

Aus der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik  
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten  
des Universitätskrankenhauses Hamburg - Eppendorf

Direktor : Prof. Dr. H. D. Jüde

---

Klinische Untersuchung zur Bewährung  
eines Verfahrens zur Friktionseinstellung  
von Teleskopprothesen

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg

vorgelegt von

Bohr Michael

aus Homburg (Saar)

Hamburg 2000

Angenommen von dem Fachbereich Medizin  
der Universität Hamburg am : 19. Juni 2001

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs  
Medizin der Universität Hamburg

Sprecher : Prof. Dr. H.-P. Leichtweiß

Referent : Prof. Dr. F. Gütschow

Korreferent : Prof. Dr. H. D. Jüde

## **Abstract**

In der vorliegenden Studie wurde die Bewährung eines Verfahrens zur Friktionseinstellung von 39 Teleskopprothesen mit 107 Pfeilerzähnen an 31 Patienten über einen Beobachtungszeitraum von 12 Monaten untersucht. Dabei wurde geprüft, ob unterschiedliche Voraussetzungen (Pfeileranzahl, Auflageachse, Legierung der Teleskope) einen Einfluss auf die Bewährung dieses Einstellungsverfahrens hatten.

Nach Analyse der erhobenen Daten zeigte sich, dass sich das in dieser Studie geprüfte Verfahren der Friktionseinstellung von Teleskopprothesen bei dem untersuchten Patientengut bewährte. Ein totaler Misserfolg im Sinne der Notwendigkeit einer Neuanfertigung aufgrund einer fehlerhaften Friktionseinstellung war in keinem Fall erforderlich.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung deuten darauf hin, dass der Speichel einen verschleißmindernden Einfluss auf teleskopierenden Zahnersatz hat und die klinische Übertragung der Ergebnisse "trocken" durchgeführter experimenteller Verschleißuntersuchungen wo Friktionsverluste von 20% ermittelt wurden, zurückhaltend betrachtet werden sollten

## **Schlagwörter**

Außenteleskop  
Doppelkrone  
Friktion  
Friktionseinstellung  
Friktionsveränderung  
Friktionsverlust  
Haftkraft  
Haftkraftverlust  
Innenteleskop  
Klammerlose Verbindungselemente  
Konuskrone  
Langzeitstudie  
Matrize  
Parallelteleskop  
Parallel-Teleskop  
Passung  
Patrize  
Primäranker  
Primärteleskop  
Rauhtiefe  
Reibung  
Resilienz-Teleskop  
Schmiereffekt  
Sekundäranker  
Sekundärteleskop  
Speichel  
Teleskopprothese  
Verschleiß

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung und Problemstellung</b>	1
<b>2.</b>	<b>Literaturübersicht</b>	2
<b>2.1</b>	<b>Einführende Bemerkungen</b>	2
2.1.1	Die Doppelkronen – Systeme	4
2.1.2	Aufbau der verschiedenen Systeme	5
2.1.3	Vorteile der Teleskopsysteme	6
2.1.4	Indikationen und Anwendungsmöglichkeiten	6
<b>2.2</b>	<b>Funktionsprinzip der Doppelkrone - Physikalische Grundlagen -</b>	7
2.2.1	Passung	7
2.2.2	Rauhtiefe	8
2.2.3	Reibung ( Friktion )	8
2.2.4	Verschleiß	10
<b>2.3</b>	<b>Klinische Aspekte – Prospektive und retrospektive Langzeitstudien</b>	11
2.3.1	Langzeitstudien über durch Parallelteleskope verankerten Zahnersatz	11
2.3.2	Langzeitstudien über durch Resilienzteleskope verankerten Zahnersatz	15
2.3.3	Langzeitstudien über durch Konuskronen verankerten Zahnersatz	16
<b>2.4</b>	<b>Veränderungen spezieller Parameter im Rahmen der Versorgung mit Doppelkronen</b>	19
2.4.1	Röntgenologische Veränderungen	19
2.4.2	Einfluß einer Doppelkronenversorgung auf den Lockerungsgrad der Pfeilerzähne	20
2.4.3	Bedeutung der Pfeileranzahl und Verteilung für Erfolg bzw. Mißerfolg	21
2.4.4	Veränderungen der Sondierungstiefe	22
2.4.5	Veränderungen im Bereich des marginalen Parodontiums	23
2.4.6	Einfluß auf das Kariesrisiko	24
2.4.7	Einflüsse des Speichels auf die Haftkraft von Doppelkronen	25
2.4.8	Zur Bedeutung des Recalls und der Mundhygiene	25

<b>2.5</b>	<b>Friktion von Teleskopprothesen</b>	27
2.5.1	Friktionseinstellung von Teleskopprothesen	27
2.5.2	Experimentelle Untersuchungsergebnisse zum Dauerverschleiß	28
2.5.3	Klinische Untersuchungsergebnisse zur Beurteilung der Friktion	31
2.5.3.1	Subjektive Beurteilung der Friktion durch den Patienten	31
2.5.3.2	Beurteilung der Friktion durch den Zahnarzt	31
2.5.4	Praktische Durchführung der Friktionseinstellung	32
<b>3.</b>	<b>Problemstellung und Zielsetzung</b>	33
<b>4.</b>	<b>Material und Methoden</b>	34
4.1	Patienten	34
4.2	Prothesencharakteristik	34
4.2.1	Materialien	34
4.2.2	Prothesentyp und Prothesendesign	34
4.3	Vorgehen der Friktionseinstellung vor definitiver Eingliederung	35
4.4	Befundaufnahme	36
4.5	Statistische Auswertung	37
<b>5.</b>	<b>Ergebnisse</b>	38
<b>5.1</b>	<b>Verteilung von Patienten, Prothesen und Pfeilerzähnen</b>	38
5.1.1	Geschlechtsverteilung des Patientenkollektivs	38
5.1.2	Geschlechterspezifische Altersverteilung	39
5.1.3	Prothesenverteilung	40
5.1.4	Verteilung der Pfeilerzähne	41
<b>5.2</b>	<b>Bewertungen von Prothesenhalt und Friktionsveränderungen</b>	43
5.2.1	Bewertung des Prothesenhaltes nach Schulnoten	43
5.2.2	Empfundene Friktionsveränderung über den Meßzeitraum	44
<b>5.3</b>	<b>Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Parameter auf die Bewertung von Friktion und Friktionsveränderung</b>	45
5.3.1	Zusammenhang zwischen der Pfeileranzahl und der Bewertung des Prothesenhaltes nach Schulnoten	45
5.3.2	Zusammenhang zwischen der Pfeileranzahl und der empfundene Friktionsveränderung	46
5.3.3	Zusammenhang zwischen der Auflageachse und der Bewertung des Prothesenhaltes nach Schulnoten	47

