

# A Prospective Randomized Study of Different Retainer Types

## Prospektive randomisierte Studie zur Untersuchung von unterschiedlichen Retainertypen

Ilka Störmann<sup>1</sup>, Ulrike Ehmer<sup>2</sup>

### Abstract

**Background and Aim:** In recent years, fixed lingual retainers have been gaining importance in relapse prevention. The aim of this prospective, randomized study was to compare different types of fixed retainers used for stabilization of the lower anterior segment with respect to detachment rate, relapse, periodontal and oral hygiene problems, as well as subjective patient discomfort.

**Patients and Method:** Two types of fixed, customized canine-to-canine retainers (attached to six teeth) with wire diameters of 0.0215" and 0.0195" as well as one type of prefabricated canine-and-canine retainer (bonded to two teeth) were investigated in a total of 103 patients. Some retainers were inserted under dry field conditions using a rubber dam, and the others under relatively dry conditions using cotton rolls. In addition, two types of composite, Heliosit® and Concise™, were compared.

**Results:** The canine-and-canine retainer displayed an 18% detachment rate, a value significantly lower than the 29% determined for the 0.0195" canine-to-canine retainers. The 0.0215" canine-to-canine retainer had the highest detachment rate (53%). The 37% detachment rate with dry field bonding was slightly higher than the 32% with relatively dry field bonding. Comparison of the composites showed a significantly higher detachment rate for Heliosit® (73%) than for Concise™ (27%). Plaque accumulation increased with all retainer types in the course of the study, but with no significant inter-group differences. Tooth position with canine-to-canine retainers showed a good degree of stability. The canine-and-canine retainer induced frequent relapse of incisors not bonded to the retainer. In view of their higher rate of subjective discomfort, canine-and-canine retainers were given a significantly poorer rating than their canine-to-canine counterparts.

### Zusammenfassung

**Hintergrund und Ziel:** In den letzten Jahren gewinnen die Lingualretainer zur Rezidivprophylaxe an Bedeutung. Ziel der Studie war es, prospektiv und randomisiert verschiedene permanente Retainersysteme zur Stabilisierung der Unterkieferfront in Bezug auf Ablöseraten, Rezidive, parodontale und mundhygienische Probleme sowie subjektive Belastungen zu vergleichen.

**Patienten und Methode:** Es wurden zwei an sechs Zähnen adhäsiv befestigte (Sechspunktretainer) der Drahtstärken 0,0215" und 0,0195" und ein konfektionierter, an zwei Zähnen befestigter Retainer (Zweipunktretainer) verwendet. Ein Teil der Retainer wurde unter Kofferdam eingesetzt, ein anderer unter relativer Trockenlegung mit Watterollen. Des Weiteren wurden die Komposite Heliosit® Orthodontic und Concise™ Orthodontic verglichen.

**Ergebnisse:** Der Zweipunktretainer wies mit 18% eine signifikant geringere Ablöserate auf als der Sechspunktretainer der Drahtstärke 0,0195" mit 29%. Der Sechspunktretainer der Stärke 0,0215" hat mit 53% die höchste Ablöserate. Die Ablösungsrate lag bei absoluter Trockenlegung mit 37% geringfügig höher als bei relativer Trockenlegung mit 32%. Der Vergleich der beiden Komposite ergab eine signifikant größere Ablösungsrate für Heliosit® (73%) gegenüber Concise™ (27%). Die Plaqueakkumulation nahm bei allen drei Retainertypen im Verlauf der Studie zu ohne signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Retainertypen. Die Zahnstellung blieb bei den beiden Sechspunktretainern weitgehend stabil. Bei dem Zweipunktretainer kam es gehäuft zu Rezidiven der nicht gefassten Schneidezähne. Zweipunktretainer schnitten durch die höhere Angabe subjektiver Beschwerden bei der Fragebogenauswertung zur Patientenbelastung signifikant schlechter ab als Sechspunktretainer.

<sup>1</sup>Orthodontic practice, Marl, Germany,

<sup>2</sup>Department of Orthodontics, University of Münster, Germany.

Received: July 31, 2000; accepted: May 15, 2001

J Orofac Orthop/Fortschr Kieferorthop 2002;63:42–50

DOI 10.1007/s00056-002-0040-6

**Key Words:** Retainers (canine-to-canine, canine-and-canine) · Detachment rate · Dry field conditions · Composites · Plaque accumulation · Relapse · Subjective discomfort

**Schlüsselwörter:** Retainer · Ablöseraten · Trockenlegung · Komposite · Plaqueakkumulation · Rezidive · Subjektive Belastung

**Introduction**

The prevention of recurring crowding in the mandibular anterior segment is a major task of retention management after the completion of active orthodontic treatment. One possible means of achieving this goal is to use different types of bonded retainer as described in the literature from various aspects [9, 12, 16, 18, 19].

The frequent use of these retainers in the orthodontic office justifies our own approach of examining different retainer types in a randomized clinical study with the aim of drawing evidence-based conclusions and of giving scientifically founded evaluations for potential corrections. The aim of the present study was a prospective comparison on the basis of random statistical criteria of different types of fixed retainer designed for permanent retention in the lower anterior segment on completion of active orthodontic treatment.

**Patients and Method**

103 patients aged between 13 and 17 years and previously treated with removable and fixed appliances were enrolled in the study. A faultless periodontal status was a prerequisite for direct bonding of a retainer. The gender distribution was evenly balanced. A prospective research protocol was developed for this study, and the patients were enrolled in accordance with this protocol. The retainers were divided into three different types:  
 Type 1: 0.0195" Respond® (bonded to six teeth),  
 Type 2: 0.0215" Respond® (bonded to six teeth),  
 Type 3: canine-and-canine retainer (bonded to two teeth, prefabricated).

