

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Statistik

Der Kolmogorov-Smirnow-Test ist ein statistischer Test auf Übereinstimmung zweier Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Das kann ein Vergleich der Verteilungen zweier Stichproben sein, aber auch der Test darauf, ob eine Stichprobe einer zuvor angenommenen Wahrscheinlichkeitsverteilung folgt. Der Kolmogorov-Smirnow-Test ist als nonparametrischer Test sehr stabil und unanfällig.

Ein großer Vorteil besteht darin, dass er, im Gegensatz zu Tests wie dem Student-Test, verteilungsfrei ist und keine Normalverteilung voraussetzt<sup>274</sup>.

Der Kolmogorov-Smirnow-Test zeigte, dass die Daten zwar normal verteilt, die Varianzen jedoch ungleich waren.

Im Rahmen der vergleichenden Statistik kamen der Mann-Whitney für unabhängige Stichproben und der Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben zum Einsatz, Mit dem Mann-Whitney-Test zum Vergleich zweier unabhängiger Stichproben wird überprüft, ob zwei Stichproben derselben Grundgesamtheit entstammen.

Für die vergleichende Statistik zwischen den Zeitpunkten T1 und T2 wurde der Wilcoxon-Test verwendet, für den Vergleich zwischen den Gruppen A und B der Mann-Whitney-Test genutzt.

Die Irrtumswahrscheinlichkeit für den Fehler 1. Art wurde auf 5% festgelegt.

Die grafische Darstellung der Ergebnisse des DMF/S-Index, des PBI, des PI sowie des WSL-Index erfolgte anhand von Box-Whisker-Plots. Ein Box-Whisker-Plot ist ein Diagramm, das zur grafischen Darstellung einer Reihe numerischer Daten verwendet wird. Er erfasst verschiedene Maße der zentralen Tendenz, Streuung und Schiefe in einem Diagramm zusammen. Alle Werte der Fünf-Punkte-Zusammenfassung, also der Median, die zwei Quartile und die beiden Extremwerte, werden dargestellt<sup>274</sup>.

### 5.2 Kalibrierung

Zur Erhebung des DMF/S-Index, des Papillen-Blutungs-Index und des Plaque-Index erfolgte eine Kalibrierung zwischen zwei Untersuchern (dem Autor dieser Arbeit und Frau Dr. Bizhang, wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung für Zahnerhaltung und Präventivzahnmedizin) an 10 Patienten mit Multibracket-Apparaturen. Zur Bestimmung des Grades der Übereinstimmung zwischen den beiden Untersuchern kam der Cohen-Kappa-

Koeffizient zur Anwendung. Dieser Koeffizient misst die Übereinstimmung zwischen den Beurteilungen zweier Prüfer, wenn beide dasselbe Objekt bewerten. Ein Wert von 1 bedeutet perfekte Übereinstimmung. Ein Wert von 0 bedeutet, dass die Übereinstimmung nicht über das zufallsbedingte Maß hinausgeht. Kappa ist nur für Tabellen anwendbar, in denen beide Untersucher die gleiche Anzahl von Patienten anhand gleicher Ausprägungsskalen befunden. Es zeigte sich ein hohes Maß an Übereinstimmung zwischen den beiden Untersuchern. In Tabelle 2 sind die Kappa-Werte angegeben:

	Kappa-Koeffizient
DMF/S-Index	0,97
Papillen-Blutungs-Index	0,91
Plaque-Index	0,91

Tab. 2: Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung zwischen Kalibrierer und Untersucher.

### 5.3 Papillen-Blutungs-Index (PBI) und Plaque-Index (PI)

Über den Untersuchungszeitraum von einem Jahr (T1 bis T2) kam es beim PBI zu einem hoch signifikanten Anstieg ( $p = 0,00$ ) (Abb. 15); im Gegensatz dazu wurden für den PI keine signifikanten Veränderungen festgestellt ( $p = 0,76$ ) (Abb. 16).

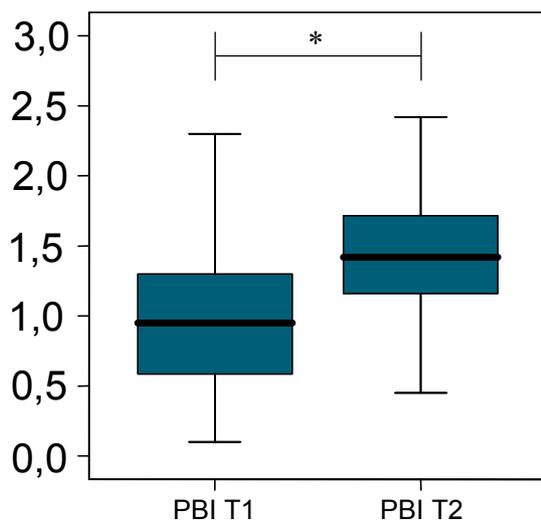


Abb. 15: Papillen-Blutungs-Index zu den Zeitpunkten T1 und T2 ohne Gruppenaufteilung. T1 = Studienbeginn, T2 = Studienende; \* = signifikante Veränderung