5.3.4	Zusammenhang zwischen der Auflageachse und der empfundenen Friktionsveränderung	48
5.3.5	Zusammenhang zwischen der verwendeten Legierung und der Bewertung des Prothesenhaltes nach Schulnoten	49
5.3.6	Zusammenhang zwischen der verwendeten Legierung und der empfundenen Friktionsveränderung	50
<b>6.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>51</b>
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>55</b>
<b>8.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>56</b>
<b>9.</b>	<b>Anhang</b>	<b>68</b>

## **1. Einleitung**

Eine bewährte Möglichkeit zur prothetischen Versorgung stark reduzierter Restgebisse stellen Teleskopprothesen dar [9, 35, 87, 126]. Allerdings stellt die Anfertigung eines solchen Zahnersatzes an den behandelnden Zahnarzt erhöhte Anforderungen. Insbesondere die sichere Einstellung der Friktion eines einzelnen oder mehrerer Teleskope ist hierbei vom Behandler nur mit viel Erfahrung und Geschick sowie einer gut eingespielten Zusammenarbeit mit dem Zahntechniker möglich.

In der Vergangenheit wurden Untersuchungen veröffentlicht, die sich mit der Frage der optimalen Friktionskraft von Doppelkronen beschäftigten [5, 54, 84]. Allerdings wird hier nicht darauf eingegangen, wie die empfohlenen Haftkraftwerte auch für Studenten, Kliniker und niedergelassene Zahnärzte im Praxisalltag einzustellen sind.

Ziel der vorliegenden Studie war es daher, ein - auch im Alltag anwendbares - Verfahren zur Friktionseinstellung von Teleskopkronen auf seine klinische Bewährung hin zu überprüfen. Dabei sollte untersucht werden, wie zufrieden die Patienten mit der Haftkraft ihrer Teleskopprothesen, welche über dieses Verfahren eingestellt wurden, über den Untersuchungszeitraum von 12 Monaten waren. Insbesondere galt es dabei auch die Frage zu klären, ob verschiedene Parameter wie z.B. Geschlecht, Alter, Pfeileranzahl/-verteilung etc. einen Einfluß auf die Bewährung dieses Verfahrens haben.

## 2. Literaturübersicht

### 2.1 Einführende Bemerkungen

Der Ersatz fehlender Zähne und verlorengegangener Anteile der Kiefergewebe erfolgt im allgemeinen durch Teilprothesen sowie fester oder abnehmbarer Brücken, die mit Hilfe verschiedenartiger Halteelemente an den natürlichen Zähnen des Restgebisses befestigt werden.

Neben dem Verankerungssystem mittels Doppelteleskopen - auf welches unter 2.1.1 ausführlicher eingegangen wird - werden zunächst die Vor- und Nachteile anderer Verankerungsmöglichkeiten für Teilprothesen im Restgebiß aufgezeigt.

Die Vorteile der **mit Klammern verankerten Teilprothese** bestehen im vergleichsweise geringen Herstellungs- und Eingliederungsaufwand, der leichten Pflege von Restgebiß und Zahnersatz, den günstigen Reparatur- und Erweiterungsmöglichkeiten sowie dem geringen Risiko einer Pulpenschädigung, da, wenn überhaupt, nur geringfügig im Schmelz beschliffen werden muß [72]. Als Nachteile werden erhöhte Kariesanfälligkeit der Klammerzähne [91, 124] und das Sichtbarwerden von Klammerteilen [120] angegeben. Zusätzliche Nachteile werden in dem im Vergleich zu Kronenschienen geringen Schienungseffekt sowie in Problemen der Prothesendynamik gesehen [72].

#### **Klammerlose Verbindungselemente**

Einer Einteilung der klammerlosen Verbindungselemente können entweder die räumlichen Verhältnisse zwischen dem Verbindungselement der Krone und der Schleimhautabdeckung des Alveolarfortsatzes oder der Mechanismus der Retention zugrundegelegt werden [131].

#### *Einteilung nach topographischen Gesichtspunkten*

- intrakoronale Verbindungselemente
- extrakoronale Verbindungselemente
- interkoronale Verbindungselemente

**Intrakoronale Verbindungselemente** können aus statischer Sicht optimal angeordnet werden, da die Kaukraftübertragung weitgehend in Zahnlängsachse erfolgt [131]. Da der Zahnersatz direkt an die Kronen anschließt, entstehen keine Schmutznischen [72]. Allerdings erfordert die

Präparation ein größeres Opfer an Zahnhartsubstanz mit Gefahr der Pulpenschädigung [131].

**Extrakoronale Verbindungselemente** benötigen hingegen keine zusätzlichen Ausnehmungen in den Zahnstümpfen [72], aber die Übertragung der belastenden Kräfte erfolgt nicht mehr in Richtung der Zahnachse [131]. Zusätzliche Nachteile sind wie bei allen extrakoronalen Attachments die für den Patienten erschwerte Reinigungsmöglichkeit und die möglichen Vakaturwucherungen [95].

Bei **interkoronalen Verbindungselementen** können übergreifende, die Okklusionsfläche bedeckende Halteelemente vermieden werden, wobei die Verbindung der Kronen zur mechanischen Versteifung führt. Die Interdentalraumpflege ist durch die miteinander verbundenen Kronen allerdings erschwert [131].

#### *Einteilung nach Gesichtspunkten der Retention*

- geschiebeartige Verbindungselemente
- stegartige Verbindungselemente
- federartige Verbindungselemente
- riegelartige Verbindungselemente

Bei Verwendung eines **Rillen- Schulter- Geschiebes** erfordert die Präparation für eine einfache Verblendkrone, in der das RS- Geschiebe versenkt werden soll, den geringsten Verlust an Zahnschubstanz im Vergleich zu allen teleskopierenden Kronen. Da der vestibuläre Teil der Krone nicht in das Geschiebe einbezogen ist, werden die bei teleskopierenden Kronen beschriebenen ästhetischen Nachteile vermieden [131]. Allerdings sind die im Vergleich mit der teleskopierenden Krone sich berührenden Flächen kleiner, wodurch ein Nachlassen der Haftung häufiger auftritt [90] und die Stabilität durch die nur teilweise Umfassung geringer ist [131].

