Millimeter (Mittelwert mit Standardabweichung). Der größte Gewinn an Attachment wurde bei allen Behandlungsmethoden von Baseline zum Nachuntersuchungstermin nach einem Monat erreicht. Hierbei schnitten das Schallscaling und die Lasertherapie mit einem Attachmentgewinn von 0,77 mm am besten ab, das Handscaling zeigte den geringsten Gewinn mit 0,71 mm. Im weiteren Verlauf zeigte das Laserscaling im Vergleich der Ergebnisse von einem Monat mit denen nach drei Monaten die stärkste Reduktion des Attachmentverlustes (0,17 mm), wiederum zeigte das Handscaling die geringste Verbesserung (0,11 mm). Die größte Gesamtveränderung wies die Lasergruppe mit einem Attachmentgewinn von 0,94 mm auf; den kleinsten Effekt von 0,82 mm hatte das Handscaling. Die P-Werte können der Tab. 8 entnommen werden.

Beim Vergleich der Ausgangswerte mit denen nach drei Monaten zeigte die Lasertherapie in der Reduktion der Sondierungstiefen gegenüber der Ultraschalltherapie ein signifikant besseres Ergebnis ( $p < 0,0032$ ; GEE). Eine signifikant stärkere Minimierung der Sondierungstiefe ( $p < 0,0070$ ; GEE) wies die Lasertherapie

gegenüber dem Schallscaling vom ersten Monat zum dritten Monat auf. Die Ergebnisse der Abnahme der Sondierungstiefen des Schallscalings von Baseline zum ersten Monat sind denen des Ultraschallscalings signifikant überlegen ( $p < 0,0079$ ; GEE).

Beim Vergleich der Ausgangswerte mit denen nach einem Monat ( $p < 0,0081$ ; GEE) und nach drei Monaten ( $p < 0,0062$ ; GEE) zeigte die Lasertherapie im Vergleich zum Handscaling eine signifikant geringere Zunahme der Gingivarezessionen. Im Vergleich der Ergebnisse der Gingivarezession nach drei Monaten mit denen nach einem Monat ( $p < 0,0060$ ; GEE) und mit den Ausgangswerten ( $p < 0,0018$ ; GEE) ist die Ultraschalltherapie dem Handscaling überlegen.

Der Vergleich der Resultate der ersten Nachuntersuchung mit denen nach drei Monaten ( $p < 0,0031$ ; GEE) und dem Vergleich der Ausgangswerte mit den Endergebnissen ( $p < 0,0013$ ; GEE) zeigte, dass das Laserscaling einen signifikant höheren Attachmentgewinn erzielte als das Handscaling.

Die Resultate der anderen Behandlungsgruppen unterschieden sich nicht signifikant voneinander (siehe Tab. 8, Seite 75).

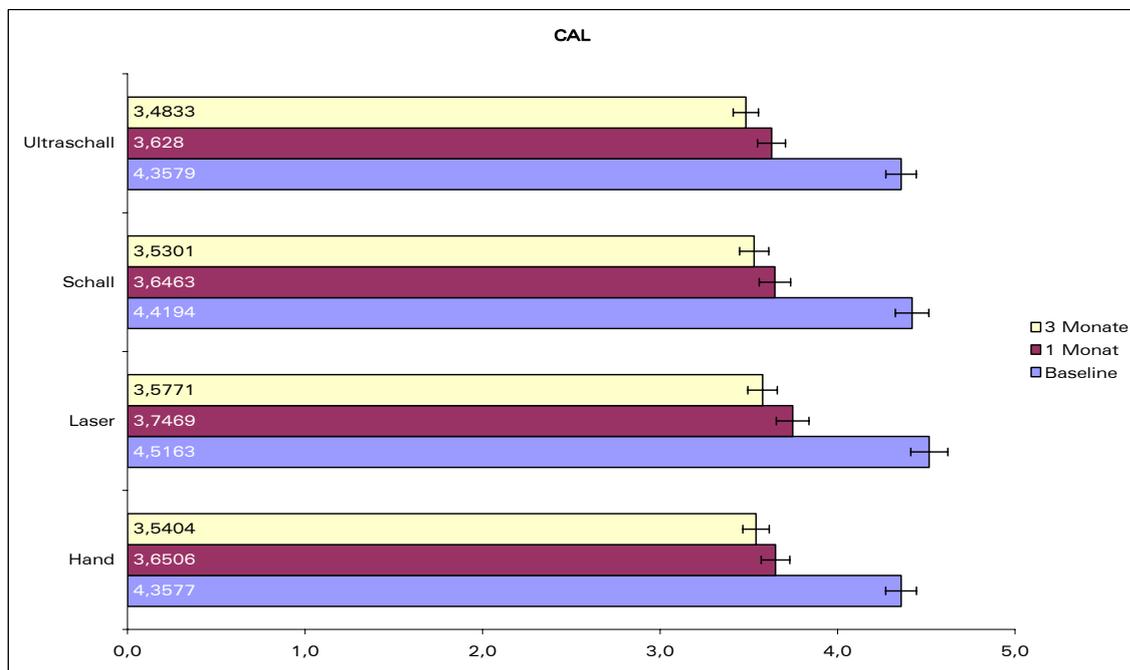


Abb. 21: Mittlerer klinischer Attachmentlevel ( $\pm$  Standardfehler) zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten je Behandlungsart in Millimeter.

Die Veränderungen des klinischen Attachmentlevels der Taschen mit initialen Sondierungstiefen von 4-6 mm zeigt die Abb. 22. Das Säulendiagramm zeigt die graphische Darstellung des klinischen Attachmentlevels in Millimetern (Mittelwert mit Standardfehler). Den größten Gewinn an Attachment wurde bei allen Behandlungsmethoden von Baseline zum Nachuntersuchungstermin nach einem Monat erreicht. Hierbei erzielte die Lasertherapie mit einem Attachmentgewinn von 0,98 mm das beste Ergebnis, das Ultraschall- und das Handscaling zeigten den geringsten Gewinn mit 0,93 mm. Die größte Gesamtveränderung wies die Lasergruppe mit einem Attachmentgewinn von 1,17 mm auf, den kleinsten Effekt von 1,03 mm hatte das Handscaling. Die P-Werte können der Tab. 9 entnommen werden.

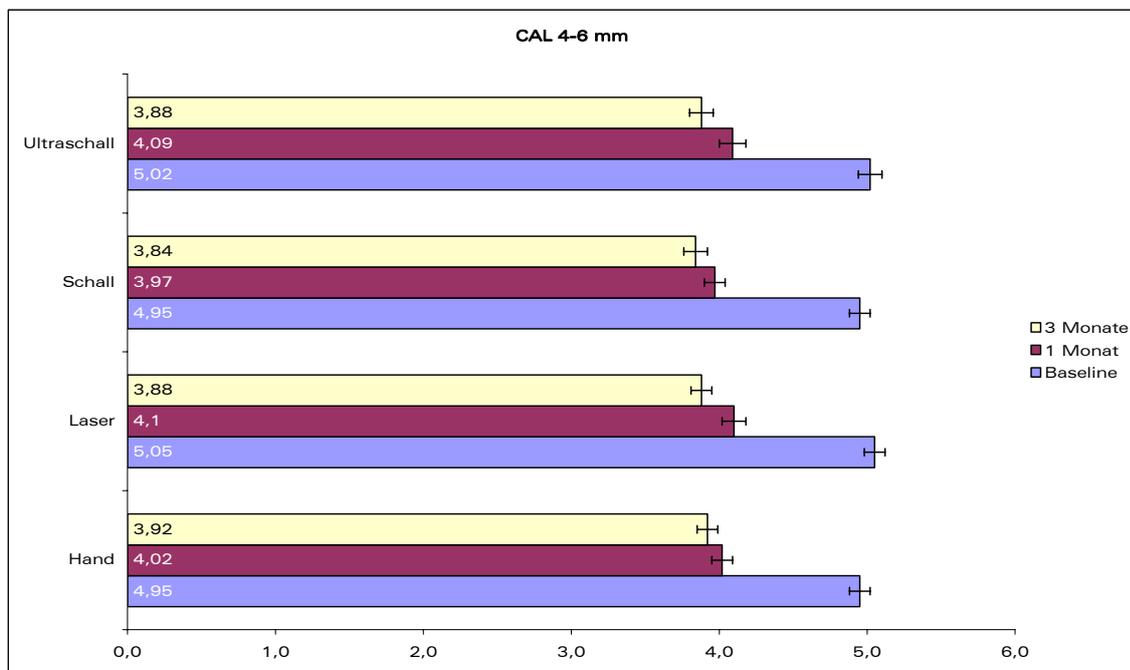


Abb. 22: Mittlerer klinischer Attachmentlevel ( $\pm$  Standardfehler) zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten je Behandlungsart in Millimeter (initiale ST 4-6 mm).