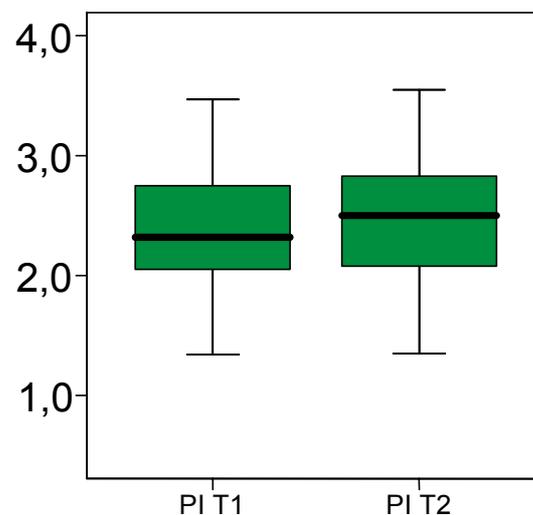


Abb. 16: Plaque-Index zu den Zeitpunkten T1 und T2 ohne Gruppenaufteilung. T1 = Studienbeginn, T2 = Studienende

Der Mann-Whitney-Test zeigte, dass es weder für den Papillen-Blutung-Index noch für den Plaque-Index zu Studienbeginn bzw. am Ende einen signifikanten Unterschied zwischen Gruppe A und Gruppe B gab (Tab. 3).

	PBI T1	PBI T2	PI T1	PI T2
p-Wert	0,23	0,87	0,31	0,39

Tab. 3: Keine signifikanten Unterschiede zu den Zeitpunkten T1 und T2 zwischen den Gruppen A und B – weder für den PBI noch für den PI.

In beiden Gruppen stieg der PBI im Studienverlauf signifikant an (Wilcoxon-Test) (Abb. 17).

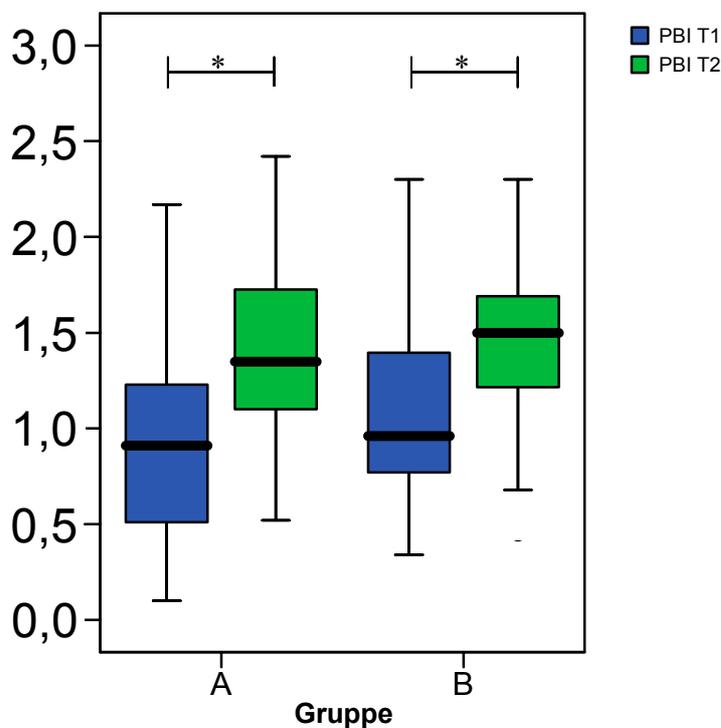


Abb. 17: Papillen-Blutungs-Indizes der Gruppen A (CHX-Gel) und B (CHX-Lack) zu den Zeitpunkten T1 und T2; die Zunahme ist in beiden Gruppen hoch signifikant (\*). (Gruppe A:  $p = 0,00$ ; Gruppe B:  $p = 0,01$ ).

Weder das Chlorhexidin-Gel noch der Chlorhexidin-Lack konnten eine signifikante Zunahme des PBI verhindern.

Der PI zeigte dagegen bei beiden Gruppen (A und B) im Untersuchungszeitraum keine signifikante Veränderung (Wilcoxon-Test) (Abb. 18).