**Steg-Verbindungen** werden als primär verblockendes und damit stabilisierendes Element angesehen, weil die Vertikalrelation zwischen Unter- und Oberkiefer durch die künstlichen Kronen und die Stabilisierung der Zähne mit Hilfe der Stegverbindung auch dann noch gegeben ist, wenn sich die Teilprothese nicht im Mund befindet. Dies kann für Patienten von Bedeutung sein, die Ihre Prothese nachts nicht tragen [131]. Als Nachteil der Steg-Verbindung wird die erschwerte Reinigung und damit die erhöhte Entzündungsbereitschaft der Schleimhaut angegeben [72, 91, 131]. Ferner ist die Erweiterungsmöglichkeit der Prothese im Vergleich zu Teleskopprothesen ungünstiger [131].

Die Vor- und Nachteile **konfektionierter Geschiebe** sind mit denen der manuell hergestellten Geschiebe vergleichbar, wobei laut *Jung* und *Borchers* [73] die konfektionierten Geschiebe aufgrund ihrer werkstoffkundlichen Eigenschaften oft abriebfester sind. Da die mechanische Beanspruchung, insbesondere durch Dreh- und Kippbewegungen sehr groß ist besteht die Gefahr des Ausschlagens und Abbrechens. Deshalb ist es unumgänglich konfektionierte Geschiebe durch einen individuell hergestellten Stabilisierungsarm zu verstärken [131].

*Stüttgen* [131] gibt als Vorteil von über **Riegel** befestigten Prothesen die drucklose, schloßähnliche Befestigung der Prothese am Restgebiß an, bei welcher die Pfeilerzähne beim Einfügen und Herausnehmen des Zahnersatzes nicht auf Abzug oder Kippung belastet werden. Von Nachteil sind die relativ aufwendige Herstellung und die gelegentlich schwierige Unterbringung des Riegels. Über Riegel befestigte Prothesen sind für den manuell weniger geschickten Patienten nicht zu empfehlen [91].

Zur Kürzung des Hebelarms der vormals langen klinischen Krone eignet sich der über einen **Doldersteg** verankerte Zahnersatz [91, 131]. Allerdings müssen die Pfeilerzähne devitalisiert und wurzelkanalbehandelt werden [72, 131]. Ferner kann es zu parodontologischen Problemen kommen, wenn der Steg der Schleimhaut zu dicht ( $< 2\text{mm}$ ) anliegt [95, 131].

Auch bei einem über ein **Druckknopf- System** (z.B. Bona-Anker) verankertem Zahnersatz muß der Pfeilerzahn devitalisiert werden. Von Vorteil bei diesem System ist, daß auch ein einzelner Restzahn noch zum Halt herangezogen werden kann [131] und für den Patienten der spätere Übergang zur Totalprothese erleichtert ist.

### 2.1.1 Die Doppelkronen - Systeme

Die im Rahmen dieser Untersuchung angewandten Teleskopkronen stellen eine weitere Möglichkeit der Versorgung des reduzierten Lückengebisses dar. Die teleskopierenden Elemente bestehen aus zwei Teilen, dem Innenteleskop (auch Patrize, Innenkrone, Primäranker oder innerer Anker genannt) und dem Außenteleskop (auch Matrize, Außenkrone, Sekundäranker oder äußerer Anker genannt) [137].

Die **Teleskopkrone** ist amerikanischer Herkunft. Erstmals wurde 1886 von *R. Walter Starr* [127], später von *Goslee* [52] und *Peeso* [100] über die Teleskoptechnik in der anglo-amerikanischen Literatur berichtet.

In der deutschsprachigen Literatur war *Häupl* (seit 1929) einer der Ersten, der auf die Vorzüge der Teleskopverankerung bei stark reduziertem Restgebiß aufmerksam gemacht hat [89]. *Böttger* und *Rehm* -Schüler Häupl's- haben später in zahlreichen klinischen Anwendungen über Teleskopkronen verankerten Zahnersatz angewandt und beschrieben [10-32, 102, 103].

## 2.1.2 Aufbau der verschiedenen Systeme

Im Laufe der Jahre hat das Häuplsche Teleskop verschiedene Abwandlungen erfahren. Es sind dies – chronologisch dargestellt:

- Das Parallel-Teleskop (*Rehm*): Bei dieser Teleskopform weist das Innenteleskop parallele Flächen auf, wobei diese nicht nur untereinander, sondern auch zur Einschubrichtung der übrigen teleskopierenden Elemente parallel verlaufen. Nach ihrer Vereinigung stellen Matrize und Patrize eine mechanisch lösbare Verbindung dar, die nur in einer Richtung, der Ein- und Ausführungsrichtung gelöst werden kann [10, 55, 56, 104].
- Das Resilienz-Teleskop (absinkbares Teleskop nach *Spreng*): Die Resilienzteleskope stützten sich primär nicht auf den Restzähnen ab. Hier werden die okklusale auftretenden Kräfte zunächst von der Schleimhaut und dem Alveolarknochen aufgenommen. Erst nach Überwindung der Schleimhautresilienz erfolgt die Übertragung von Kräften auf die Restzähne. Konstruktiv wird dies durch einen okklusalen Spalt (0.3 mm) zwischen Innen- und Außenteleskop, welcher dem Resilienzweg der Schleimhaut entspricht, erreicht [63, 66].
- Die Konuskronen (*Körber*): Die Konuskronen stellen eine Abwandlung der Teleskopkronen dar. Ihr Innenteleskop (bzw. Kegelstumpf) weist eine Neigung der Außenfläche zur Mittelachse von ca. 6 Grad auf. Die Berührungsflächen von Innen- und Außenteleskop (bzw. Hohlkegel) treten nur im Augenblick der endgültigen Lage zueinander in Haftung. Die Retention ist daher nicht auf parallelwandige Flächen zurückzuführen, sondern beruht auf einer Klemmhaftung. Da sowohl der Konuswinkel als auch der Anpressdruck die Haftwirkung bestimmen, wird der Länge der klinischen Krone eine geringere Bedeutung beigemessen [84, 86].