Table 1 gives an overview of the number of different retainer types. For each type, the following data were to be recorded in a standardized manner according to the research protocol:

- technical problems (fractures, bond failures),

**Table 1.** Number and distribution of the different retainer types (n = absolute number). Retainer type 2 (0.0215" Respond®) was most often bonded. Type 1 = 0.0195" Respond® (bonded to six teeth), Type 2 = 0.0215" Respond® (bonded to six teeth), Type 3 = canine-and-canine retainer (bonded to two teeth).

**Tabelle 1.** Anzahl und Verteilung der unterschiedlichen Retainertypen. Die Menge der eingeklebten Retainer ist in absoluten Zahlen (n) angegeben. Am häufigsten wurde der Typ 2 (0,0215" Respond®) eingesetzt. Typ 1 = 0,0195" Respond® (= sechs Klebestellen), Typ 2 = 0,0215" Respond® (= sechs Klebestellen), Typ 3 = 3-und-3-Retainer (= zwei Klebestellen).

**Einleitung**

Prophylaxe von Engstandrezidiven im Unterkieferfrontzahnbereich stellt eine wesentliche Aufgabe im Retentionsmanagement nach Abschluss der aktiven Behandlung dar. Als eine Möglichkeit werden Kleberretainer der unterschiedlichsten Art hierfür in der Literatur unter verschiedenen Aspekten beschrieben [9, 12, 16, 18, 19].

Die häufige Anwendung dieser Maßnahmen in der Praxis rechtfertigt es, das eigene Vorgehen mit differenten Retainertypen in einer randomisierten klinischen Studie zu untersuchen, um daraus evidenzbasierte Rückschlüsse zu ziehen und mögliche Korrekturen für die Anwendung wissenschaftlich fundiert zu evaluieren. Ziel der vorliegenden Studie ist es, prospektiv und nach statistischen Zufallskriterien verteilt unterschiedliche Systeme zur permanenten Retention im Unterkieferfrontzahnbereich nach erfolgter orthodontischer Behandlung zu vergleichen.

**Patienten und Methode**

Es wurden 103 Patienten im Alter zwischen 13 und 17 Jahren, welche zuvor mit herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen behandelt wurden, in die Studie aufgenommen. Ein einwandfreier PAR-Zustand war Grundvoraussetzung für das direkte Kleben des Retainers. Die Geschlechterverteilung war ausgewogen. Für die Studie wurde ein prospektives Untersuchungsprotokoll entwickelt, und die Patienten wurden entsprechend diesem Protokoll in die Studie einbezogen. Es erfolgte eine Einteilung in drei verschiedene Retainertypen:

- Typ 1: 0,0195" Respond® (sechs Klebestellen),
- Typ 2: 0,0215" Respond® (sechs Klebestellen),
- Typ 3: 3-und-3-Retainer (zwei Klebestellen, vorgefertigt).

	Type 1 0.0195 Respond®		Type 2 0.0215 Respond®		Type 3 Canine-and-canine	
Number	n	%	n	%	n	%
Number	31	30	38	37	34	33

- different types of patient discomfort (chewing, speech, esthetics),
- different static properties of the retainers (maintenance of tooth position),
- periodontal and oral hygiene problems.

The two types of composite used were compared. From the group of auto-cure materials, Concise™ Enamel Bond-Composite System (3M Company, Unitek Corporation, Monrovia, CA, USA) was used, and from the group of light cure materials, Heliosit® Orthodontic (Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Half the retainers were bonded directly under rubber dam (dry field condition), and the other half without a rubber dam (relatively dry field condition).

The patients were allocated to the respective retainer groups with reference to a prospective, randomizing table. After bonding of the retainers (Type 1, 2 or 3), prospectively scheduled controls were carried out at intervals of 1, 3, 12, and 24 months. Furthermore, the following indices and findings were recorded at baseline and at the recall sessions:

- occlusal discrepancies,
- bleeding on probing,
- plaque index [6],
- irregularity index [7] measured on the cast,
- intercanine distance.

Each patient was examined over a total period of 24 months.

The irregularity index is a means of classifying crowding in the lower anterior segment. Prior to measurement, the anatomic contact areas of the lower incisors as well as the mesial anatomic contact areas of the canines are marked. The linear distance between the markings is then measured, and the five values obtained are totaled. A subdivision into groups 1–5 is then performed (1: 0 mm, perfect tooth position; 5: 10 mm, very pronounced irregularity).

At each recall session, the patient's subjective lingual, articulatory, masticatory, esthetic, psychological and dental problems were evaluated with our dichotomous (yes/no) questionnaire.

### Statistical Evaluation

*Descriptive Presentation of the Research Results:* For the measured parameters, the median and the range of variability (minimum and maximum) are given. For any other frequency data, standardized descriptive statistics are used.

*Statistical Evaluation:* The following zero hypotheses were statistically evaluated:

1. The irregularity index is constant for all retainer types.
2. The number of bond failures is evenly distributed over the different retainer types.
3. The number of bond failures is evenly distributed over the two dry field methods.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Anzahl der unterschiedlichen Retainertypen. Für die drei Retainertypen sollten standardisiert nach dem Untersuchungsbogen folgende Daten erfasst werden:

- technische Probleme (Brüche, gelöste Klebestellen),
- unterschiedliche subjektive Belastung (Kauen, Sprache, Ästhetik),
- unterschiedliche statische Eigenschaften der Retainertypen (Halten der Frontzahnstellung),
- parodontale und mundhygienische Probleme.