Tab. 8: Intergruppenvergleiche von Sondierungstiefe (ST), Gingivarezession (GR), klinischem Attachmentlevel (CAL) zu den Zeitpunkten Baseline, ein und drei Monate nach der Behandlung unter Angabe der P-Werte (GEE)

P-Wert/ Behandlungsart	ST (BL - M1)	ST (M1 - M3)	ST (BL - M3)	GR (BL - M1)	GR (M1 - M2)	GR (BL - M3)	CAL (BL - M1)	CAL (M1 - M3)	CAL (BL - M3)
Hand-Laser	0,1280	0,1718	0,0285	<b>0,0081</b>	0,0438	<b>0,0062</b>	0,0706	<b>0,0031</b>	<b>0,0013</b>
Hand-Schall	0,0333	0,0739	0,3150	0,4622	0,0267	0,0404	0,0498	0,8031	0,0549
Hand-Ultraschall	0,6993	0,6537	0,5094	0,0150	<b>0,0060</b>	<b>0,0018</b>	0,4599	0,1483	0,0975
Laser-Schall	0,4953	<b>0,0070</b>	0,2950	0,1251	0,9704	0,4789	0,9088	0,0480	0,1942
Laser-Ultraschall	0,0370	0,0690	<b>0,0032</b>	0,9280	0,4161	0,5304	0,1336	0,3117	0,0327
Schall-Ultraschall	<b>0,0079</b>	0,1835	0,1463	0,1149	0,3392	0,0877	0,1575	0,2519	0,6825

Tab. 9: Intergruppenvergleiche von Sondierungstiefe (ST) und klinischem Attachmentlevel (CAL) zu den Zeitpunkten Baseline, ein und drei Monate nach der Behandlung für die Parodontien mit initialer ST von 4-6 mm, unter Angabe der P-Werte (GEE)

P-Wert/ Behandlungsart	ST (BL - M1)	ST (M1 - M3)	ST (BL - M3)	CAL (BL - M1)	CAL (M1 - M2)	CAL (BL - M3)
Hand-Laser	0,6565	0,0187	0,0160	0,4858	<b>0,0007</b>	<b>0,0010</b>
Hand-Schall	0,1669	0,0996	0,8409	0,1743	0,5491	0,0850
Hand-Ultraschall	0,3737	0,4928	0,7112	0,9356	<b>0,0067</b>	0,0204
Laser-Schall	0,3023	<b>0,0012</b>	0,0142	0,4673	0,0179	0,1286
Laser-Ultraschall	0,1115	0,0998	<b>0,0021</b>	0,4450	0,8182	0,4081
Schall-Ultraschall	0,0166	0,0510	0,5897	0,1314	0,0325	0,4379

## 5.2 Ergebnisse der Nebenfragestellungen

### *5.2.1 Vergleich des Plaqueindex, des Gingivaindexes und des Blutens auf Sondieren*

#### *5.2.1.1 Intragruppenvergleiche der klinischen Parameter*

In Tab. 10 sind die Mittelwerte und Standardfehler für den Plaqueindex (PI), Gingivaindex (GI) und dem Bluten auf Sondieren (BOP) der angewandten Behandlungsarten (Hand-, Laser-, Schall- und Ultraschallscaling) für die Zeitpunkte Baseline, die Nachuntersuchungstermine nach einem Monat und nach drei Monaten aufgeführt. Es wurden Ergebnisse der Zeitpunkte Baseline mit denen nach einem Monat, Baseline mit denen nach drei Monaten, und die Resultate der Nachuntersuchung nach einem Monat mit denen nach drei Monaten verglichen. Die Varianzanalyse der Vergleiche zeigte eine hoch signifikante Verbesserung aller klinischen Parameter ( $p < 0,0001$ ; GEE) der vier Behandlungsgruppen. Nur der Plaqueindex der Handscalinggruppe verändert sich von Monat eins zum Monat drei signifikant ( $p < 0,0032$ ; GEE). Als die wirksamste Methode zur Reduktion des Blutens auf Sondieren erwies sich die Lasertherapie (Abnahme von 36,1 %) im Vergleich der Baselinewerte mit denen nach drei Monaten. Sowohl die Lasertherapie als auch das Schallscaling reduzierten den Gingivaindex am erfolgreichsten über die drei Monate (Abnahme von 1,10). Beim Plaqueindex (eine Abnahme von 0,41) zeigte ebenfalls die Lasertherapie die höchste Differenz zwischen den Werten der Zeitpunkt Baseline und denen nach drei Monaten. Die größten Veränderungen dieser Parameter fanden im Zeitraum zwischen Baseline und Monat eins nach der Therapie statt.

Tab. 10: Plaqueindex (PI), Gingivaindex (GI), Bluten auf Sondieren (BOP): Mittelwerte ( $\pm$  Standardfehler, n = 72 Patienten) zu den Zeitpunkten Baseline, ein und drei Monate nach der Behandlung. P-Werte beschreiben Unterschiede innerhalb der Behandlungsgruppe

Index/ Behandlungsart	Baseline	1 Monat	P-Wert (BL-M1)	3 Monate	P-Wert (M1- M3)	P-Wert (BL-M3)
<b>PI</b>						
Hand	1,07 ( $\pm 0,017$ )	0,71 ( $\pm 0,011$ )	<0,0001	0,67 ( $\pm 0,012$ )	0,0032	<0,0001
Laser	1,06 ( $\pm 0,018$ )	0,70 ( $\pm 0,008$ )	<0,0001	0,65 ( $\pm 0,011$ )	<0,0001	<0,0001
Schall	1,03 ( $\pm 0,016$ )	0,70 ( $\pm 0,007$ )	<0,0001	0,64 ( $\pm 0,008$ )	<0,0001	<0,0001
Ultraschall	1,03 ( $\pm 0,014$ )	0,71 ( $\pm 0,008$ )	<0,0001	0,65 ( $\pm 0,011$ )	<0,0001	<0,0001
<b>GI</b>						
Hand	1,70 ( $\pm 0,024$ )	0,73 ( $\pm 0,014$ )	<0,0001	0,63 ( $\pm 0,010$ )	<0,0001	<0,0001
Laser	1,71 ( $\pm 0,016$ )	0,73 ( $\pm 0,015$ )	<0,0001	0,61 ( $\pm 0,009$ )	<0,0001	<0,0001
Schall	1,71 ( $\pm 0,013$ )	0,73 ( $\pm 0,013$ )	<0,0001	0,62 ( $\pm 0,008$ )	<0,0001	<0,0001
Ultraschall	1,72 ( $\pm 0,014$ )	0,74 ( $\pm 0,012$ )	<0,0001	0,64 ( $\pm 0,008$ )	<0,0001	<0,0001
<b>BOP</b>						
Hand	57,8 % ( $\pm 1,03$ %)	27,8 % ( $\pm 0,85$ %)	<0,0001	22,6 % ( $\pm 0,64$ %)	<0,0001	<0,0001
Laser	58,4 % ( $\pm 0,91$ %)	28,7 % ( $\pm 0,80$ %)	<0,0001	22,3 % ( $\pm 0,70$ %)	<0,0001	<0,0001
Schall	57,9 % ( $\pm 0,87$ %)	29,5 % ( $\pm 0,74$ %)	<0,0001	23,5 % ( $\pm 0,72$ %)	<0,0001	<0,0001
Ultraschall	57,2 % ( $\pm 0,89$ %)	28,1 % ( $\pm 0,80$ %)	<0,0001	23,0 % ( $\pm 0,69$ %)	<0,0001	<0,0001

### 5.2.1.2 Intergruppenvergleiche der klinischen Parameter

Die Abbildungen Abb. 23, Abb. 24 und Abb. 25 zeigen graphisch als Säulendiagramme unter Angabe von Mittelwert und Standardabweichung die Veränderungen des Plaqueindex, des Gingivaindexes und des Blutens auf Sondieren der einzelnen Behandlungsgruppen. Die Ergebnisse sind für die Zeitpunkte Baseline, für einen Monat und drei Monate dargestellt. Die größten Veränderungen der Werte fanden für alle Indices der vier Behandlungsgruppen in dem Zeitraum

zwischen Baseline und dem Nachuntersuchungstermin nach einem Monat statt. Nachfolgende Änderungen sind nur noch gering.