### 2.1.3 Vorteile der Teleskopsysteme

Als Vorteil der Teleskopsysteme wird die vorwiegend axiale Belastung der Pfeilerzähne sowohl während der Funktion als auch beim Einsetzen und Herausnehmen der Arbeit genannt (Stütz- und Haltefunktion) [35, 126]. Diese Art der Beanspruchung der Zahnstützgewebe durch den teleskopierenden Zahnersatz stellt für den Zahnhalteapparat und Alveolarknochen einen günstigen funktionellen Reiz dar, welcher dem Knochenabbau in der Umgebung des Pfeilerzahnes entgegenwirkt (Zugbeanspruchung des Knochens durch desmodontalen Faserapparat) [10, 12, 55, 74, 124]. Weitere Vorteile sind das Gefühl des festen Sitzes für den Patienten [35, 120, 122], der Kariesschutz der Stützzähne (s.u. 2.4.6), die Möglichkeit der Verblockung [5] oder der Umverteilung von Kaukräften (Schubverteilerfunktion) [126], die integrierte Kippmeiderwirkung [126, 137], die Möglichkeit der Festigung gelockerter Zähne (s.u. 2.4.2), die unproblematischen späteren Erweiterungsmöglichkeiten [35, 72, 74, 87, 131] und nicht zuletzt die häufig wesentlichen ästhetischen Vorteile (keine sichtbaren Klammern) [120]. Hervorzuheben sind ferner die gute und einfache Pflege des Parodontiums [74, 87] und der Innenteleskope [57, 117], was gerade bei älteren Patienten, deren Visus und Feinmotorik eingeschränkt ist, als Vorteil angesehen wird. Zudem ist der später eventuell notwendige Übergang zur Totalprothese mit geringeren Anpassungsschwierigkeiten verbunden [45, 64, 123, 131].

### 2.1.4 Indikationen und Anwendungsmöglichkeiten

Charakteristisch für dieses Verankerungssystem ist seine nahezu universelle Anwendbarkeit [136]. Teleskopierende Kronen können als klammerlose Verbindungselemente bei rein parodontal und parodontal-gingival gelagerten Teilprothesen eingesetzt werden [94]. Indiziert ist die Teleskopprothese vor allem bei stark reduziertem Zahnbestand [69, 121], unsicherer Prognose einzelner Zähne im parodontal geschädigten Gebiß (vorhandener Knochenabbau, erhöhter Lockerungsgrad der Pfeilerzähne) [87, 137] und bei statisch ungünstiger Verteilung der verbliebenen Zähne [141]. Auch eignen sie sich zur Retention abnehmbarer Brücken [12]. Diese ist nach *Dölle* [38] besonders dann angebracht, wenn die Brückenpfeiler konvergieren, d.h., daß die Inkorporation einer festsitzenden Brücke in das Restgebiß erschwert ist. *Jüde* [72] sieht eine Indikation der abnehmbaren Brücke, wenn die Brückenglieder dem Alveolarfortsatz breitflächig aufliegen müssen und damit den hygienischen

Anforderungen an eine festsitzende Brücke nicht mehr entsprechen. Dies ist bei Alveolarfortsatzdefekten (z.B. Kieferspalten) und der prothetischen Korrektur einer Progenie, besonders der Pseudoprogenie der Fall. Ein weiteres Anwendungsgebiet bei der Behandlung von dysgnathen Bißarten ist die Beseitigung der definitiven Arthropathia deformans des Kiefergelenkes (chronische Gelenkleiden mit Abnutzung des Knorpels und des Knochens). *Dölle* [38] setzt bei betroffenen Patienten hier Teleskopkronen mit dem Ziel ein, eine kieferorthopädische Behandlung zu erreichen. Wegen der äußerst günstigen funktionellen Beanspruchung der Pfeilerzähne und der möglichen Zusammenfassung mehrerer Pfeiler zu Widerstandsblöcken, erweitert sich die Anwendbarkeit des Teleskopsystems auch auf Fälle, in denen nach größeren chirurgischen Eingriffen eine prothetische Versorgung notwendig ist (Obturator - und Resektionsprothesen) [35, 38]. Ein weiterer Indikationsbereich ergibt sich im Rahmen der Implantattechnik. Die Eigenschaft der einfachen späteren Erweiterungsfähigkeit von Teleskopprothesen ist im Falle des Vorhandenseins von als Pfeiler dienenden Implantaten als günstig anzusehen [137].

## **2.2 Funktionsprinzip der Doppelkrone – Physikalische Grundlagen**

Der Patient erwartet von seinem Zahnersatz, daß er leicht ein- und auszugliedern ist. Gleichzeitig muß die Prothese in der Endlage so gut haften, daß sie nicht durch Sprechbewegungen oder beim Essen abgehebelt werden kann. Damit diese Forderungen erfüllt werden können, müssen bestimmte physikalische Voraussetzungen vorliegen. Diese werden im Folgenden erläutert.

### **2.2.1 Passung**

Um eine Haftung zwischen Matrize und Patrize zu erhalten, müssen diese eine bestimmte Passung aufweisen.

Die *ISA-Normen* nach *Weikart* [139] bezeichnen Passung als Beziehung zwischen gefügten Teilen. Diese Beziehung ergibt sich dabei aus dem Maßunterschied zwischen den Teilen, bevor sie gefügt werden. Die Passung wird in drei Arten aufgeteilt. Die *Spielpassung*, bei welcher nach dem Fügen der Teile noch (Kleinst-) Spiel vorhanden ist. Die *Übergangspassung*, bei der vor dem Fügen der Teile je nach Größe der

Istmaße im Toleranzbereich Spiel oder Übermaß vorhanden ist und die *Presspassung*, bei welcher die Teile vor dem Fügen ein Übermaß haben, so daß nach dem Fügen eine Pressung besteht. Unter der Voraussetzung, daß die Kronenteile exakt und verkantungsfrei ineinander gefügt werden, handelt es sich bei parallelwandigen Teleskopkronen um Presspassungen. Läge eine Spielpassung vor, so käme keine Haftung zwischen Innen- und Außenteleskop zustande [6].

### 2.2.2 Rauhtiefe

Für das Auftreten von Friktion bei Teleskopkronen sind zudem Vielpunktkontakte - auch als diskrete Kontakte bezeichnet - Voraussetzung [50]. Sogenannte Rauhtiefen in den Metalloberflächen führen dazu, daß sich Innen- und Außenteleskop in Form dieser Vielpunktkontakte berühren. Die Rauhtiefe ist ein Maß für die Qualität von Oberflächen, welche die Abweichung der realen Oberfläche von der Idealen angibt. Nach *Kragelski* [88] haben die besten metallischen Oberflächen eine Rauhtiefe von 0,04 – 0,06 µm. Die Rauhtiefe von teleskopierenden Prothesenankern beträgt nach Untersuchungen von *Drummer* [40] für das Innenteleskop ~5 µm und das Außenteleskop ~ 15 µm.