Es wurden zwei Komposite angewendet und miteinander verglichen. Aus der Gruppe der Autopolymerisate das Concise™ Enamel Bond-Komposite System (3M Company, Unitek Corporation, Monrovia, CA, USA) und aus der Gruppe der Photopolymerisate wurde Heliosit® Orthodontic (Vivadent, Schaan, Liechtenstein) verwendet. Die eine Hälfte der Retainer wurde mit Kofferdam (absolut trocken) und die andere ohne Kofferdam (relativ trocken) direkt geklebt.

Die Aufteilung der Patienten auf die jeweiligen Retainergruppen erfolgte mittels einer prospektiven Randomisierungstabelle. Nach dem Einsetzen der Kleberretainer (Typ 1, 2 oder 3) wurden die prospektiv festgelegten Kontrolluntersuchungen in Abständen von 1, 3, 12 und 24 Monaten durchgeführt. Weiterhin war initial und zu den Recallterminen die Erhebung der folgende Befunde und Indizes vorgesehen.

- Artikulationshindernisse,
- Blutungsindex nach Sondieren,
- Plaqueindex [6],
- Irregularitätsindex (gemessen am Modell) [7],
- interkanine Distanz.

Die Gesamtuntersuchungsdauer jedes Patienten betrug 24 Monate.

Der Irregularitätsindex ist ein Maß, um Engstände in der Unterkieferfront zu klassifizieren. Zunächst werden die anatomischen Kontaktpunkte der Frontzähne und die mesialen anatomischen Kontaktpunkte der Eckzähne markiert. Danach wird die lineare Strecke zwischen den einzelnen Markierungen ausgemessen; man erhält fünf Messwerte, welche abschließend addiert werden. Es erfolgt eine Einteilung in die Gruppen 1–5 (1: 0 mm, perfekte Zahnstellung; 5: 10 mm, sehr ausgeprägte Irregularität).

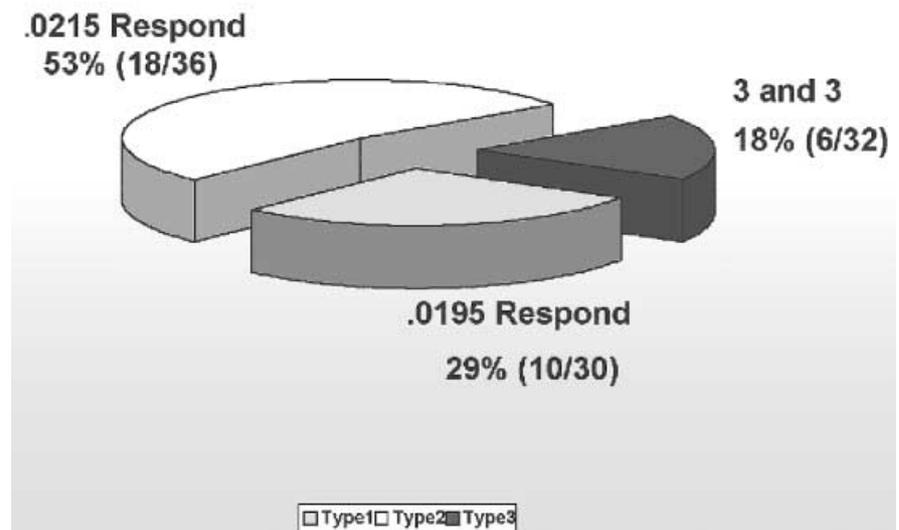
Zu jedem Kontrollzeitpunkt wurden die Patienten mit Hilfe eines von uns aufgestellten Fragebogens über ihre subjektive Empfindung zu den Themen Zungen-, Sprach-, Essens-, Ästhetik-, psychische und Zahnprobleme im Sinne einer dichotomen Beantwortung (ja/nein) befragt.

### Statistische Auswertung

*Deskriptive Darstellung der Untersuchungsergebnisse:* Für die gemessenen Parameter erfolgt die Angabe des Medians sowie des Variabilitätsbereichs (Minimum und Maximum). Für weitere Häufigkeitsangaben erfolgt eine standardisierte deskriptive Statistik.

**Figure 1.** Distribution of bond failures per patient for the different retainer types. Numbers in brackets show the number of detached retainers vs the overall number of retainers. The canine-and-canine retainer showed the significantly best result with a failure rate of 18%.

**Abbildung 1.** Verteilung der Ablösungen pro Patient für die verschiedenen Retainerarten. Die absoluten Werte pro Gesamtzahl der Retainer sind in Klammern angegeben. Der 3-und-3-Retainer schnitt mit einer Ablöse-rate von 18% signifikant am besten ab.



- The number of bond failures is evenly distributed over the different composites used.
- Plaque accumulation is constant with all three retainer types.

For the comparison of central tendencies of the measured parameters, the Wilcoxon test [11] for associated (paired) samples was used. Relative frequencies were tested for differences with the  $\chi^2$  test. Statistically significant differences were assumed at a two-sided probability of  $\alpha < 0.05$ .

### Results

As five of the 103 patients enrolled in our study did not keep their recall appointments correctly, 98 patients were included in the statistical analysis.

Overall, 34 retainers had bond failures (at one to six teeth per retainer) during the study period. Figure 1 shows the distribution of bond failures to the different retainer types.

The 0.0215" retainer bonded to six teeth had the highest detachment rate (53%), followed by the 0.0195" retainer bonded to six teeth (29%). The retainer bonded to two teeth had a detachment rate of 18%, i.e. significantly lower than that exhibited by the retainers bonded to six teeth.

The distribution of detachment rates to the respective recall session is documented in Figure 2. The number of detachments decreased in the course of the study. Only one of the 0.0215" Respond® retainers was found to have a bond failure after a period of 12 months.

Figure 3 differentiates between the bond failure points. One-point failure was typical and most frequent. Only in three cases was the retainer completely detached, and in none of these cases was it swallowed or aspirated. Nor were any other injuries reported.