Die Abb. 23 zeigt die Entwicklung des Plaqueindex. Dieser verminderte sich für alle vier Gruppen von durchschnittlich 1,05 zum Zeitpunkt Baseline auf 0,7 zum Monat eins. Drei Monate nach der Behandlung erreichte der Plaqueindex nur noch eine durchschnittliche Höhe von 0,65.

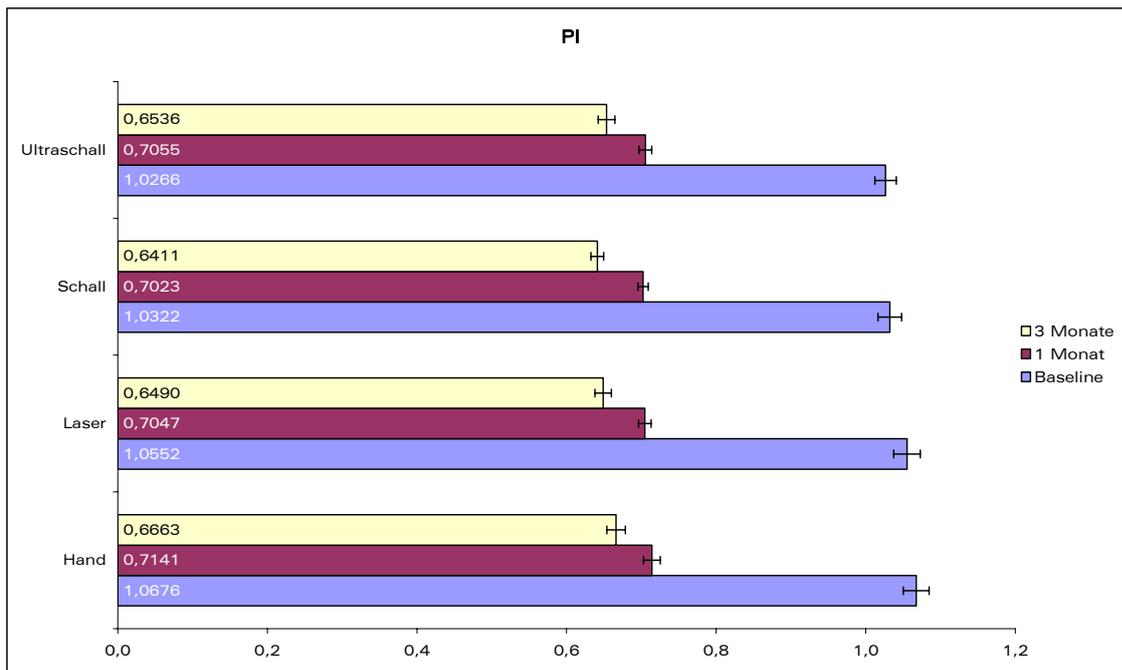


Abb. 23: Mittlerer Plaqueindex ( $\pm$  Standardfehler) zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten je Behandlungsart.

Die Abb. 24 zeigt den Verlauf des Gingivaindexes der vier Gruppen. Dieser nahm um 1,08 von anfangs etwa 1,7 auf 0,62 im dritten Monat ab. Nach einem Monat betrug er noch 0,72.

Das Bluten auf Sondieren verringerte sich im Schnitt bei allen vier Therapiearten von 57,5 % zum Zeitpunkt Baseline auf 28 % zur ersten Nachuntersuchung. Bei der letzten Nachuntersuchung zeigten nur noch 22 % der untersuchten Stellen eine Provokationsblutung (siehe Abb. 25).

Die Wirkungen der unterschiedlichen Behandlungsmethoden auf den Gingivaindex, den Plaqueindex und das Bluten auf Sondierung unterschieden sich nicht signifikant von einander. Die Tab. 11 (Seite 80) zeigt die P-Werte für den Vergleich der verschiedenen Behandlungsgruppen miteinander.

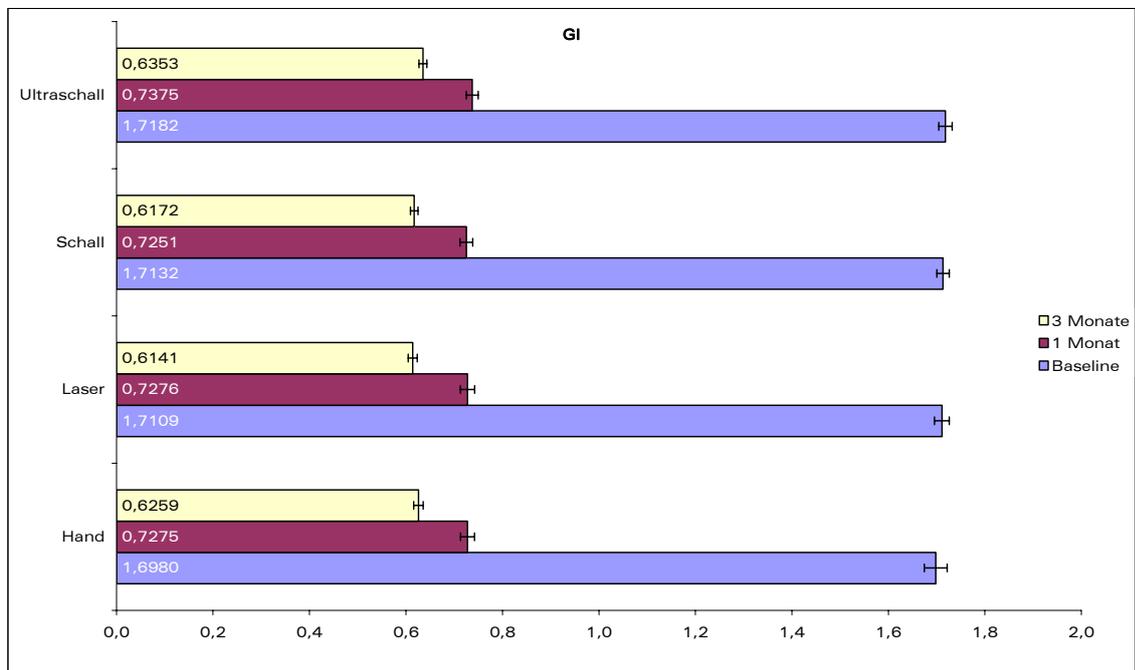


Abb. 24: Mittlerer Gingivaindex ( $\pm$  Standardfehler) zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten je Behandlungsart.

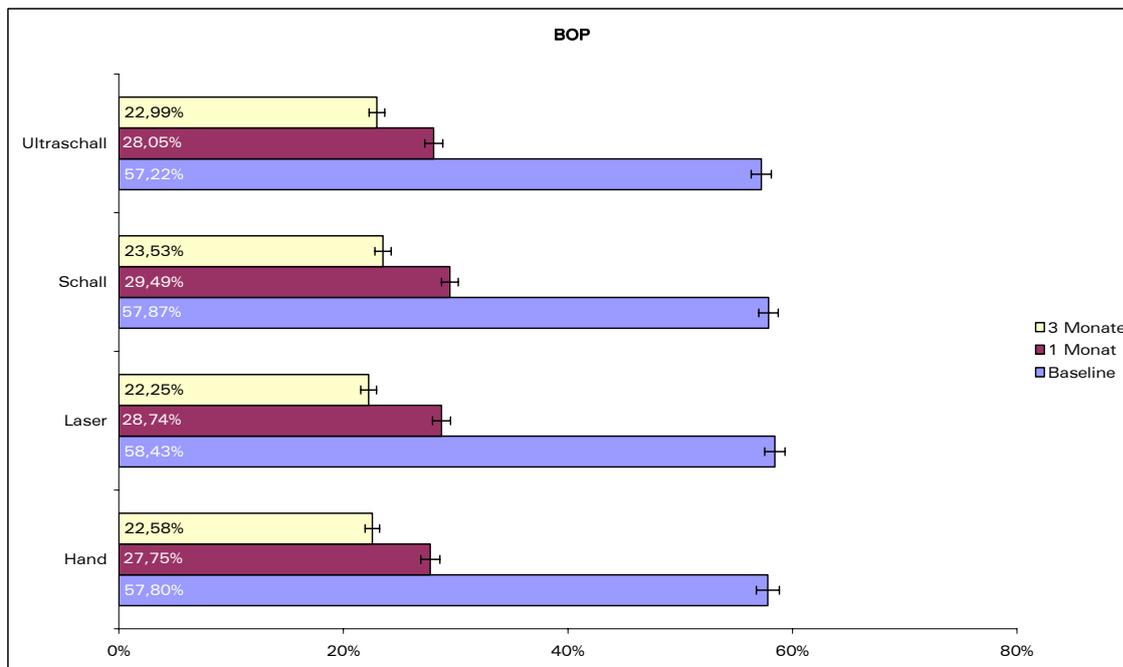


Abb. 25: Mittlere Blutung ( $\pm$  Standardfehler) auf Sondierung zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten je Behandlungsart in Prozent.