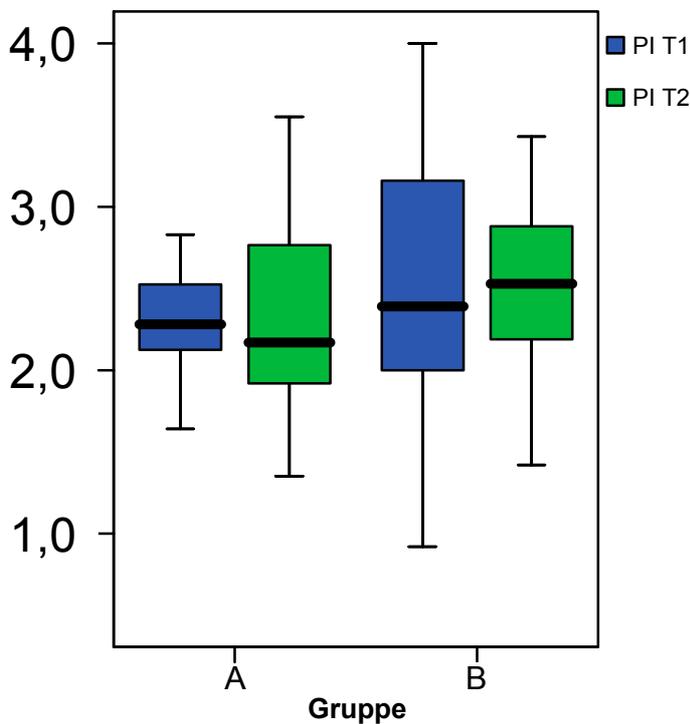


Abb. 18: Plaque-Indizes der Gruppen A (CHX-Gel) und B (CHX-Lack) zu den Zeitpunkten T1 und T2; im Beobachtungszeitraum gab es keine signifikanten Veränderungen (Gruppe A:  $p = 0,66$ ; Gruppe B:  $p = 0,93$ ).

#### 5.4 DMF/S-Index

Die Auswertung des DMF/S-Index erfolgte in absoluten Flächen und nicht in Prozent, da sich der Großteil der Probanden in der Wechselgebissperiode befand. Bei einer Zunahme der Anzahl zu bewertender Zahnflächen bleibender Zähne und einer gleich bleibenden Anzahl kariöser, fehlender und gefüllter Zahnflächen ergäbe sich sonst ein scheinbar besseres Ergebnis.

Der Mann-Whitney-Test zeigte, dass es bezüglich des DMF/S-Index weder zu Studienbeginn noch am Ende signifikante Unterschiede zwischen Gruppe A und Gruppe B gab (Tab. 4).

	Flächen gesamt T1	Flächen DMF/S T1	Flächen gesamt T2	Flächen DMF/S T2	Kariesinkrement
p-Wert	0,59	0,53	0,41	0,67	0,86

Tab. 4: Die Mann-Whitney-Tests ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen A und B in Bezug auf die Anzahl der untersuchten Zahnflächen und den ermittelten DMF/S-Index, weder zum Zeitpunkt T1 noch zum Zeitpunkt T2.

Vom Zeitpunkt T1 zum Zeitpunkt T2 kam es sowohl in Gruppe A als auch in Gruppe B zu einem hoch signifikanten Anstieg des DMF/S-Index (Wilcoxon-Test:  $p = 0,00$ ).

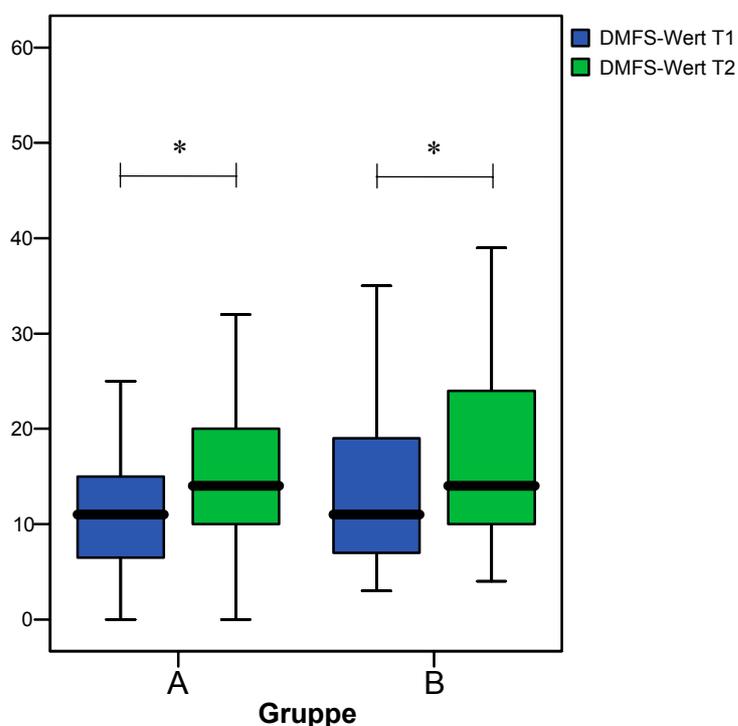


Abb. 19: Veränderung der DMF/S-Index-Werte im Untersuchungszeitraum. In beiden Gruppen nahm der DMF/S-Index signifikant zu. \*:  $p < 0,05$

Der Mittelwert des DMF/S-Index aller Probanden (Gruppe A und B) betrug zum Zeitpunkt T1 13,3, zum Zeitpunkt T2 17,2. Dabei unterschieden sich die Gruppen A und B weder zum Zeitpunkt T1 noch T2 signifikant (Abb. 19) (Mann-Whitney-Test  $p = 0,53$  für T1,  $p = 0,67$  für T2).

In der Chlorhexamed-Gruppe nahm der DMF/S-Index um 4,2, in der EC40-Gruppe um 3,5 Flächen zu.

## 5.5 WSL-Index

Aus Abbildung 20 und Tabelle 5 ist ersichtlich, dass zum Zeitpunkt T1 der Großteil aller Studienteilnehmer keine (21=30,9 %), eine (14=20,6 %) oder zwei (13=19,1 %) bukkale Initialläsionen aufwies.