*Teststatistische Auswertung:* Folgende Nullhypothesen wurden statistisch überprüft:

- Der Irregularitätsindex ist bei allen Retainerarten konstant.
- Die Anzahl der Ablösungen verteilt sich ausgewogen auf die einzelnen Retainerarten.
- Die Anzahl der Ablösungen verteilt sich ausgewogen auf die beiden Methoden der Trockenlegung.
- Die Anzahl der Ablösungen verteilt sich ausgewogen auf die unterschiedlichen Komposite.
- Die Plaqueakkumulation ist bei allen drei Retainerarten konstant.

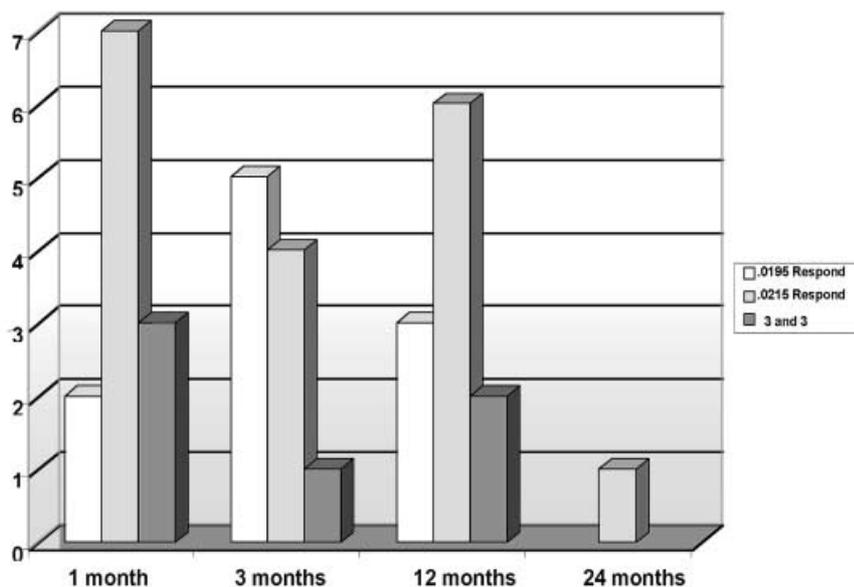
Für den Vergleich zentraler Tendenzen der Messparameter wurde der Wilcoxon-Test [11] für verbundene (paarige) Stichproben angewandt. Relative Häufigkeiten wurden mit Hilfe des  $\chi^2$ -Tests auf Unterschiede geprüft. Statistisch signifikante Unterschiede wurden bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha < 0,05$  bei zweiseitiger Fragestellung angenommen.

### Ergebnisse

Von den 103 in die Studie einbezogenen Patienten haben insgesamt fünf Probanden die Recalltermine nicht korrekt eingehalten, sodass eine Probandenzahl von 98 in die statistische Auswertung einbezogen werden konnte.

Insgesamt kam es während des Untersuchungszeitraums zu 34 Ablösungen (eine bis sechs gelöste Klebestellen pro Retainer). Abbildung 1 zeigt die Verteilung auf die einzelnen Retainerarten.

Der Sechspunkretainer mit der Drahtstärke 0,0215" hatte mit 53% die höchste Ablöse-rate, danach folgte der Sechspunkretainer mit der Drahtstärke 0,0195" mit 29%. Der Zweipunkretainer lag mit einer Ablöse-rate von 18% signifikant unter der der beiden Sechspunkretainer.



**Figure 2.** Distribution of detachments per patient over time. Distribution of bond failure for the three retainer types (in absolute numbers) as determined at the four recall appointments. The failure rate for all three retainer types decreased during the course of the study.

**Abbildung 2.** Zeitliche Verteilung der Ablösungen pro Patient. Angabe der Verteilung der Ablösungen bei den drei Retainertypen zu den vier Recallterminen (Absolutwerte). Bei allen drei Retainertypen nahm die Ablöserate im Verlauf der Studie ab.

Allocation of the detachments to the two dry-field methods showed no significant differences between absolute and relatively dry field conditions.

Evaluation of the detachment rates of the two composites used revealed a significantly higher detachment rate for Heliosit® (73%) as compared to Concise™ (27%).

Although regular oral hygiene instruction was given, increased plaque accumulation was registered at each successive recall session over the 24-month period for all three retainer types, but with no significant differences between the three types.

The evaluation of crowding according to the irregularity index proposed by Little [7], showed no relapse during the study period with the 0.0195" canine-to-canine retainer. The 0.0215" canine-to-canine retainer recorded a 20% relapse rate, and the canine-and-canine retainer the highest relapse rate (80%). The p values for these findings are shown in Table 2. In none of the cases was a change in intercanine width recorded.

Evaluation of the questionnaire on subjective patient discomfort revealed increased patient discomfort with the

Die Verteilung der Ablöseraten auf die jeweiligen Recalltermine dokumentiert Abbildung 2. Die Zahl der Ablösungen nahm im Verlauf der Studie ab. Lediglich bei 0,0215" Respond® kam es nach 12 Monaten noch zu einer Ablösung.

Abbildung 3 zeigt eine Differenzierung der abgelösten Klebestellen. Typisch und am häufigsten war eine gelöste Klebestelle. Es kam nur in drei Fällen zu einer vollständigen Ablösung des gesamten Retainers. Hierbei wurde in keinem Fall der Retainer verschluckt oder aspiriert, und es gab auch keine anderen Verletzungsprobleme.

Die Verteilung der Ablösungen auf die beiden Methoden der Trockenlegung zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen der absoluten Trockenlegung und der relativen Trockenlegung.