Tab. 11: Intergruppenvergleiche von Plaqueindex (PI), Gingivaindex (GI), Blüten auf Sondieren (BOP) zu den Zeitpunkten Baseline, ein und drei Monate nach der Behandlung unter Angabe der P-Werte (GEE)

Zeitpunkt/ Behandlungsart	PI (BL - M1)	PI (M1 - M3)	PI (BL - M3)	GI (BL - M1)	GI (M1 - M3)	GI (BL - M3)	BOP (BL - M1)	BOP (M1 - M3)	BOP (BL - M3)
Hand-Laser	0,8991	0,6618	0,8282	0,6466	0,3924	0,2737	0,7045	0,1096	0,3079
Hand-Schall	0,3219	0,4554	0,5478	0,4846	0,6496	0,2612	0,0864	0,2884	0,2948
Hand-Ultraschall	0,1936	0,7698	0,1406	0,6616	0,8638	0,4466	0,3736	0,8613	0,2654
Laser-Schall	0,3418	0,6712	0,4836	0,7762	0,6525	0,9528	0,2574	0,4833	0,0751
Laser-Ultraschall	0,1335	0,8599	0,1022	0,8871	0,4535	0,4590	0,6342	0,0933	0,0441
Schall-Ultraschall	0,6437	0,5538	0,3385	0,7501	0,1149	0,4813	0,4340	0,1770	0,8893

### 5.2.1.3 Vergleich der klinischen Parameter in Abhängigkeit der initialen Sondierungstiefe

#### 5.2.1.4 Veränderungen der Sondierungstiefen

Die Abb. 26, Abb. 27, Abb. 28 und Abb. 29 zeigen rein deskriptiv, als Säulendiagramme die Veränderungen der Sondierungstiefen je Behandlungsart in Abhängigkeit von den initialen Sondierungstiefen unter Angabe von Mittelwert und Standardabweichung für die Zeitpunkte Baseline, ein Monat und drei Monate nach Behandlung. Die Sondierungstiefen sind, in Abhängigkeit vom Baselinebefund, in die Gruppen von eins bis drei, von vier bis sechs und größer oder gleich sieben Millimeter zusammengefasst. Die Gruppe mit initialen Sondierungstiefen größer oder gleich sieben Millimeter zeigte bei allen vier Behandlungsgruppen den stärksten Rückgang der Sondierungstiefe. Im Gegensatz dazu zeigte die Gruppe mit einer Anfangssondierungstiefe von eins bis drei Millimeter die geringste Reduktion.

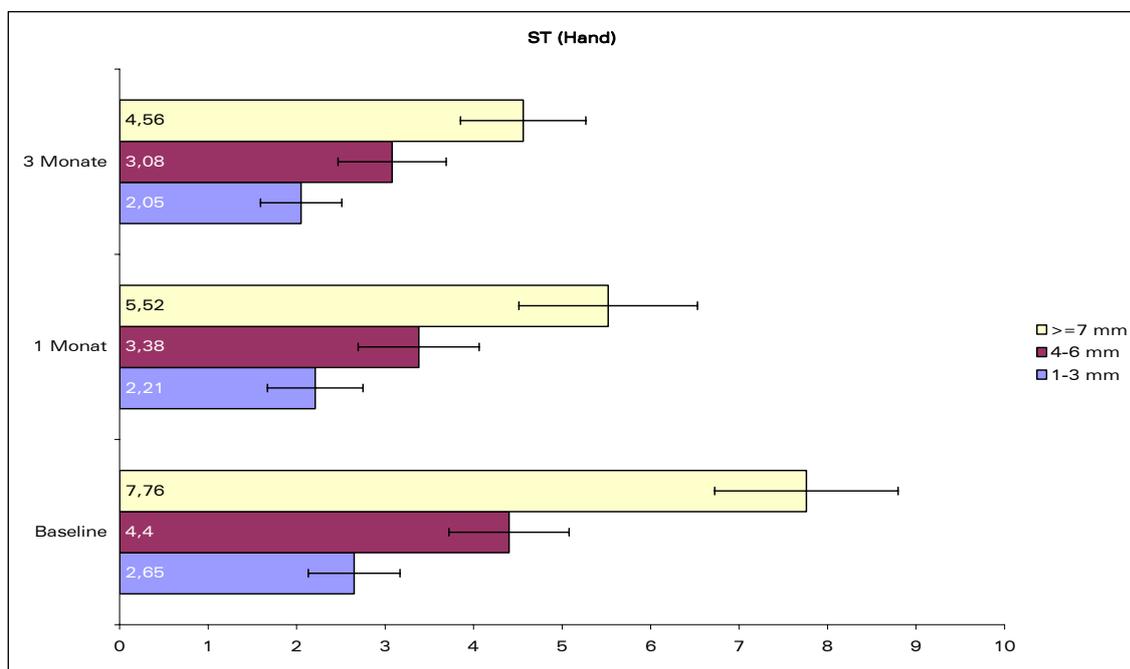


Abb. 26: Deskriptive Darstellung der mittlere Sondierungstiefe ( $\pm$  Standardabweichung) in Millimetern zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten in Gruppen nach initialen Sondierungstiefen 1-3, 4-6,  $\geq 7$  mm für das Handscaling.

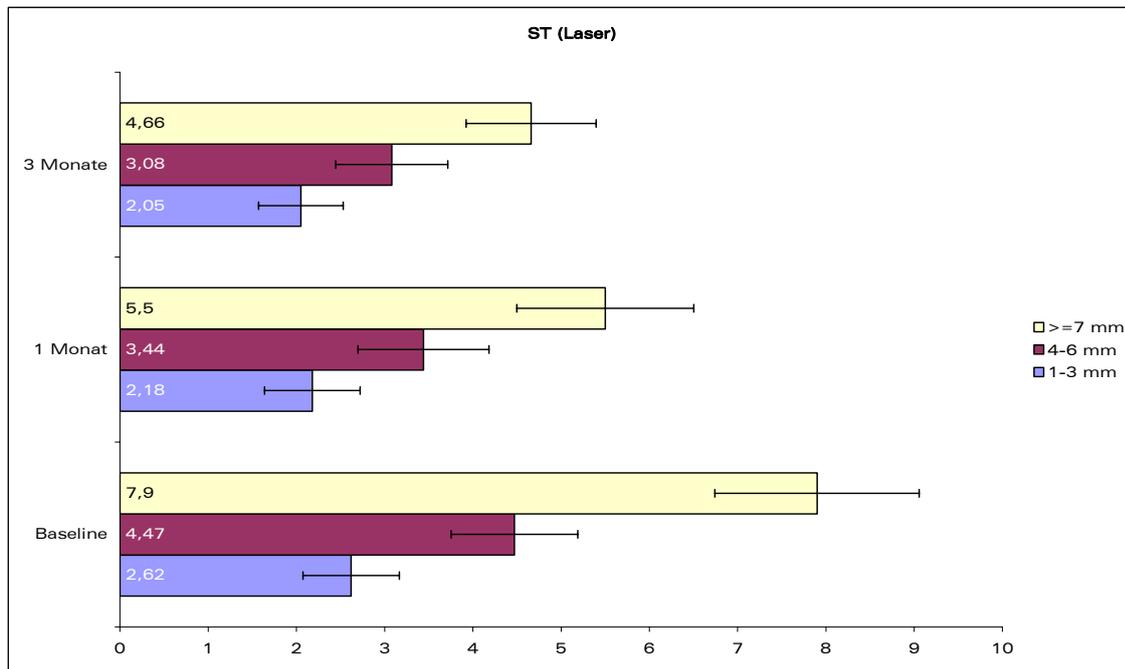


Abb. 27: Deskriptive Darstellung der mittlere Sondierungstiefe ( $\pm$  Standardabweichung) in Millimetern zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten in Gruppen nach initialen Sondierungstiefen 1-3, 4-6,  $\geq 7$  mm für die Lasertherapie.