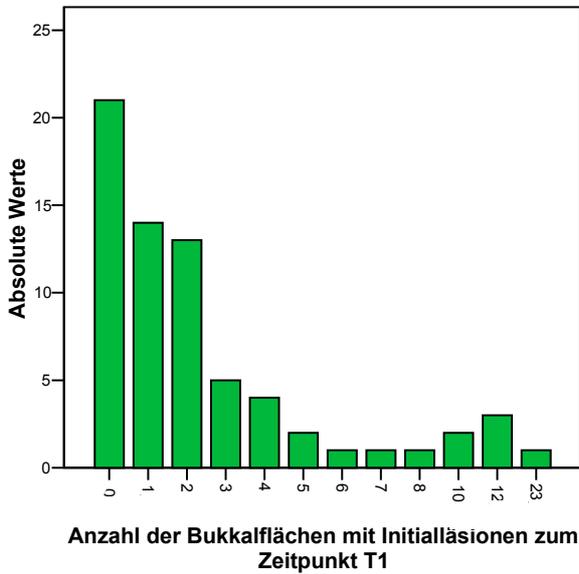


Abb. 20: Häufigkeitsverteilung der Zahl der Initialläsionen zum Zeitpunkt T1.

Im Studienverlauf nahm die Zahl der Initialläsionen zu. Aus Abbildung 21 wird deutlich, dass nun der „Peak“ bei zwei Initialläsionen liegt. So wiesen nur noch 9 (13,2 %) aller Studienteilnehmer keine bukkalen Initialläsionen, 11 (16,2 %) eine, 13 (19,1 %) zwei und 8 (11,8 %) drei bukkale Demineralisationen auf.

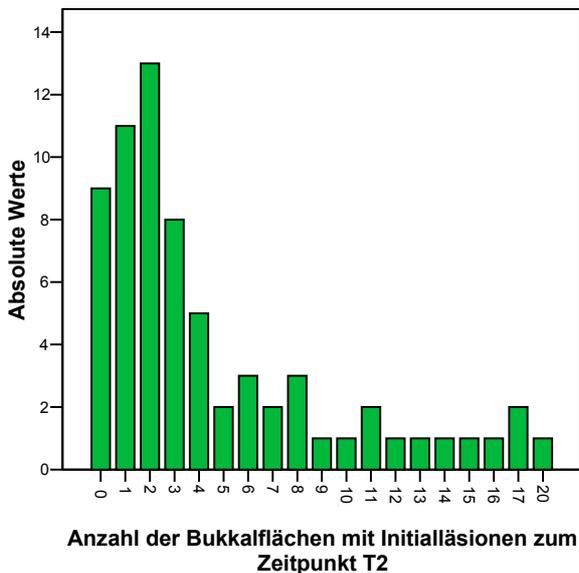


Abb. 21: Häufigkeitsverteilung der Zahl der Initiailläsionen zum Zeitpunkt T2.

In Tabelle 5 sind die Häufigkeitszahlen der Zeitpunkte T1 und T2 gegenübergestellt.

Auffällig ist, dass ein Proband zum Zeitpunkt T1 23 Initiailläsionen aufwies zum Zeitpunkt T2 aber nur noch 17 Initiailläsionen. Eine Ursache ist darin zu sehen, dass Initiailläsionen, die im Verlauf der Studie mit einer Füllung versehen werden mussten, bei diesem Teil der Statistik nicht miteinbezogen wurden.

Um diesem Problem Rechnung tragen zu können und um eine vergleichende Aussage bezüglich des WSL-Index treffen zu können, wurde ein „Score“ für die Zeitpunkte T1 und T2 ermittelt. Ein gesunder Zahn erhielt den Wert 0, ein Demineralisationsgrad I den Wert 1, ein Demineralisationsgrad II den Wert 2 und ein Demineralisationsgrad III den Wert 3.

Musste im Verlauf der Studie eine Demineralisation mit einer Füllung versehen werden, so wurde ein Wert von 6 festgelegt.

Der Mittelwert für den Zeitpunkt T1 betrug 0,19, derjenige für den Zeitpunkt T2 0,33. Der Mann-Whitney-Test zeigt, dass weder zum Zeitpunkt T1 ( $p = 0,11$ ) noch zum Zeitpunkt T2 ( $p = 0,18$ ) signifikante Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen vorlagen. Der Wilcoxon-Test macht deutlich, dass es in beiden Gruppen zu einem hoch signifikanten Anstieg des WSL-Index gekommen ist ( $p = 0,00$ ). Dies ist insofern nicht erstaunlich, als ein Score von 6 zum Zeitpunkt T1 nicht vergeben werden konnte.

(Abb. 22 und 23).