Die Auswertung der Ablöserate der beiden Composite ergab eine signifikant höhere Anzahl von Ablösungen bei dem Komposit Heliosit® mit 73% gegenüber dem Komposit Concise™ mit 27%.

Die Plaqueakkumulation nahm bei allen drei Retainertypen trotz regelmäßiger Hygieneunterweisungen im Zeitraum von 24 Monaten im Vergleich zum jeweils vorherge-

**Table 2.** Statistical comparison of the irregularity index to evaluate constancy and changes respectively for the different retainer types over the study period.

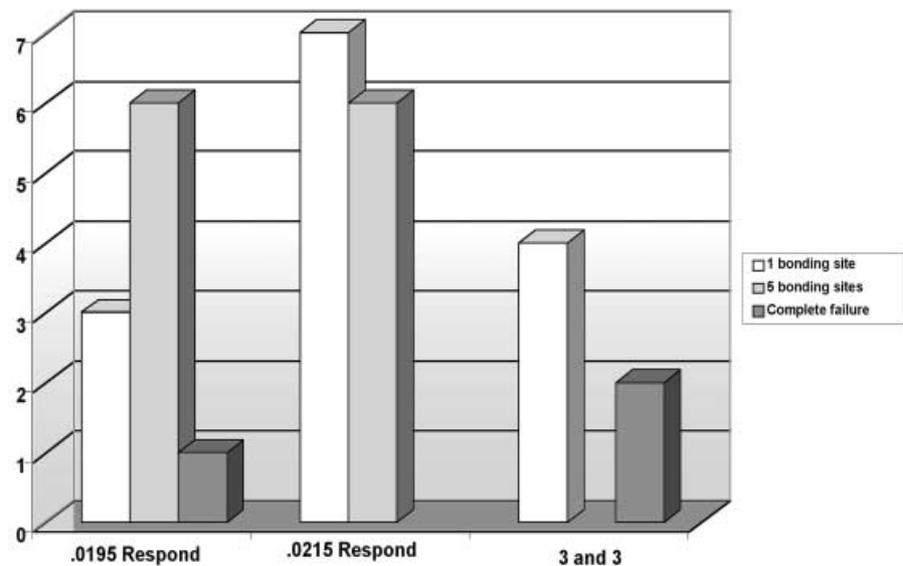
	Type 1 .0195 Respond®			Type 2 .0215 Respond®			Type 3 Canine-and-canine		
	min.	med.	max.	min.	med.	max.	min.	med.	max.
t = 0 week	0.0	1.0	3.0	0.0	1.0	3.5	0.0	0.6	4.0
t = 24 months	0.0	1.0	3.0	0.0	1.0	4.0	0.0	1.0	4.0
p value	0.65			0.22			< 0.001		
	Not significant			Not significant			Significant		

The changes in the irregularity index over the observation period were statistically significant (p < 0.0001) for the canine-and-canine retainer. Rotational relapse was often seen in these cases.

**Tabelle 2.** Statistischer Vergleich des Irregularitätsindexes bezüglich Konstanz bzw. Veränderungen bei den verschiedenen Retainertypen über den Studienzeitraum. Der Vergleich der Konstanz des Irregularitätsindexes ergab signifikante Änderungen der Werte für den 3- und 3-Retainer (p < 0,001). Hier kam es häufig zu Rotationsrezidiven.

**Figure 3.** Number of detached bonding sites for each retainer type. The distribution of the number of bonding site failures (in absolute numbers) showed that one bonding site failure occurred most often with all three retainer types. Only three cases exhibited a complete failure of all bonding sites.

**Abbildung 3.** Anzahl der abgelösten Klebestellen in Abhängigkeit vom Retainertyp. Die Verteilung der Anzahl der abgelösten Klebestellen (Absolutwerte) zeigt, dass es bei allen drei Retainertypen hauptsächlich zur Ablösung einer einzelnen Klebestelle kam. Lediglich in drei Fällen kam es zu einer kompletten Ablösung.



canine-and-canine retainer. Most often esthetic problems were mentioned; these increased from 3.1 to 44% over the study period.

With all three retainer types the patients experienced oral hygiene problems. These were reported less frequently during the course of the study, although objectively poorer oral hygiene was registered at the clinical examinations. Furthermore, some patients complained of tongue irritations; this applied almost equally to the different retainer types. Over time, the subjective tongue problems decreased slightly.

### Discussion

No complete breakage of the retainer wire occurred in our study, but only bond failures, with the detachment of the retainer from the composite often being due to mechanical forces. In most cases, lever action at the retainer resulting from habits or masticatory forces were determined as the cause of bond failure. The conclusion to be drawn from this finding is that the patient should be given more detailed instruction on relevant behavior, especially during the initial phase of retainer application.

Another prerequisite for all types of lingual retainer is precision in the fabrication and insertion of the appliance, i.e. close contact with the incisors, absolute wire passivity, and a precise bonding technique. The design of the present study ensured that all these factors were under complete control for each subject. Failure to control these factors results in a higher bond failure rate, as described by other authors [3, 17, 19]. The results of assignment of the detachment rates to the different retainer types in the present study conform with a study by Zachrisson [20] showing that thicker retainer wire had a higher detachment rate

henden Recalltermin signifikant zu. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Retainertypen lagen allerdings nicht vor.

Die Untersuchung der Rezidive anhand des Irregularitätsindex nach Little [7] wies aus, dass es bei dem Sechspunktretainer mit der Drahtstärke 0,0195" innerhalb des Untersuchungszeitraums kein Rezidiv gab, wohingegen es bei der Drahtstärke 0,0215" bei 20% zu Rezidiven kam. Der Zweipunktretainer schnitt mit einer Rezidivrate von 80% signifikant am schlechtesten ab. Die p-Werte hierzu sind in Tabelle 2 dargestellt. In keinem Fall kam es zu Veränderung der interkaninen Distanz.