### 2.2.3 Reibung (Friktion)

Innen- und Außenteleskop sind durch Reibung, auch als Friktion bezeichnet, miteinander verbunden. Unter dem Begriff der Reibung legte der Deutsche Normenausschuß (DNA) unter DIN 50281 [36] folgende Definitionen fest [88]:

Reibung ist ein mechanischer Widerstand (Verlust an mechanischer Energie), der eine Relationsbewegung einander berührender Körper hemmt (Bewegungsreibung) oder verhindert (Ruhreibung). Ruhreibung ist die Reibung zwischen relativ zueinander ruhenden Körpern, bei denen die angreifende Kraft nicht ausreicht, um eine Relationsbewegung hervorzurufen. Bewegungsreibung ist die Reibung zwischen relativ zueinander bewegten Körpern.

Der Wirkungsmechanismus der Reibung kann in sogenannte „äußere“ und „innere“ Reibung unterteilt werden. Vereinfacht ausgedrückt bezieht sich die äußere Reibung auf das Geschehen zwischen den Oberflächenschichten

zweier fester Körper, wobei die Kräftewirkungen immer senkrecht zur Oberfläche oder zur Bewegungsrichtung stehen [6]. Unter innerer Reibung werden laminäre Verschiebungen innerhalb weicherer Körper verstanden, wobei die Kräfte in Bewegungsrichtung wirken. Da die in der Teleskoptechnik verwendeten Werkstoffe von großer Festigkeit sind, kann die innere Reibung vernachlässigt werden [50].

Die Abzugskräfte (Haftkräfte) teleskopierender Kronen sind also eine Folge aus der Reibung zwischen den sich berührenden Flächen von Innen- und Außenteleskop. Die daraus resultierenden Reibkräfte sind nach *Becker* eine Summe dreier Teilkräfte [3]:

1. Kräfte zur Überwindung des Widerstandes in den Kontaktzonen als Folge von elastischen und plastischen Deformationen.
2. Kräfte zur Überwindung der Kaltschweißverbindungen (Frikionsverbindungen), die nach Beseitigung des Kontakts wieder verschwinden.
3. Kräfte zur Überwindung der Adhäsion.

Die Anwesenheit solcher Kaltschweißverbindungen unter der Bedingung der Reibung von festen Körpern wurde zum ersten mal von *Bowden* und *Tabor* [34] nachgewiesen. Die Reibung führt anfangs zur elastischen und bei Überschreiten einer kritischen Deformationsphase zur plastischen Verformung der aus dem Oberflächenniveau des Metalls herausragenden Unebenheiten. Folglich kommt es beim ständigen Auf- und Abschieben der Innen- und Außenteleskope zu einer Oberflächenveränderung des Metalls, welche sich zunächst als Längenglättung darstellt [3]. Später gerät ein Metall dann in den Zustand der sogenannten Kalthärtung, es wird spröde wodurch die Zerstörung der Oberfläche beginnt [6]. Der Widerstand, den die entstehenden Unebenheiten einer Gleitbewegung entgegensetzen, ist eine weitere Ursache für Reibung. Durch die elastische und plastische Verformung kommt es in der Gebrauchsperiode zum Verschleiß [50]. Die Friktion von Teleskopkronen stellt dabei einen individuellen Wert dar. Sie ist v.a. abhängig von der technischen Gestaltung der Krone, von der Anzahl der verwendeten teleskopierenden Anker, von der Länge und vom Umfang der Innenkrone und von der Geschicklichkeit des Patienten.

## 2.2.4 Verschleiß

Wie bereits unter 2.2.3 angedeutet, kommt es in der Gebrauchsperiode von Teleskopprothesen zum Verschleiß.

Definiert wird der Verschleiß nach der DIN Norm 50320 [37] als der fortschreitende Materialverlust aus der Oberfläche eines festen Körpers, hervorgerufen durch mechanische Ursachen, d. h. Kontakt und Relativbewegung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörpers [88].

Verschleiß zwischen Innen- und Außenteleskop beginnt folglich erst, wenn eine Relativbewegung zueinander vorhanden ist und somit eine Verletzung der Friktionsverbindungen die Folge ist [50]. Dies ist beim Einsetzen und Herausnehmen der Prothese der Fall. Die Metalloberflächen erleiden dabei aufgrund der Reibbeanspruchung eine Kalthärtung. Als Folge der wiederholten elastischen Deformationen tritt eine Ermüdung der Oberflächenschichten sowie eine Versprödung durch wiederholte plastische Deformationen ein [6].

Aufgrund des Verschleißes ist es für den Behandler folglich schwierig, die Friktion von Teleskopprothesen so einzustellen, daß die Teleskope während der (in der Regel mehrjährigen) Gebrauchsperiode weder zu hohe noch zu niedrige Haftkraftwerte aufweisen.

## 2.3 Klinische Aspekte - Prospektive und retrospektive Langzeitstudien

Es liegen zahlreiche klinische Nachuntersuchungen und Erfahrungsberichte über durch Doppelkronen befestigten Zahnersatz vor. Im Folgenden werden Erkenntnisse der zur Verfügung stehenden Longitudinalstudien, nach Konstruktionsart des Verbindungselementes unterteilt, dargestellt.

### 2.3.1 Langzeitstudien über durch *Parallelteleskope* verankerten Zahnersatz

*Riedel* [113, 114] kontrollierte 61 mit Teleskopprothesen versorgte Patienten nach Tragezeiten zwischen 1-6 Jahren (70% über 3 Jahre). Bei den Untersuchungen wurde vor allem Wert darauf gelegt, das Verhalten der parodontalen Stützgewebe der Pfeilerzähne zu beurteilen. Aus diesem Grunde wurden in verschiedenen Zeitabständen Röntgenkontrollaufnahmen angefertigt, die mit den Anfangsaufnahmen verglichen werden konnten. Bei 195 (77.9%) der insgesamt 248 Stütz Pfeiler konnten keine faßbaren Unterschiede zwischen Anfangs- und Kontrollaufnahme registriert werden. Bei 8 (3.2%) Stütz Pfeilern waren Anzeichen einer produktiven Gewebeneubildung zu erkennen, bei 23 (10.2%) eine Erweiterung des Parodontalspaltes. Bei den restlichen 22 (8.8%) waren Anzeichen einer progressiven parodontalen Schädigung mit starkem horizontalem und vertikalen Knochenabbau zu erkennen. Der Autor macht funktionelle Anpassungen als Folge einer zwischenzeitlichen Mehrbeanspruchung der Stützgewebe für die produktiven Gewebeneubildungen verantwortlich. Erweiterungen des Parodontalspaltes und progressiver Knochenabbau wurden bei den Stütz Pfeilern registriert, welche bereits vor ihrer Überkronung gelockert waren und die zusätzlich bereits eine Taschenbildung sowie vertikalen und horizontalen Knochenabbau aufwiesen.