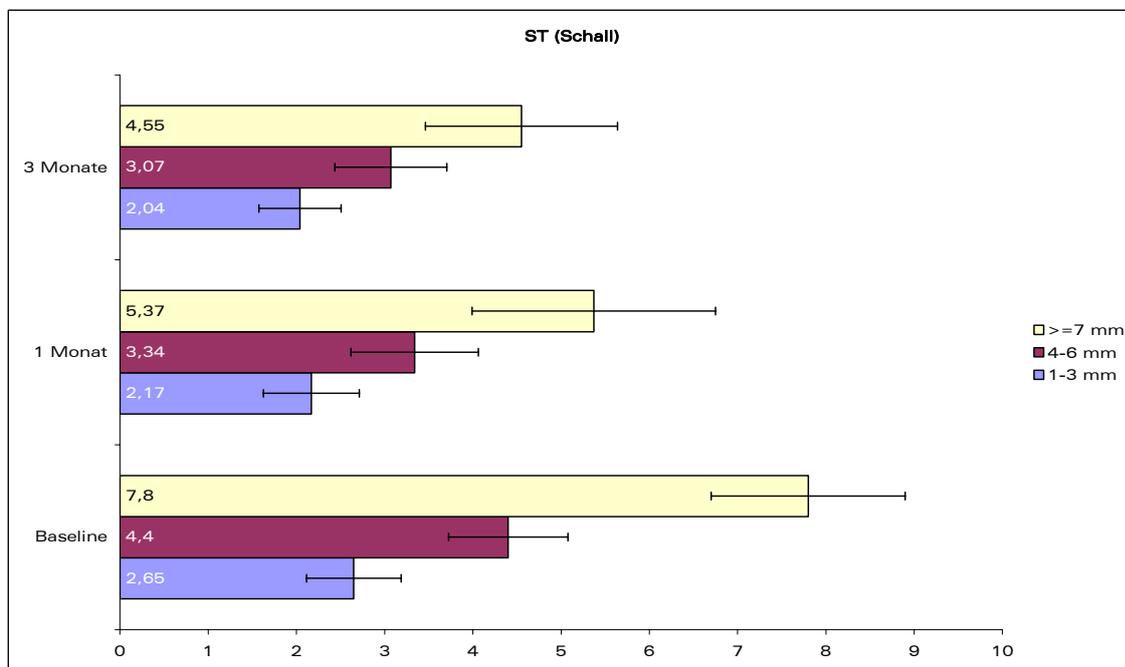


Abb. 28: Deskriptive Darstellung der mittlere Sondierungstiefe ( $\pm$  Standardabweichung) in Millimetern zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten in Gruppen nach initialen Sondierungstiefen 1-3, 4-6,  $\geq 7$  mm für das Schallscaling.

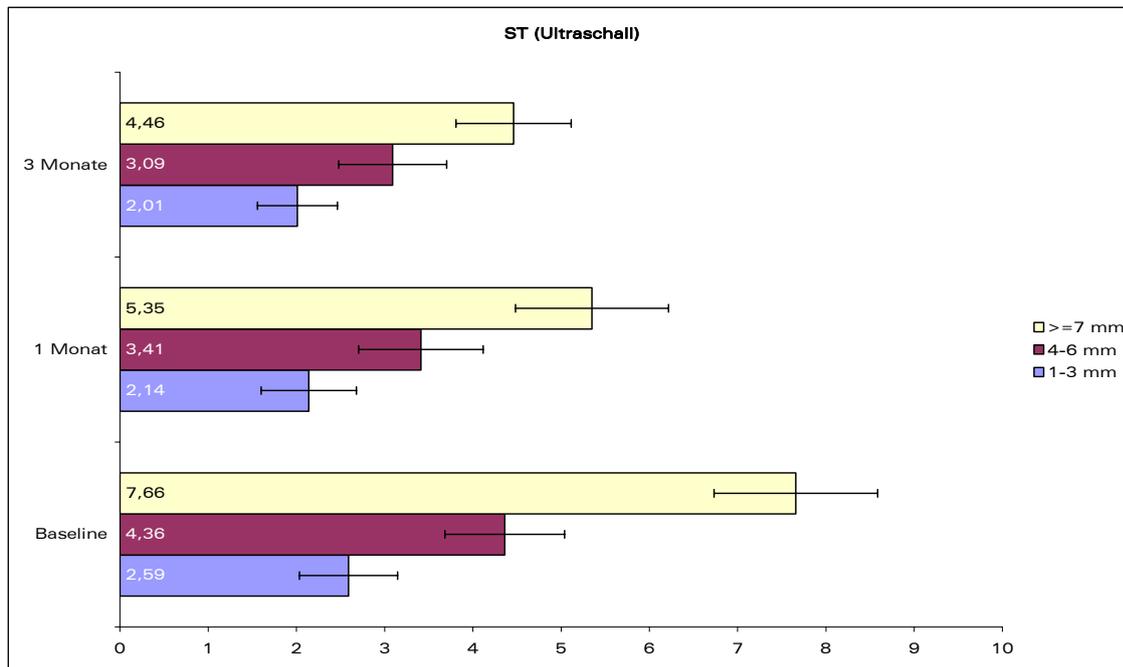


Abb. 29: Deskriptive Darstellung der mittlere Sondierungstiefe ( $\pm$  Standardabweichung) in Millimetern zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten in Gruppen nach initialen Sondierungstiefen 1-3, 4-6,  $\geq 7$  mm für das Ultraschallscaling.

### 5.2.1.5 Veränderungen des klinischen Attachmentlevels

Die Säulendiagramme (Abb. 30, Abb. 31, Abb. 32, Abb. 33) zeigen rein deskriptiv die Veränderungen des klinischen Attachmentlevels je Behandlungsart in Abhängigkeit von den initialen Sondierungstiefen unter Angabe von Mittelwert und Standardabweichung für die Zeitpunkte Baseline, ein Monat und drei Monate nach Behandlung.

Die Werte des klinischen Attachmentlevels sind, in Abhängigkeit von den dazu korrespondierenden Sondierungstiefen des Baselinebefundes, in die Gruppen von eins bis drei, von vier bis sechs und größer oder gleich sieben Millimeter zusammengefasst. Die Gruppe mit initialen Sondierungstiefen größer oder gleich sieben Millimeter zeigte bei allen vier Behandlungsgruppen den stärksten Attachmentgewinn. Im Gegensatz dazu zeigte die Gruppe mit einer Anfangssondierungstiefe von eins bis drei Millimeter die geringste Steigerung.

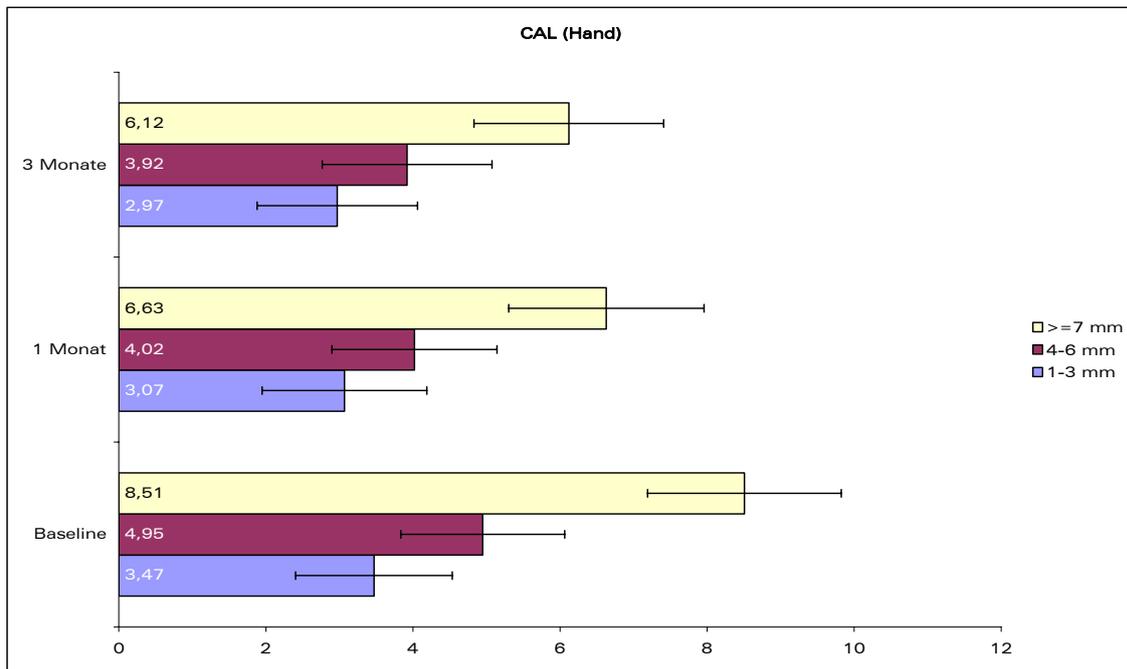


Abb. 30: Deskriptive Darstellung des mittleren klinischen Attachmentlevels ( $\pm$  Standardabweichung) in Millimetern zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten in Gruppen nach initialen Sondierungstiefen 1-3, 4-6,  $\geq 7$  mm für das Handscaling.