Die Auswertung der Befragung nach subjektiven Belastungen zeigte deutlich, dass es bei dem Zweipunktretainer zu vermehrten Beschwerden bei den Patienten gekommen war. Am häufigsten wurden ästhetische Probleme genannt; sie nahmen im Laufe der Studie von 3,1 auf 44% zu.

Es kam bei allen drei Retainertypen zu von den Patienten realisierten Problemen bei der Mundhygiene, welche im Laufe der Studie allerdings seltener angegeben wurden, obwohl eine objektiv schlechtere Mundhygiene in der klinischen Untersuchung vorlag. Des Weiteren beklagte ein Teil der Patienten Zungenirritationen. Die Verteilung auf die einzelnen Retainertypen war nahezu ausgewogen. Das Zungenproblem zeigte sich mit der Zeit leicht rückläufig im subjektiven Empfinden.

### Diskussion

Retainerbrüche traten in keinem Fall auf; in unserer Studie kam es lediglich zu Ablösungen, wobei die Trennung des Retainers vom Komposit häufig mechanisch bedingt war. In den meisten Fällen konnten Hebelkräfte am Retainer durch Habits oder bei der Nahrungsaufnahme als Ursache

due to increased rigidity. Zachrisson, who prefers 0.032" canine-and-canine retainers, reported an 8.4% detachment rate over a period of 1.9–3.7 years. This is well below the 18% determined in our own study for the canine-and-canine retainer. A study by Artun et al [2] reported a 27.3% detachment rate for the canine-and-canine retainer over a 3-year period, a value comparable to our finding. Zachrisson further recommends using wire diameters that allow for physiologic tooth movement, especially in periodontal high-risk cases. Other authors such as Schwarze et al [13] recommend a stranded 0.0155" Dentaflex® wire for this purpose. With the reduction in wire diameter, the question of preference for physiologic tooth movement vs stabilization of the treated anterior segment arises. This problem cannot be commented upon on the basis of our findings, since such thin wires were not used in our study. Fundamentally, a more rigid wire does not follow physiologic tooth movements as closely as a stranded wire. For this reason a 0.0215" wire will exhibit higher shearing forces at the bonding sites, encouraging bond failure.

Our own findings with respect to stability of the anterior segment and to the percentage of bond failures during the study period suggest that a retainer made of 0.0195" stranded wire is to be recommended for long-term retention.

Since the number of bond failures was virtually equal in both dry field methods used, we recommend the relatively dry field conditions, since they involve less time and effort.

The distribution of bond failure in the two types of composites used may be due to Heliosit® having a lower proportion of filling particles, resulting in reduced resistance to forces of pressure, tension, deformation and abrasion [5]. For this reason bond failure due to physiologic tooth movements in the anterior segment and to other strains can occur more readily. These findings support the recommendation that auto-cure composites like Concise™ or comparable products should be used.

A decreasing bond failure rate during the course of the study is also described by Segner & Heinrici [14]. In their study most problems arose during the first 3–6 months, and their 1-year failure rate was considerably lower than our finding. One reason for this might be increased patient adaptation over time as well as initial bonding errors despite a regular fabrication and bonding concept.

All three retainer types showed a significant increase in plaque accumulation in the course of the study despite regular oral hygiene instruction. These findings correspond to statements by Meng [8], who claims that the increased plaque accumulation is due to the immediate proximity of the wire to the lingual surface, making oral hygiene more difficult. For this reason he sees retainers as secondary etiologic factors in the development of gingi-

erfragt werden. Schlussfolgernd hieraus sollte der Patient noch genauer über die Verhaltensmaßnahmen insbesondere in der initialen Phase mit eingesetztem Retainer aufgeklärt werden.

Eine weitere Grundvoraussetzung bei allen Lingualretainern ist die Genauigkeit bei der Herstellung und dem Einsetzen, d.h. enger Kontakt mit den Schneidezähnen, absolute Passivität und eine exakte Klebetechnik. Diese waren durch das Studiendesign in jedem Fall kontrolliert abgesichert. Wenn diese Bedingungen nicht eingehalten werden, kommt es nach Untersuchungen anderer Autoren zu deutlich höheren Ablöseraten [3, 17, 19]. Die Verteilung der Ablöseraten auf die unterschiedlichen Retainertypen in der eigenen Untersuchung geht mit einer Studie von Zachrisson [20] konform, die ausweist, dass es bei dickeren Drähten wegen deren höheren Steifigkeit zu größeren Ablöseraten kommt. Der genannte Autor präferiert Zweipunktretainer mit einer Drahtstärke 0,032" und gibt eine Ablöserate für diesen Retainertypen bei einer Verweildauer von 1,9–3,7 Jahren mit 8,4% an. Dies liegt deutlich unter der Ablöserate der von uns untersuchten Zweipunktretainer mit 18%. Ein Studie von Artun et al. [2] zeigt eine Ablöserate für den Zweipunktretainer von 27,3% im Untersuchungszeitraum von 3 Jahren; dieses Ergebnis ist mit dem unserer Studie vergleichbar. Zachrisson empfiehlt weiterhin, insbesondere bei parodontalen Risikofällen Drahtstärken zu wählen, bei denen die physiologische Zahnbeweglichkeit erhalten bleiben kann. Andere Autoren wie Schwarze et al. [13] empfehlen hierzu einen verseilten 0,0155" Dentaflex®-Draht. Bei einer Reduktion der Drahtstärken stellt sich die Frage nach der Präferenz der physiologischen Zahnbeweglichkeit vs. der Stabilisierung der behandelten Frontzahnstellung. Zu diesem Problem kann anhand der eigenen Ergebnisse nicht Stellung genommen werden, da derartig dünne Drahtqualitäten in die vorliegende Studie nicht einbezogen worden sind. Prinzipiell folgt ein steiferer Draht den physiologischen Zahnbewegungen weniger als ein flexibler, deswegen treten bei einem Draht der Stärke 0,0215" an der Klebestelle höhere Scherkräfte auf, die ein Ablösen begünstigen.