In seiner Studie über den Einfluß verschiedener Konstruktionselemente auf den Erfolg und Mißerfolg partieller Prothesen beobachtete *E. Körber* [80], daß zwischen Teilprothesen mit Teleskopkronen, Stegen oder vermessenen Gußklammern keine signifikanten Unterschiede in der Erfolgsquote nachweisbar waren. Die Wahrscheinlichkeit, daß eine Prothese nach 4-jähriger Tragezeit noch funktionstüchtig ist, war bei zahnbegrenzten Lücken und rein parodontaler Abstützung sehr hoch (Erfolgsquote 88%), bei verkürzten Zahnreihen und parodontal gingival-gelagerter Abstützung gut, wenn eine sattelferne starre Lagerung auf einer ausreichend stabilisierten Auflageachse möglich war (Erfolgsquote 77%). Die geringsten Erfolgsaussichten wurden für auf wenigen Zähnen starr

gelagerte Prothesen mit schmaler parodontaler Auflageachse angegeben (Erfolgsquote 40%). Bei solchen Ausgangssituationen empfiehlt der Autor rein schleimhautgelagerte Prothesen, da diese eine höhere Erfolgsquote aufwiesen (75%).

Im Gegensatz hierzu kommt *Singer* [123] in seinem Erfahrungsbericht über Teleskopprothesen im stark reduzierten Restgebiß (1-4 Pfeilerzähne) zu der Schlußfolgerung, daß die prothetische Lösung durch Teleskopprothesen selbst bei Abstützung auf nur wenige verbliebene Pfeiler empfohlen werden kann. Hierbei wurden insgesamt 213 Teleskopprothesen in Abständen von sechs bis neun Monaten klinisch und röntgenologisch nachgeprüft. Von diesen mußten nur 24 nach Tragezeiten von 2-5 Jahren abgeändert werden. In sieben der Fälle handelte es sich um Ein-Teleskopprothesen, in keinem waren mehr als drei Pfeilerzähne vorhanden und in dreizehn Fällen dienten obere Frontzähne als Pfeiler.

*Jonen* [68] weist in seinem Erfahrungsbericht auf die besondere Bedeutung der Eckzähne als Stütz Pfeiler hin. In 29 der insgesamt 34 untersuchten reduzierten Restgebisse waren Eckzähne entweder als „letzte Zähne“ (6 im Ober-, 7 im Unterkiefer) oder zusammen mit wenigen Zähnen erhalten geblieben. Bei den 7 Einteleskopprothesen im Unterkiefer lag die Tragezeit zwischen 15 Monaten und zehn Jahren. Bei den übrigen auf zwei bis fünf Restzähnen abgestützten Prothesen zwischen 15 Monaten und acht Jahren. In allen klinisch und röntgenologisch untersuchten Fällen war die Funktionstüchtigkeit der Teleskopprothesen selbst nach langjähriger Tragedauer außerordentlich gut. Weniger positiv waren die Ergebnisse von an oberen Eckzähnen befestigten Einteleskopprothesen zu beurteilen. Bei Tragezeiten zwischen 36 Monaten und sechs Jahren (durchschnittliche Tragedauer dreieinhalb Jahre) zeigten 3 der 6 Eckzähne im Bereich des Zahnhalteapparates chronisch progressive Abbauerscheinungen. Hierfür macht *Jonen* die ausgeprägte Protrusionsstellung dieser Zähne verantwortlich.

*Frank* [44] untersuchte über 4 Jahre in regelmäßigen Abständen (4 Wochen nach Eingliederung, dann jährlich) ca. 200 Einzel- bzw. Doppelteleskopprothesen. Hierbei wurde nur ein einziger totaler Mißerfolg, bei welchem der Pfeilerzahn bereits nach einem halben Jahr extrahiert werden mußte, registriert. Als Ursache wurde ein einseitiger Frühkontakt auf der Pfeilerzahnseite (2 mm) diagnostiziert. Um Parafunktionen auszuschalten, empfiehlt *Frank* die Pfeilerzähne außer Gegenkontakt zu schleifen. Er konnte nämlich beobachten, daß bei Nichtbeachtung dieser Vorgabe selbst bei einer Totalprothese im Gegenkiefer erhebliche Fehlbelastungen des Pfeilerzahnes die Folge waren. Indem das Außenteleskop außer Kontakt geschliffen wurde, konnten einige Fälle unklarer Parodontalbeschwerden beseitigt werden.

*Reppel und Sauer* [112] verglichen die Bewährung „kombiniert festeingliederbar-herausnehmbaren Zahnersatzes“ (Klammern, Anker,

Stege, Teleskope) an 84 Patienten nach einer Tragezeit von 4 1/2 Jahren. Unterschiede konnten bei den retentiven Eigenschaften der Verbindungselemente festgestellt werden. Bei manueller Belastung der Sättel bewegten sich 16 von 27 Klammerprothesen, 7 von 19 über Anker befestigte Prothesen und nur eine von 11 Teleskopprothesen. Prothesen mit teleskopierenden Kronen mußten darum am seltensten als unterfütterungswürdig angesehen werden. Aus diesem Befund könnte laut Autor gefolgert werden, daß bei teleskopierend verbundenen Prothesen die Veränderungen des Prothesenlagers am geringsten sind.