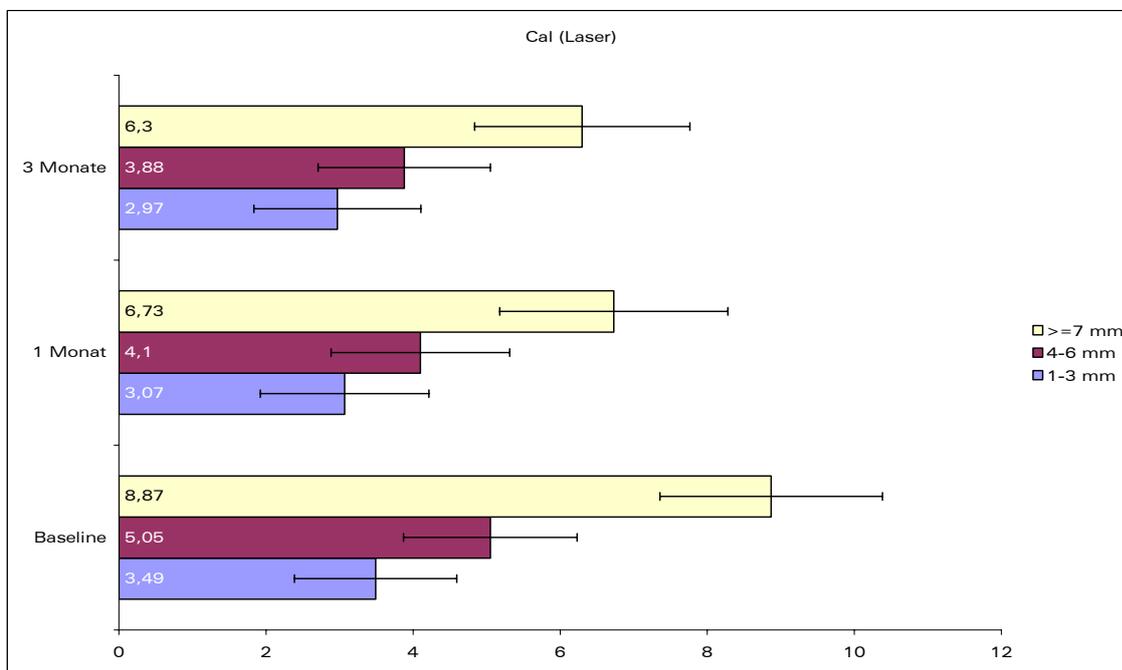


Abb. 31: Deskriptive Darstellung des mittleren klinischen Attachmentlevels ( $\pm$  Standardabweichung) in Millimetern zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten in Gruppen nach initialen Sondierungstiefen 1-3, 4-6,  $\geq 7$  mm für das Laserscaling.

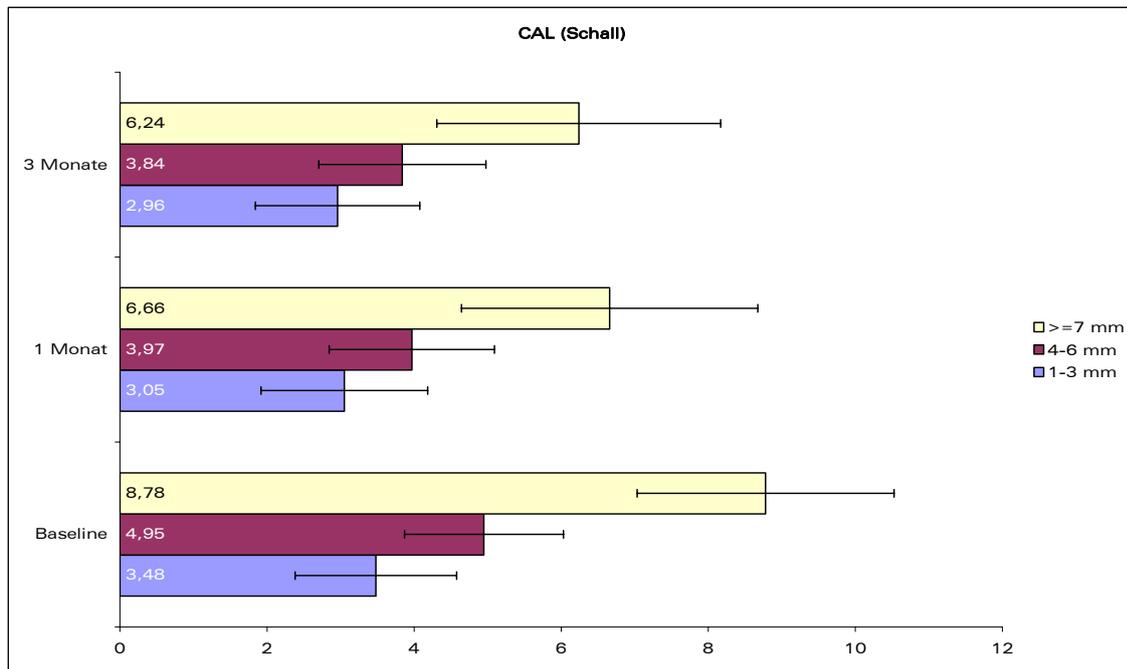


Abb. 32: Deskriptive Darstellung des mittleren klinischen Attachmentlevels ( $\pm$  Standardabweichung) in Millimetern zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten in Gruppen nach initialen Sondierungstiefen 1-3, 4-6,  $\geq 7$  mm für das Schallscaling.

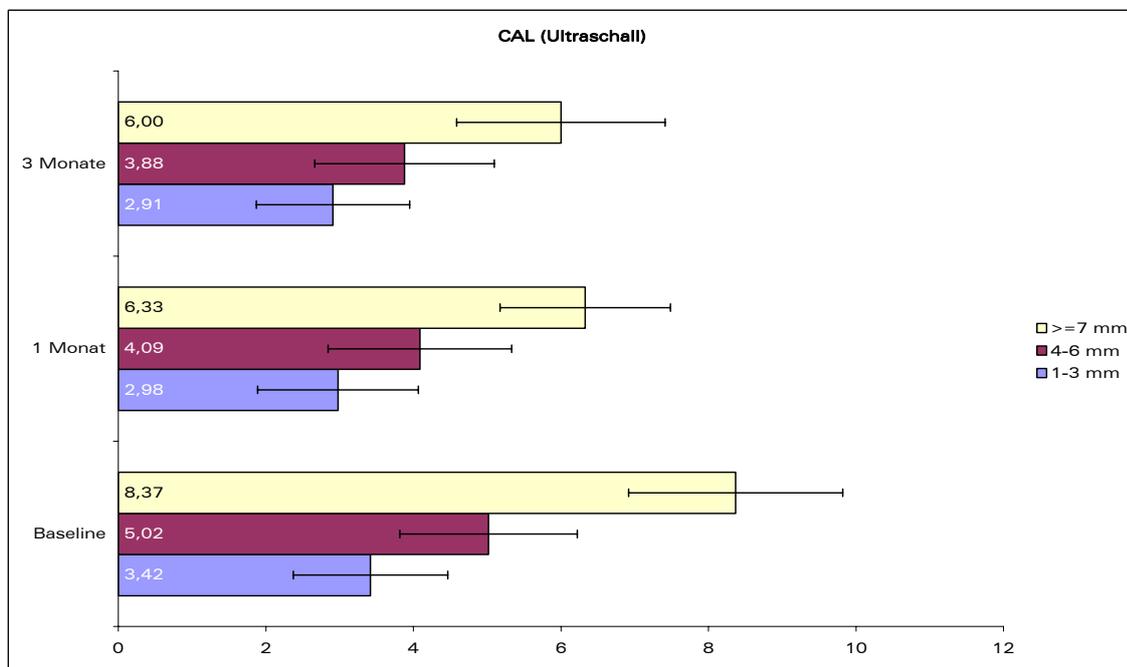


Abb. 33: Deskriptive Darstellung des mittleren klinischen Attachmentlevels ( $\pm$  Standardabweichung) in Millimetern zu Beginn, nach einem und nach drei Monaten in Gruppen nach initialen Sondierungstiefen 1-3, 4-6,  $\geq 7$  mm für das Ultraschallscaling.