Anzahl der bukkalen Zahnflächen mit Initialläsionen	Häufigkeit zum Zeitpunkt T1	Häufigkeit zum Zeitpunkt T1 in %	Häufigkeit zum Zeitpunkt T2	Häufigkeit zum Zeitpunkt T2 in %
0	21	30,9	9	13,2
1	14	20,6	11	16,2
2	13	19,1	13	19,1
3	5	7,4	8	11,8
4	4	5,9	5	7,4
5	2	2,9	2	2,9
6	1	1,5	3	4,4
7	1	1,5	2	2,9
8	1	0	3	4,4
9	0	2,9	1	1,5
10	2	0	1	1,5
11	0	4,4	2	2,9
12	3	0	1	1,5
13	0	0	1	1,5
14	0	0	1	1,5
15	0	0	1	1,5
16	0	0	1	1,5
17	0	0	2	2,9
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	1	1,5
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	1	1,5	0	0

**Tab. 5:** Häufigkeitsverteilung der Initialläsionen in absoluten Flächen bzw. in % zu den Zeitpunkten T1 und T2.

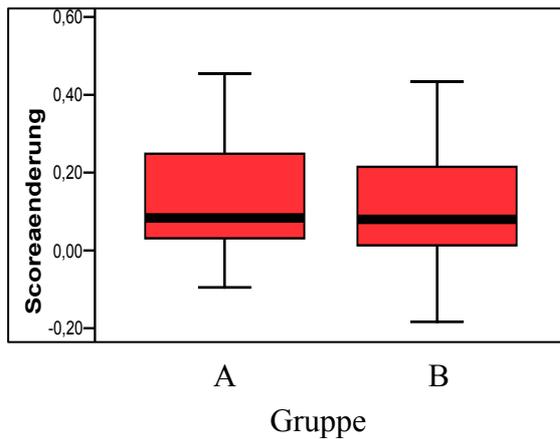


Abb. 22: Score-Änderung des WSL-Index im Untersuchungszeitraum.

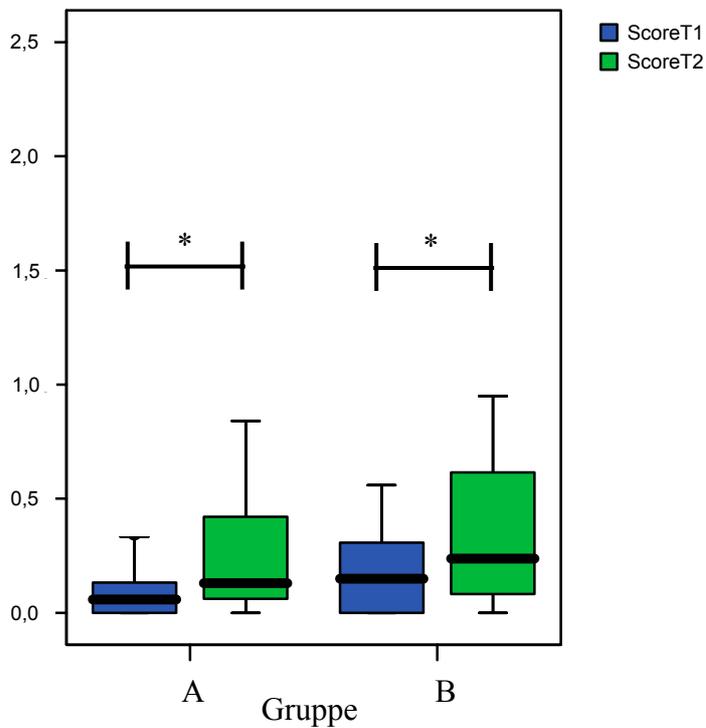


Abb. 23: WSL-Index zu den Zeitpunkten T1 und T2 aufgeteilt in Gruppe A und Gruppe B. Sowohl in Gruppe A als auch in Gruppe B ist es zu einem hoch signifikanten Anstieg des Index gekommen (Wilcoxon-Test).

## 5.6 Speichelkeimzahlen

Die Ausgangsbefunde zeigen, dass die meisten Studienteilnehmer eine hohe Anzahl an Mutans Streptokokken und Laktobazillen aufwiesen (Abb. 24 und 25).

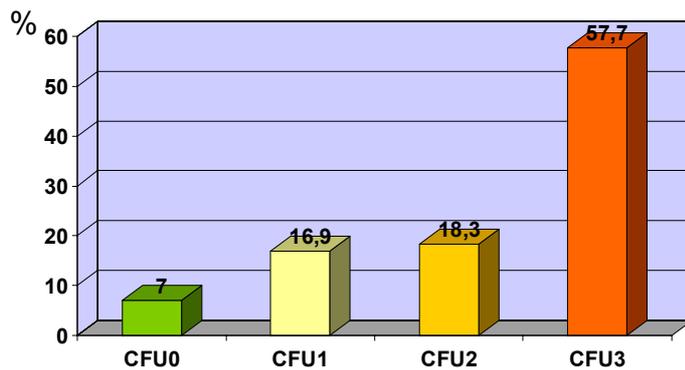


Abb. 24: Häufigkeitsverteilung der CRT-Test-Werte für Mutans Streptokokken zu Beginn der Untersuchung

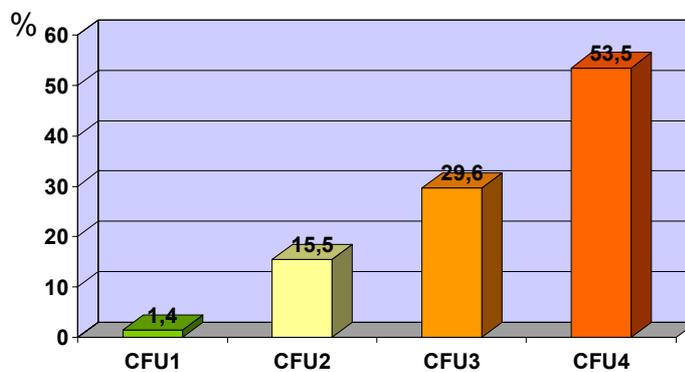


Abb. 25: Häufigkeitsverteilung der CRT-Test-Werte für Laktobazillen zu Beginn der Untersuchung.