*Sassen* [118] führte bei 60 Patienten mit Freundprothesen im Unterkiefer im Verlauf von zwei Jahren Kontrolluntersuchungen durch, um funktionelle Parameter und Okklusion von Teilprothesen in Abhängigkeit von der Art der Verbindungselemente zu untersuchen. Es stellte sich heraus, daß bei Verankerung mit Doppelkronen antagonistische Abstützung und Okklusion länger stabil blieben als bei der Anwendung von Gußklammern. So war bei klammerngestütztem Zahnersatz nur für kurze Zeit eine Stabilität der Okklusion bei einer Übereinstimmung von Interkuspitationsposition (IP) und gelenkbezoglicher Zentrallage (RKP) vorhanden. Nach 6 Monaten lagen bei 35% der Fälle bereits partielle Nonokklusionen vor, die auf über 50% bis zum Ende der Kontrollzeit (24 Monate) zunahm. Bei über Teleskopen verankerten Zahnersatz kam es zu einem deutlichen Anstieg der Fälle mit gesicherter Okklusion und vergleichsweise geringeren und im Zeitablauf später auftretenden Nonokklusionen (nach 6 Monaten ca. 5%, nach 24 Monaten 20% partielle Nonokklusionen).

*Rosbach* [117] untersuchte die Veränderungen am marginalen Parodontium von mit Teleskopkronen versehenen Zähnen in Beziehung zur Belastung der Pfeilerzähne durch die auf die Prothesenbasis einwirkenden Kräfte. Eine Retraktion der marginalen Gingiva bis zu 5 mm wiesen 69% der Pfeilerzähne bei Einzelteleskopprothesen und 60% der Pfeilerzähne bei über zwei Teleskope befestigten Prothesen auf. Bei 20% der Pfeilerzähne der Einteleskopprothesen sowie bei 15% der Pfeilerzähne der Doppelteleskopprothesen konnten Taschentiefen über 2 mm gemessen werden. Lediglich 11% der Pfeilerzähne der Einteleskopprothesen und 24% der Pfeilerzähne der Doppelteleskopprothesen zeigten keine Veränderungen im Sinne einer Retraktion der Gingiva oder einer Taschenbildung. Als mögliche Ursache für die Veränderungen gibt *Rosbach* eine vertikale Lageveränderung aufgrund der Schleimhautresilienz an. Die auf dem Kieferkamm festgestellte Resilienz von durchschnittlich 0.3 mm wird durch die Eigenbeweglichkeit der Pfeilerzähne bei einer starren Verbindung von Prothesensattel und Restbezaahnung aufgefangen. Darüber hinaus muß zusätzlich mit einer Atrophie des Alveolarknochens unter der Prothesenbasis gerechnet werden. Aufgrund der Basisverlagerung über die physiologische Belastbarkeit der

Pfeilerzähne führt diese funktionelle Belastungsdifferenz als okklusales Trauma zu Strukturveränderungen mit der möglichen Folge von Entzündungen, Retraktionen, Taschenbildung und Erweiterung des Desmodontalspaltes. Bei regelmäßiger Nachkontrolle mit Beseitigung der entstandenen Fehlerquellen kann die Teleskopprothese jedoch über Jahre funktionstüchtig bleiben und stellt daher laut *Rosbach* eine geeignete Verankerungsform im stark reduzierten Restgebiß dar. Im Gegensatz zu *Rosbach* berichtet *Schreiber* [120], daß die Einsinkbewegung einer Teleskopprothese so langsam vor sich geht, daß sie durch Umbauvorgänge am Zahnhalteapparat des Pfeilerzahnes ausgeglichen wird. Aus seiner Klinik ist ihm „nur ein einziger Fall bekannt, bei welchem eine Teleskopprothese nachträglich unterfüttert werden mußte.“

Von 60 mit Teleskopprothesen versorgten Patienten konnten 16 von *Staegemann* [124] über einen Beobachtungszeitraum von 3-5 Jahren laufenden Kontrollen unterzogen werden. Es ging in dieser Zeit kein Primäranker verloren, bei 12 Patienten waren die röntgenologischen Knochenbefunde und die klinisch gemessenen Lockerungsgrade der Pfeilerzähne verglichen mit den Ausgangsbefunden unverändert. In den übrigen 4 Fällen kam es zu einem Knochenabbau und erhöhten Lockerungsgraden, trotzdem waren die Pfeilerzähne klinisch unauffällig und funktionstüchtig. Aufgrund dieser Ergebnisse hat das Teleskopsystem für *Staegemann* die klinische Bewährung bestanden und ist gegenüber den klammerbefestigten und schleimhautgelagerten Prothesen überlegen, wenn man die von *Weißkopf* [140] gefundenen Durchschnittswerte einer nur 2-4-jährigen Funktionsfähigkeit mit seinen Langzeitbeobachtungen an Teleskopprothesen in Vergleich setzt.

*Vosbeck* [137] untersuchte 89 Patienten mit 111 Teleskopprothesen (durchschnittliche Tragezeit 3 Jahre und 10 Monate) nach. Er kam hierbei zu dem Ergebnis, daß die Lockerung teleskopierender Pfeiler langfristig signifikant geringer war als die der Zähne des Restgebisses. Dies führt *Vosbeck* auf die kariesprophylaktische Wirkung der Überkronung und die parodontalprophylaktische Wirkung der Verblockung zurück. Aufgrund dieser Eigenschaften ist für ihn auch die Tatsache zu erklären, daß im Zeitraum zwischen Eingliederung und Nachuntersuchung im Schnitt nur einer von 10 verlorengegangenen Zähnen mit Teleskopkronen versehen war. Unabhängig von der Trageweise des Zahnersatzes befanden rund 70% der befragten Patienten die Friktion subjektiv als „gut“ bis „sehr gut“. Die Materialien der Teleskopkronen (hochgoldhaltig, NEM, goldreduziert) hatten keinen Einfluß auf die Friktion.

In einer von *Stark* [126] durchgeführten Langzeituntersuchung wurden ausschlaggebende Einflußgrößen für die Bewährung von Teleskoparbeiten eruiert. Eine Einflußgröße war das *Geschlecht* des Patienten. Auf den Teleskopprothesen der weiblichen Stichprobe wurden deutlich weniger Beläge gefunden. Zudem waren die Pfeilerzähne dieser Gruppe während

des gesamten Beobachtungszeitraumes lockerer als die der Männer. Bezüglich der *Basisgestaltung der Prothese* wurde festgestellt, daß in der Gruppe der teleskopierenden Deckprothesen der Sulkus- Blutungs- Index, der Periotestwert, der Teleskop- Plaque- Index und der Sekundärkronen- Plaque- Index gegenüber der Gruppe der partiellen Teleskopprothesen signifikant erhöht waren. Hinsichtlich der Plaqueanlagerung konnte ein Einfluß der *Lokalisation* gezeigt werden. Auf den Sekundärkonstruktionen der Unterkiefer- Teleskopprothesen hafteten deutlich mehr Beläge als auf den Oberkiefer- Teleskopprothesen. Bezüglich der *Pfeileranzahl* ließ sich feststellen, daß die Mundhygiene bei den Patienten schlechter war, die nur bis zu 3 Pfeilerzähne hatten, worauf die pfeilerspezifischen Hygienegrößen (Teleskop- Plaque- Index, Sekundärkronen- Plaque- Index) und der Entzündungsgrad der Gingiva hinwiesen. Im Umfeld von Primär- Teleskopkronen mit suboptimaler *Kronenrandqualität* (klinisch sondierbare überstehende Kronenränder) war der Sulkus- Blutungs- Index signifikant höher als an den Pfeilerzähnen mit klinisch unauffälligen Kronenrandverhältnissen.