### 5.2.2 Vergleich der klinischen Parameter in Abhängigkeit von der Zahnart

Die Tab. 12 beschreibt den Einfluss der Zahnart, einwurzelige (alle Frontzähne, der zweite Prämolare im Oberkiefer und beide im Unterkiefer) versus mehrwurzelige Zähne (der erste Prämolare im Oberkiefer und alle Molaren), auf die Sondierungstiefe. Für beide Gruppen ist die mittlere Sondierungstiefe mit Standardfehlern aufgeführt. Dargestellt ist diese für die angewandten Behandlungszweige (Hand-, Laser-, Schall- und Ultraschallscaling). Es wurden die Ergebnisse der Zeitpunkte Baseline und dem Nachuntersuchungstermin nach einem Monat und die Resultate nach einem Monat mit denen nach drei Monaten miteinander verglichen. Die Varianzanalyse zeigte jeweils einen hoch signifikanten Unterschied der Ergebnisse in allen vier Behandlungsgruppen ( $p < 0,0001$ ; GEE). Die initialen mittleren Sondierungstiefen waren bei den mehrwurzeligen Zähnen durchschnittlich höher als bei den einwurzeligen. Die Reduktion der Sondierungstiefe war bei den mehrwurzeligen Zähnen ebenfalls höher.

Tab. 12: Vergleich der Sondierungstiefe (ST) unterschieden nach einwurzeligen (EW) und mehrwurzeligen (MW) Zähnen: Mittelwerte ( $\pm$  Standardfehler,  $n = 72$  Patienten) zu den Zeitpunkten Baseline, ein und drei Monate nach der Behandlung. P-Werte beschreiben Unterschiede innerhalb der Behandlungsgruppe

Index/ Behandlungsart	Baseline	1 Monat	P-Wert (BL-M1)	3 Monate	P-Wert (M1-M3)
<b>ST EW</b>					
Hand	3,42 ( $\pm 0,068$ )	2,70 ( $\pm 0,051$ )	<0,0001	2,47 ( $\pm 0,040$ )	<0,0001
Laser	3,53 ( $\pm 0,082$ )	2,78 ( $\pm 0,060$ )	<0,0001	2,52 ( $\pm 0,047$ )	<0,0001
Schall	3,45 ( $\pm 0,060$ )	2,68 ( $\pm 0,046$ )	<0,0001	2,47 ( $\pm 0,037$ )	<0,0001
Ultraschall	3,37 ( $\pm 0,065$ )	2,69 ( $\pm 0,052$ )	<0,0001	2,45 ( $\pm 0,040$ )	<0,0001
<b>ST MW</b>					
Hand	4,03 ( $\pm 0,066$ )	3,17 ( $\pm 0,049$ )	<0,0001	2,87 ( $\pm 0,040$ )	<0,0001
Laser	4,15 ( $\pm 0,085$ )	3,23 ( $\pm 0,068$ )	<0,0001	2,92 ( $\pm 0,052$ )	<0,0001
Schall	4,10 ( $\pm 0,083$ )	3,14 ( $\pm 0,071$ )	<0,0001	2,91 ( $\pm 0,055$ )	<0,0001
Ultraschall	4,00 ( $\pm 0,066$ )	3,11 ( $\pm 0,053$ )	<0,0001	2,84 ( $\pm 0,043$ )	<0,0001

In Tab. 13 sind Mittelwerte und Standardfehler, unterschieden nach der Zahnart (mehrwurzelige oder einwurzelige Zähne) für den klinischen Attachmentlevel aufgeführt. Die Werte sind für die in der Studie benutzten Behandlungsarten (Hand-, Laser-, Schall- und Ultraschallscaling) aufgeführt. Es wurden wiederum die Ergebnisse der Zeitpunkte Baseline und dem Nachuntersuchungstermin nach einem Monat und die Resultate nach einem Monat mit denen nach drei Monaten miteinander verglichen. Die Varianzanalyse zeigte jeweils einen hoch signifikanten Unterschied der Ergebnisse in allen vier Behandlungsgruppen ( $p < 0,0001$ ; GEE). Der durchschnittliche Attachmentlevel lag zu Beginn der Studie bei den mehrwurzeligen Zähnen (4,75 mm) um 0,59 mm höher als bei den einwurzeligen Zähnen (4,17 mm). Der mittlere Attachmentgewinn über drei Monate betrug für mehrwurzelige Zähne 0,98 mm, für einwurzelige war er mit 0,80 mm geringfügig kleiner.

Tab. 13: Vergleich des klinischen Attachmentlevels (CAL) unterschieden nach einwurzeligen (EW) und mehrwurzeligen Zähnen (MW): Mittelwerte ( $\pm$  Standardfehler,  $n = 72$  Patienten) zu den Zeitpunkten Baseline, ein und drei Monate nach der Behandlung. P-Werte beschreiben Unterschiede innerhalb der Behandlungsgruppe

Index/ Behandlungsart	Baseline	1 Monat	P-Wert (BL-M1)	3 Monate	P-Wert (M1-M3)
<b>CAL EW</b>					
Hand	4,14 ( $\pm 0,0102$ )	3,49 ( $\pm 0,090$ )	<0,0001	3,37 ( $\pm 0,085$ )	<0,0001
Laser	4,24 ( $\pm 0,119$ )	3,54 ( $\pm 0,104$ )	<0,0001	3,38 ( $\pm 0,095$ )	<0,0001
Schall	4,19 ( $\pm 0,095$ )	3,48 ( $\pm 0,086$ )	<0,0001	3,36 ( $\pm 0,079$ )	<0,0001
Ultraschall	4,10 ( $\pm 0,096$ )	3,46 ( $\pm 0,089$ )	<0,0001	3,31 ( $\pm 0,080$ )	<0,0001
<b>CAL MW</b>					
Hand	4,67 ( $\pm 0,092$ )	3,89 ( $\pm 0,090$ )	<0,0001	3,78 ( $\pm 0,084$ )	<0,0001
Laser	4,88 ( $\pm 0,109$ )	4,03 ( $\pm 0,099$ )	<0,0001	3,84 ( $\pm 0,090$ )	<0,0001
Schall	4,74 ( $\pm 0,116$ )	3,87 ( $\pm 0,108$ )	<0,0001	3,76 ( $\pm 0,104$ )	<0,0001
Ultraschall	4,72 ( $\pm 0,100$ )	3,87 ( $\pm 0,089$ )	<0,0001	3,72 ( $\pm 0,085$ )	<0,0001

In Tab. 14 ist das durchschnittliche Bluten auf Sondieren (in Prozent), mit Standardfehler, jeweils für einwurzelige und mehrwurzelige Zähne aufgeführt. Dargestellt sind diese für die angewandten Behandlungszweige (Hand-, Laser-, Schall- und Ultraschallscaling). Es wurden die Ergebnisse der Zeitpunkte Baseline und dem Nachuntersuchungstermin nach einem Monat und die Resultate nach einem Monat mit denen nach drei Monaten miteinander verglichen. Die Varianzanalyse zeigte jeweils einen hoch signifikanten Unterschied der Ergebnisse in allen vier Behandlungsgruppen für beide Zahnarten ( $p < 0,0001$ ; GEE). Mit im Durchschnitt 59,65 % liegt Sondierungsbluten der mehrwurzeligen Zähne um gut drei Prozent (3,17 %) höher als bei den einwurzeligen Zähnen. Nach drei Monaten ist die Differenz der beiden Gruppen kleiner als ein Prozent (0,85 %), dabei zeigen die mehrwurzeligen Zähne den höheren Wert von durchschnittlich 23,35 %.