Aus den Abbildungen 26 bis 29 wird ersichtlich, dass es weder in der CHX-Gel- noch in der CHX-Lack-Gruppe zu einer längerfristigen Reduktion der untersuchten Speichelkeime gekommen ist. Zudem wird deutlich, dass das Fluorid ebenfalls keinen bakterienreduzierenden Effekt hatte.

Bei einer guten Wirksamkeit der verwendeten antibakteriellen Substanzen hätte der Säulenanteil unterhalb der roten Linien zunehmen und der Anteil oberhalb der Linien abnehmen müssen.

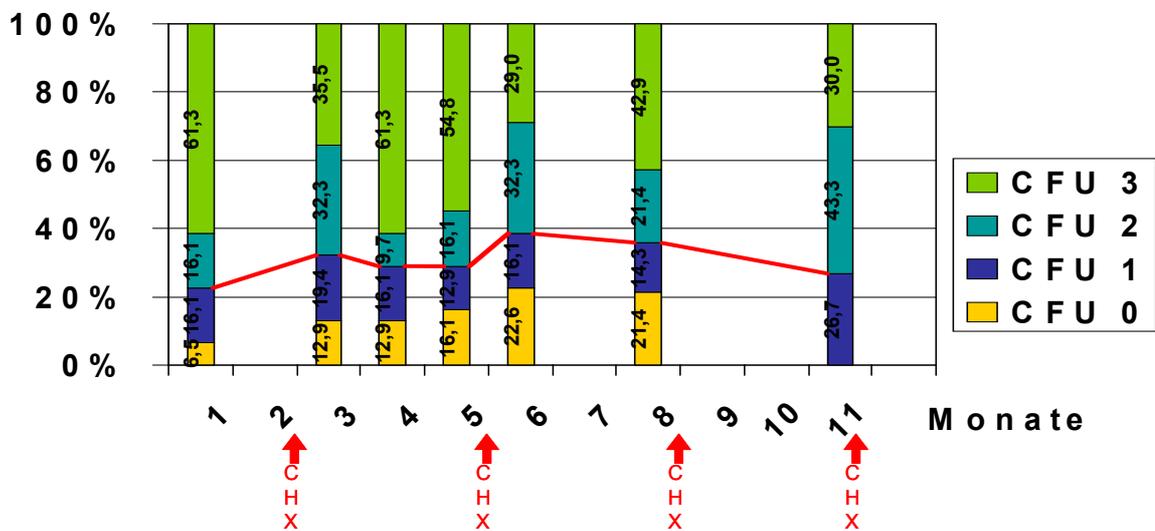


Abb. 26: Darstellung der Häufigkeitsverteilungen der CRT-Test-Befunde für Mutans Streptokokken bei Chlorhexamed-Gel-Anwendung zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten. Mit roten Pfeilen sind auf der X-Achse die Zeitpunkte der CHX-Anwendungen markiert. Die rote Linie markiert die Grenze zwischen niedrigen und hohen Speichelkeimzahlen.

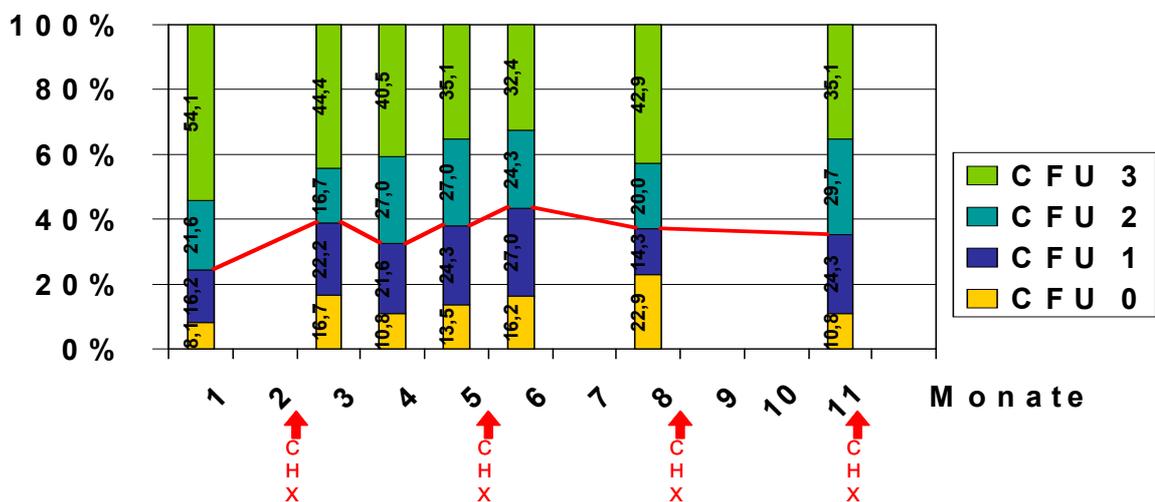


Abb. 27: Darstellung der Häufigkeitsverteilungen der CRT-Test-Befunde für Mutans Streptokokken bei EC40-Lack-Anwendung zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten. Mit roten Pfeilen sind auf der X-Achse die Zeitpunkte der CHX-Anwendungen markiert. Die rote Linie markiert die Grenze zwischen niedrigen und hohen Speichelkeimzahlen.