Aufgrund der eigenen Ergebnisse hinsichtlich der Frontzahnstabilität und der prozentualen Retainerablösung im Untersuchungszeitraum kann zur Langzeitretention aus den untersuchten Typen ein Retainer der Drahtstärke 0,0195" und eine mehrfach verseilte Drahtqualität empfohlen werden.

Da die Anzahl der Ablösungen bezogen auf die beiden Methoden der Trockenlegung nahezu gleich ist, empfehlen wir aufgrund des geringeren Zeit- und Arbeitsaufwandes die Methode der relativen Trockenlegung.

Das Ergebnis der Verteilung der Ablösungen bezogen auf die beiden untersuchten Komposite lässt sich durch den geringen Füllstoffanteil von Heliosit® erklären. Hierdurch kommt es zu einer geringeren Druck-, Zug-, Biege- und Abrasionsfe-

vititis and, in rare cases, of periodontitis. Balenseifen & Madonia [4] moreover found an elevated pH in plaque during active treatment with fixed appliances, leading to increased numbers of streptococci and lactobacilli. Similar findings should hold true for fixed retainers. The authors see this as increasing the risk of gingival infection. During the present study, gingivitis occurred in sporadic cases, necessitating professional cleaning in addition to regular oral hygiene instruction. The situation was thus under control. No retainer had to be removed due to periodontal problems.

The findings relating to the irregularity index showed that, although the bond failure rate was low with the canine-and-canine retainer, a high incidence of change in the irregularity index (80%) occurred in terms of relapses. In most cases, rotational relapse was involved. The problematic nature of this type of relapse is known and, according to Riedel [10], occurs most frequently after the derotation of incisors. Angle [1] and many subsequent authors see an intact, pronounced transseptal fiber apparatus as the main problem underlying rotational relapse.

Zachrisson [19], too, reports that the canine-and-canine retainer can lead to protrusion of non-integrated incisors. To prevent relapse, he positions the four lower incisors outwards away from the canines, i.e. he overcorrects the relapse-prone areas and then allows the teeth to "slide into their ideal position".

Another reason for the markedly increased stability of the incisors when using a canine-to-canine retainer is that protrusive forces exerted by the tongue are, in contrast to the canine-and-canine retainer, intercepted.

According to our own findings, a canine-to-canine retainer made of 0.0195" stranded wire should be given preference for the retention of rotated teeth and other relapse-prone situations.

The rotational relapse and the high metal portion on the lingual surface may account for the esthetic problems referred to in the patient questionnaire on the canine-and-canine retainer. Several patients complained of irritations of the tongue with the canine-and-canine retainer. These findings are contrary to those reported by Zachrisson [15], who switched to round wires since his findings suggested that, in contrast to canine-to-canine retainers, these do not lead to irritations of the tongue. Our patients also reported problems in cleaning the canine-and-canine retainer, although it was objectively less prone to plaque accumulation than the canine-to-canine retainer. Overall, the present study indicates that the canine-and-canine retainer was not well adapted to the teeth and led to a subjective increase in patient discomfort.

stigkeit [5]. Deshalb kann es bei den physiologischen Zahnbewegungen in der Front und den sonstigen Belastungen leichter zu Absprengungen des Komposits kommen. Die Ergebnisse unterstützen die Empfehlung, das Autopolymerisat Concise™ oder vergleichbare Produkte zu verwenden.

Die im Zeitablauf der Studie abnehmende Ablöserate wird ebenfalls von Segner & Henrici [14] beschrieben. In ihrer Untersuchung kam es innerhalb der ersten 3–6 Monate zu den meisten Problemen; die Verlustrate nach 1 Jahr war deutlich geringer. Als Erklärung könnten eine im Verlauf zunehmende Patientenadaptation oder anfängliche Klebefehler trotz regelrechtem Anfertigungs- und Klebekonzept vermutet werden.

Bei allen drei Retainertypen kam es im Verlauf der Studie trotz regelmäßiger Patientenunterweisung über Hygiene zu einer signifikanten Vermehrung der Plaqueakkumulation. Das Ergebnis stimmt mit Aussagen von Meng [8] überein. Er gibt an, dass es durch die direkte Nähe der Apparaturen zur Gingiva und der daraus folgenden erschwerten Hygiene zu einer vermehrten Plaqueakkumulation kommt. Aufgrund dessen sieht er sie als sekundäre ätiologische Faktoren bei der Entstehung von Gingivitiden und in seltenen Fällen von Parodontitiden an. Des Weiteren stellten Balenseifen & Madonia [4] fest, dass es während der kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Apparaturen zu einem pH-Anstieg der Plaque kommt, was zu einer Vermehrung der Streptokokken und Laktobazillen führt. Ähnliches ist auch in diesen Fällen für die Retainer anzunehmen. Die Autoren sehen darin eine erhöhte Gefahr für gingivale Entzündungen. Im Verlauf der vorliegenden Studie kam es in Einzelfällen zu Gingivitiden, die eine professionelle Zahnreinigung ergänzend zu den regelmäßigen Mundhygieneinstruktionen erforderlich machten. Die Situation wurde dadurch kontrolliert. In keinem Fall musste ein Retainer wegen parodontaler Probleme entfernt werden.