Tab. 14: Vergleich des Blutens auf Sondieren (BOP) unterschieden nach einwurzeligen (EW) und mehrwurzeligen Zähnen (MW): Mittelwerte ( $\pm$  Standardfehler,  $n = 72$  Patienten) zu den Zeitpunkten Baseline, ein und drei Monate nach der Behandlung. P-Werte beschreiben Unterschiede innerhalb der Behandlungsgruppe

Index/ Behandlungsart	Baseline	1 Monat	P-Wert (BL-M1)	3 Monate	P-Wert (M1-M3)
<b>BOP EW</b>					
Hand	56,1 % ( $\pm 1,04$ %)	27,1 % ( $\pm 0,96$ %)	<0,0001	22,1 % ( $\pm 0,75$ %)	<0,0001
Laser	56,5 % ( $\pm 0,99$ %)	27,6 % ( $\pm 0,99$ %)	<0,0001	22,2 % ( $\pm 0,86$ %)	<0,0001
Schall	56,9 % ( $\pm 1,03$ %)	29,1 % ( $\pm 0,86$ %)	<0,0001	22,9 % ( $\pm 0,75$ %)	<0,0001
Ultraschall	56,4 % ( $\pm 1,03$ %)	28,6 % ( $\pm 1,04$ %)	<0,0001	22,8 % ( $\pm 0,87$ %)	<0,0001
<b>BOP MW</b>					
Hand	60,2 % ( $\pm 1,45$ %)	29,1 % ( $\pm 1,11$ %)	<0,0001	23,2 % ( $\pm 0,77$ %)	<0,0001
Laser	61,2 % ( $\pm 1,22$ %)	30,7 % ( $\pm 1,02$ %)	<0,0001	22,6 % ( $\pm 0,87$ %)	<0,0001
Schall	59,0 % ( $\pm 1,34$ %)	30,3 % ( $\pm 1,15$ %)	<0,0001	24,6 % ( $\pm 0,92$ %)	<0,0001
Ultraschall	58,2 % ( $\pm 1,15$ %)	27,0 % ( $\pm 01,05$ %)	<0,0001	23,0 % ( $\pm 0,92$ %)	<0,0001

Die Tabellen 15 und 16 zeigen die P-Werte für den Vergleich der Wirkung der unterschiedlichen Behandlungsmethoden auf ein- und mehrwurzelige Zähne. Statistisch signifikante Unterschiede fanden sich bei den Parametern Sondierungstiefe, Gingivarezession und klinischer Attachmentlevel.

In der Gruppe der einwurzeligen Zähne war der Laser beim Vergleich der Ausgangswerte mit den Ergebnissen nach drei Monaten der Ultraschallbehandlung, signifikant überlegen ( $p < 0,0060$ ; GEE).

Bei den mehrwurzeligen Zähnen fanden sich Kontraste zwischen dem Laser- und dem Handscaling. Dabei zeigte der Laser eine statistisch signifikant geringere Gingivarezession beim Vergleich der Ergebnisse nach drei Monaten mit den Ausgangswerten ( $p < 0,0045$ ; GEE) und dem Zwischenergebnis nach einem Monat ( $p < 0,0047$ ; GEE). Einen größeren Gewinn an klinischem Attachment von Monat eins zum Monat drei erzielte das Laserscaling im Vergleich zu den Handinstrumenten ( $p < 0,0060$ ; GEE). Dieser Trend setzte sich auch im Vergleich der Ausgangswerte mit den Dreimonatswerten ( $p < 0,0011$ ; GEE) weiter fort.

Das Handscaling zeigte gegenüber der Ultraschalltherapie bei der Anwendung an mehrwurzeligen Zähnen eine stärkere Gingivarezession. Statistisch signifikant war dieser Unterschied beim Vergleich der Ausgangswerte mit den Endergebnissen ( $p < 0,0007$ ; GEE) und beim Vergleich der Zwischenergebnisse nach einem Monat mit den Endergebnissen nach drei Monaten ( $p < 0,0008$ ; GEE)

Tab. 15: Intergruppenvergleiche von Sondierungstiefe (ST), Gingivarezession (GR), klinischer Attachmentlevel (CAL) zu den Zeitpunkten Baseline, ein und drei Monate nach der Behandlung unter Angabe der P-Werte, unterschieden nach einwurzeligen (EW) und mehrwurzeligen (MW) Zähnen (GEE).

P-Wert/ Behandlungsart	ST (BL - M1)	ST (M1 - M3)	ST (BL - M3)	GR (BL - M1)	GR (M1 - M3)	GR (BL - M3)	CAL (BL - M1)	CAL (M1 - M3)	CAL (BL - M3)
<i>EINWURZELIG</i>									
Hand-Laser	0,3663	0,1828	0,1193	0,0103	0,5787	0,0908	0,2334	0,0817	0,0353
Hand-Schall	0,1742	0,3799	0,4277	0,5432	0,1723	0,1394	0,1655	0,7482	0,1327
Hand-Ultraschall	0,1802	0,8467	0,2378	0,0427	0,1915	0,0505	0,8598	0,2632	0,5418
Laser-Schall	0,6480	0,0282	0,3955	0,0395	0,3588	0,7222	0,9983	0,1882	0,3810
Laser-Ultraschall	0,0226	0,2121	<b>0,0060</b>	0,4528	0,3522	0,7385	0,0501	0,6109	0,0265
Schall-Ultraschall	0,0113	0,3217	0,1005	0,1675	0,9743	0,4359	0,0868	0,3891	0,3671
<i>MEHRWURZELIG</i>									
Hand-Laser	0,1312	0,5772	0,0671	0,2354	<b>0,0045</b>	<b>0,0047</b>	0,0946	<b>0,0060</b>	<b>0,0011</b>
Hand-Schall	0,0701	0,0722	0,5005	0,5561	0,0297	0,0541	0,1090	0,9551	0,1201
Hand-Ultraschall	0,4701	0,3046	0,8930	0,0751	<b>0,0008</b>	<b>0,0007</b>	0,1650	0,2942	0,0397
Laser-Schall	0,5079	0,0341	0,4799	0,6044	0,4040	0,3991	0,8460	0,0422	0,2471
Laser-Ultraschall	0,3445	0,1712	0,0563	0,4505	0,6216	0,4736	0,7983	0,3108	0,2418
Schall-Ultraschall	0,1387	0,3031	0,5576	0,2123	0,1554	0,0445	0,6808	0,3880	0,7436

Tab. 16: Intergruppenvergleiche von Plaqueindex (PI), Gingivaindex (GI), Blüten auf Sondieren (BOP) zu den Zeitpunkten Baseline, ein und drei Monate nach der Behandlung unter Angabe der P-Werte, unterschieden nach einwurzeligen (EW) und mehrwurzeligen (MW) Zähnen. (GEE)

P-Wert/ Behandlungsart	PI (BL - M1)	PI (M1 - M3)	PI (BL - M3)	GI (BL - M1)	GI (M1 - M3)	GI (BL - M3)	BOP (BL - M1)	BOP (M1 - M3)	BOP (BL - M3)
<i>EINWURZELIG</i>									
Hand-Laser	0,9380	0,5844	0,6910	0,4144	0,8441	0,2714	0,9516	0,7100	0,8741
Hand-Schall	0,8330	0,7661	0,9943	0,7117	0,8140	0,5350	0,3484	0,2464	0,9588
Hand-Ultraschall	0,9036	0,7748	0,6533	0,4778	0,6210	0,5786	0,3352	0,4748	0,7257
Laser-Schall	0,7606	0,2991	0,6934	0,6091	0,9541	0,5878	0,4444	0,4250	0,8528
Laser-Ultraschall	0,9537	0,3048	0,3830	0,7975	0,4909	0,4649	0,4092	0,7539	0,6398
Schall-Ultraschall	0,7074	0,9845	0,6656	0,7398	0,4759	0,9230	0,9760	0,6288	0,7277
<i>MEHRWURZELIG</i>									
Hand-Laser	0,8928	0,9244	0,9392	0,8832	0,3058	0,5792	0,8450	0,0788	0,1834
Hand-Schall	0,1053	0,1416	0,4235	0,4921	0,6660	0,3291	0,1792	0,8364	0,1190
Hand-Ultraschall	0,0817	0,4283	0,1722	0,9247	0,4278	0,6533	0,9955	0,1760	0,2350
Laser-Schall	0,1245	0,0961	0,5238	0,3207	0,4374	0,5768	0,2794	0,0380	0,0177
Laser-Ultraschall	0,0517	0,4058	0,1355	0,9439	0,7917	0,8785	0,8130	0,0163	0,0235
Schall-Ultraschall	0,8532	0,3793	0,4143	0,3936	0,6628	0,4975	0,1600	0,1933	0,6738