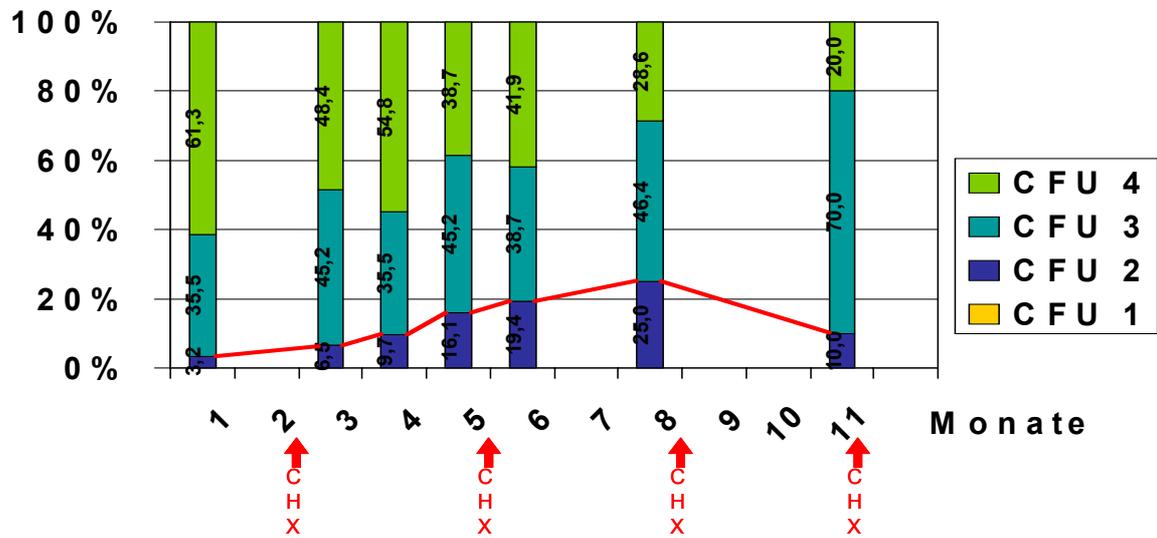


Abb. 28: Darstellung der Häufigkeitsverteilungen der CRT-Test-Befunde für Laktobazillen bei Chlorhexamed-Gel-Anwendung zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten. Mit roten Pfeilen sind auf der X-Achse die Zeitpunkte der CHX-Anwendungen markiert. Die rote Linie markiert die Grenze zwischen niedrigen und hohen Speichelkeimzahlen.

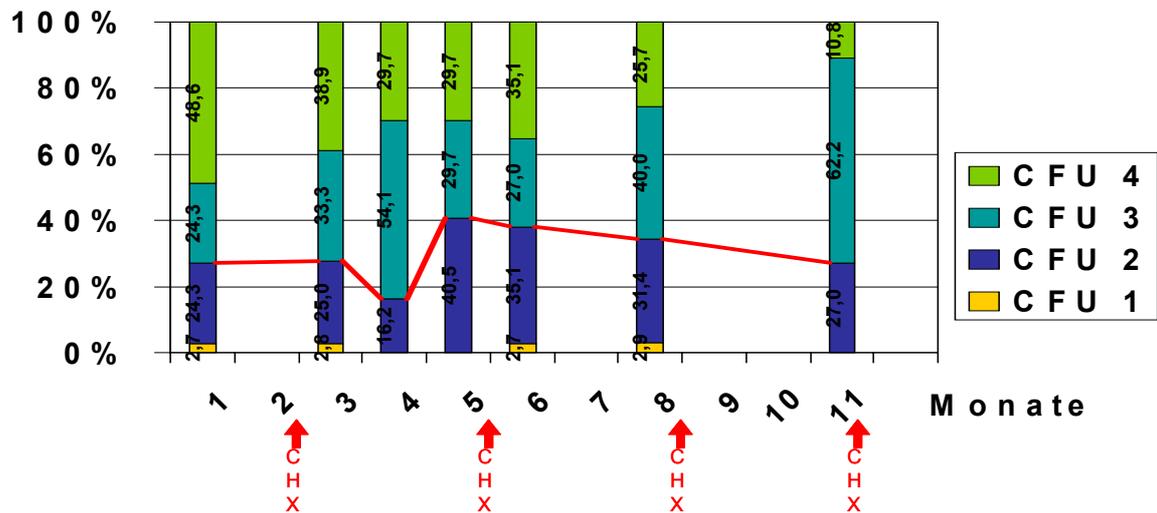


Abb. 29: Darstellung der Häufigkeitsverteilungen der CRT-Test-Befunde für Laktobazillen bei EC40-Lack-Anwendung zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten. Mit roten Pfeilen sind auf der X-Achse die Zeitpunkte der CHX-Anwendungen markiert. Die rote Linie markiert die Grenze zwischen niedrigen und hohen Speichelkeimzahlen.