Die Ergebnisse zum Irregularitätsindex zeigen, dass es bei dem konfektionierten Zweipunktretainer trotz geringer Ablöserate häufig zu Veränderungen des Irregularitätsindex im Sinne von Rezidiven gekommen ist (80%). Häufigste Ursache hierfür waren Rotationsrezidive. Die Problematik dieser Rezidive ist bekannt und z.B. nach Riedel [10] insbesondere nach dem Detordieren von Schneidezähnen festzustellen. Bereits Angle [1] und nachfolgend viele andere Autoren sahen in einem intakten ausgeprägten transseptalen Faserapparat das Hauptproblem für die Rotationsrezidive.

Auch Zachrisson [19] beschrieb, dass es bei dem 3- und 3-Retainer zu einer Protrusion der nicht in den Retainer eingebundenen Schneidezähne kommen kann. Als Rezidivprophylaxe hierfür setzte Zachrisson [19] die vier Unterkiefer-schneidezähne von den Eckzähnen nach außen ab, d.h., er überkorrigiert die rezidivgefährdeten Stellen, um anschließend „ein Abgleiten in die Idealposition“ zu erreichen.

Ein weiterer Grund für die deutlich höhere Stabilität der Frontzähne bei dem Sechspunktretainer liegt darin, dass

## References

1. Angle EA. Malocclusion of the teeth and fracture of the mandible, 6th edn. Philadelphia: White Manufacturing, 1900.
2. Artun J, Spadafora AT, Shapiro PA. A 3-year follow up study of various types of orthodontic canine-to-canine retainers. *Eur J Orthod* 1997;19:501-9.
3. Artun J, Zachrisson BU. Improving handling properties of a composite resin for direct bonding. *Am J Orthod* 1982;81:269-76.
4. Balenseifen J, Madonia J. Study of dental plaque in orthodontic patients. *J Dent Res* 1970;49:320-4.
5. Kamann WK, Gängler P. Materialkunde der Kompositwerkstoffe. *Dent Magazin* 1998;1:6-20.
6. Lange DE, Plagmann H. Klinische Bewertung zur Objektivierung der Mundhygiene. *Dtsch Zahnärztl Z* 1977;32:44-7.
7. Little RM. The irregularity index: A quantitative score of mandibular anterior alignment. *Am J Orthod* 1975;68:554-63.
8. Meng HP. Qualität der Mundhygiene und Auswirkung von festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen auf das Parodontalgewebe. *Inf Orthod Kieferorthop* 1987;4:443-6.
9. Moser U, Moser L. Langzeitretention mit geklebten lingualen Glasfaserretainern. *Kieferorthopädie* 1996;10:85-94.
10. Riedel R. An analysis of dentofacial relationships. *Am J Orthod* 1954;7:103-19.
11. Sachs L. *Angewandte Statistik*. Berlin-Heidelberg-New York-Tokio: Springer, 1984.
12. Schmuth G. *Praxis der Zahnheilkunde: Kieferorthopädie, II*. München-Wien-Baltimore: Urban & Schwarzenberg, 1988:316-20.
13. Schwarze J, Bourauel C, Drescher D. Frontzahnbewegung nach direkter Klebung von Lingualretainern. *Fortschr Kieferorthop* 1995;56:25-33.
14. Segner D, Heinrici H. Geklebte Retainer – klinische Zuverlässigkeit. *J Orofac Orthop/Fortschr Kieferorthop* 2000;61:352-8.
15. Zachrisson BU. Bonding in orthodontics. In: Graber TM, Swain BF, eds. *Orthodontics: current principles and techniques*. St. Louis: Mosby, 1985:485-563.
16. Zachrisson BU. Clinical experience with direct-bonded orthodontic retainers. *Am Orthod* 1977;71:440-8.
17. Zachrisson BU. Differential retention with bonded retainers – long-term experience and some new designs. 57th Eur Orthod Soc Congress, Göteborg, 22-26 June 1981.
18. Zachrisson BU. Important aspects of long-term stability. *J Clin Orthod* 1997;31:562-83.
19. Zachrisson BU. On excellence in finishing, Part II. *J Clin Orthod* 1986;20:536-56.
20. Zachrisson BU. The bonded lingual retainer and multiple spacing of anterior teeth. *J Clin Orthod* 1983;17:838-44.

die protrusiven Kräfte der Zunge hierbei im Gegensatz zum Zweipunktretainer abgefangen werden.

Angesichts der eigenen Ergebnisse sollte der Sechspunktretainer mit einer Drahtstärke von 0,0195" und mehrfach verseilter Drahtqualität insbesondere nach Ausbehandlung von Rotationen und bei besonderen rezidivgefährdeten Fällen Präferenz haben.

Die beim Zweipunktretainer in der Patientenbefragung genannten ästhetischen Probleme sind durch das Rotationsrezidiv und den starken lingualen Metallanteil zu erklären. Es klagten mehrere Patienten mit einem Zweipunktretainer über Irritationen der Zunge. Diese Ergebnisse widersprechen einer Publikation von Zachrisson [15]. Er ist dazu übergegangen, runde Drähte zu verwenden, da diese nach seinen Untersuchungen im Gegensatz zu den Sechspunktretainern nicht zu Irritationen der Zunge führen sollen. Des Weiteren nannten unsere Patienten mit einem Zweipunktretainer Schwierigkeiten bei der Hygiene des Retainers, obwohl sie objektiv im Vergleich zu den anderen Retainertypen weniger Plaqueakkumulation aufwiesen. Insgesamt kann in dieser Studie festgestellt werden, dass der Zweipunktretainer nicht gut adaptiert wurde und subjektiv zu stärkeren Beschwerden geführt hat.

## Correspondence Address

Dr. Ilka Störmann  
 Pastoratsweg 11  
 45772 Marl  
 Germany  
 Phone (+49/2365) 43-920, Fax -204  
 e-mail: ilka.stoermann@t-online.de