## **5.7 Zusammenhang zwischen Speichelkeimzahlen und Kariesrisiko**

Um festzustellen, ob zwischen Speichelkeimzahlen und Kariesrisiko ein signifikanter Zusammenhang besteht, wurde der Mann-Whitney-Test angewandt. Es zeigte sich, dass die Probanden mit wenigen Mutans Streptokokken (KBE 0 oder 1) bzw. Laktobazillen (KBE 1 oder 2) im Vergleich zu denjenigen mit hohen Speichelkeimzahlen keine signifikant differierenden DMF/S-Werte zum Zeitpunkt T1 aufwiesen ( $p = 0,07$  für Mutans Streptokokken bzw.  $p = 0,94$  für Laktobazillen). Der p-Wert von 0,07 deutet gleichwohl eine Tendenz in Richtung Signifikanz an. Es scheint ein gewisser Zusammenhang zwischen geringen Mutans Streptokokken-Zahlen und geringen DMF/S-Werten zu bestehen. Ebenso konnten keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf das Kariesinkrement festgestellt werden. Das Kariesinkrement der Probanden mit geringen Mutans Streptokokken-Zahlen oder Laktobazillen-Zahlen unterschied sich nicht signifikant von dem derjenigen mit hohen Speichelkeimzahlen ( $p = 0,07$  für Mutans Streptokokken bzw.  $p = 0,78$  für Laktobazillen). Es scheint ebenfalls ein gewisser Zusammenhang zwischen geringen Mutans Streptokokken-Zahlen und dem über den Zeitraum T1 bis T2 entstandenen Kariesinkrement zu bestehen.

## **5.8 Zusammenhang zwischen CHX-Respondern und Kariesinkrement**

Um den Zusammenhang zwischen der Bakterienreduktion und der Entstehung von Karies zu prüfen, wurden die DMF/S-Index-Werte der Probanden, bei denen es zu einer Bakterienreduktion gekommen war (Responder) mit den DMF/S-Index-Werten der Non-Responder verglichen. Dabei galten solche Probanden als Responder, deren Mutans Streptokokken-Zahl bzw. Laktobazillen-Zahl sich zweimal zum Zeitpunkt vier Wochen nach der CHX-Anwendung um mindestens eine Zehnerpotenz der KBE reduziert hatte (Abb. 30 und 31).

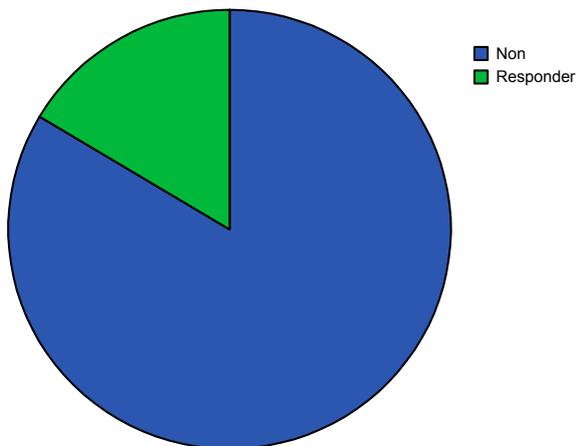


Abb. 30: Grafische Darstellung des Anteils der Mutans Streptokokken-Responder. Ein Proband galt als Responder, wenn seine Mutans Streptokokken-Zahl sich zweimal zum Zeitpunkt vier Wochen nach der CHX-Anwendung um mindestens eine Zehnerpotenz der KBE reduziert hatte.

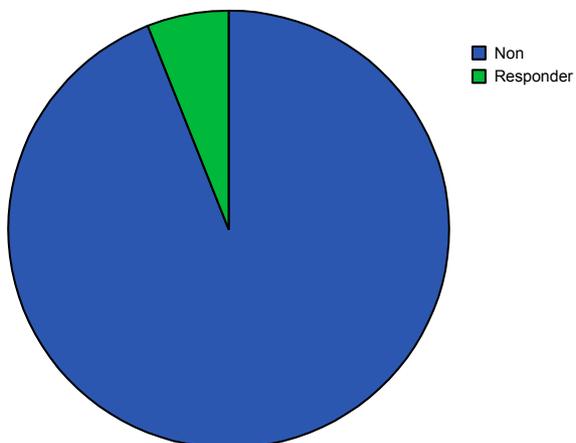


Abb. 31: Grafische Darstellung des Anteils der Laktobazillen-Responder. Ein Proband galt als Responder, wenn seine Laktobazillen-Zahl sich zweimal zum Zeitpunkt vier Wochen nach der CHX-Anwendung um mindestens eine Zehnerpotenz der KBE reduziert hatte.

Der DMF/S-Index dieser Responder unterschied sich nicht signifikant vom DMF/S-Index der Non-Responder (Mann-Whitney-Test  $p = 0,79$  für Mutans Streptokokken,  $p = 0,77$  für Laktobazillen).