### 2.3.2 Langzeitstudien über durch *Resilienzteleskope* verankerten Zahnersatz

*Hofmann* und *Ludwig* [66] untersuchten 78 Resilienzteleskopprothesen mit insgesamt 163 Pfeilern nach Tragezeiten zwischen 2 und 8 Jahren. Bezüglich der Veränderungen der Lockerungsgrade fiel auf, daß es in den ersten 3 Jahren nach Eingliederung zu einer Verfestigung, mit zunehmender Tragedauer dann allerdings zu einer fortschreitenden Zunahme der Zahnbeweglichkeit kam. Vergleichbare Tendenzen ließen sich bei den Veränderungen der Sondierungstiefen beobachten. Die Erkenntnis, daß es zunächst zu einer parodontalen Gesundung kommt, welche dann jedoch wieder rückläufig werden kann, lassen für *Hofmann* und *Ludwig* [66] den Schluß zu, daß die Ursache in dem Verlust des Resilienzspaltes zwischen Innen- und Außenteleskop mit der Folge von Abbauerscheinungen am Prothesenlager zu suchen ist. Aus diesem Grunde wird eine jährliche Nachuntersuchung und gegebenenfalls eine Wiederherstellung des Resilienzspaltes durch eine Unterfütterung empfohlen [66]. Insgesamt nur 4 Pfeilerzähne mußten im Beobachtungszeitraum extrahiert werden, drei davon zeigten allerdings schon im Ausgangsbefund eine ausgesprochene Insuffizienz. Insgesamt wurde festgestellt, daß die Zielsetzung der Konstruktion, die Funktionstüchtigkeit einer Totalprothese zu erhöhen und die Inkorporation dem Patienten zu erleichtern, voll erfüllt wird. Die Ergebnisse stellten eine Bestätigung der guten Erfahrungen dar, welche von *Hofmann* [63-65] bereits veröffentlicht wurden. Auch seine Schüler berichten in weiteren

Langzeituntersuchungen von der vorteilhaften Anwendung von über Resilienzteleskopen verankerten Prothesen [42, 45, 67, 142].

*Laetzsch* [89] beschreibt eine modifizierte Form der Resilienzteleskope. Ihre Besonderheit liegt in der okklusalen Anchrägung der Teleskope. Dazu schrägt er bei der Präparation die Pfeilerzähne im Unterkiefer auf der vestibulären und im Oberkiefer auf der palatinalen Seite etwa von der Mitte der Okklusalfläche bis annähernd auf halbe Höhe des Zahnes ab. Dies soll Vorteile in ästhetischer und funktioneller Hinsicht bringen, da sie gefälliger aussehen (keine klobige Kronenform), der Prothese größeren Halt geben und infolge ihrer Abrasionsform im Kaugeschehen nicht störend wirken. Er kontrollierte in halbjährlichen Abständen 50 Patienten, von denen 30 länger als 3 Jahre mit solchen Resilienzteleskopen versorgt waren. Zwei Patienten, die diesen Nachkontrollen anfänglich fern blieben, mußten 2 Jahre nach Eingliederung die Pfeilerzähne extrahiert werden, wobei diese schon zum Eingliederungszeitpunkt sichtbar gelockert waren. Bei einem Drittel der Fälle hatte sich die Festigkeit der Pfeilerzähne „unwesentlich verschlechtert“, Verfestigungen der Zähne wurden nicht beobachtet. Mögliche Gründe für die Veränderungen sind Einlagerungen der Prothese mit der Folge einer größeren Belastung für die Pfeilerzähne, weshalb *Laetzsch* auf die Bedeutung regelmäßiger Kontrollen und eventueller Unterfütterungen zur Sicherung des Behandlungserfolges hinweist.

Langzeituntersuchungen durch *E. Körber* [81] ergaben, daß bei wenigen Restzähnen, die nicht mehr miteinander in einer günstigen Auflageachse verbunden werden können, die Resilienzteleskopprothese die Versorgung mit der höchsten Erfolgsaussicht war. Während rein schleimhautgelagerte Prothesen eine Erfolgserwartung von 4 Jahren hatten, betrug diese bei den Resilienzteleskopprothesen, als Deckprothese (Cover Denture) ausgeführt, 9 Jahre. Als Erfolgsgrund gibt *E. Körber* die Verblockung der Restbezahnung und die bewegliche Lagerung der Prothese an.

### 2.3.3 Langzeitstudien über durch *Konuskronen* verankerten Zahnersatz

Seit 1958 wandte *K.H. Körber* [84] die von ihm entwickelte Konuskrone zur Befestigung von Prothesen im reduzierten Lückengebiss an. Daraus ergab sich eine Gesamtzahl der von *K.H. Körber* versorgten und nachuntersuchten Patienten von 270 bei insgesamt 360 im Ober- und Unterkiefer eingegliederten Prothesen, welche zusammen 1200 Konus-Doppelkronen enthielten. Nach der systematischen Anwendung wird die klinische Bewährung festgestellt, ohne allerdings dem Leser nähere Angaben über Untersuchungsergebnisse zu geben. Insgesamt 28 einseitig gelagerte Freidendprothesen mit Konuskronen wurden von *Lentz* und *Gernet* [92] nach einer Tragezeit von einem bis zu 12 Jahren untersucht. In 23

Fällen waren Schäden am Alveolarkamm und Parodontium nicht feststellbar, lediglich 5 Versorgungen mußten als Mißerfolg gewertet werden, davon waren 4 nur auf einem Pfeiler abgestützt. Daher sind auf einem Pfeiler abgestützte Freidendkonstruktionen nach Auffassung von *Lentz* und *Gernet* nur dann anzuwenden, wenn der Patient umfangreichere Behandlungsmaßnahmen ablehnt (z.B. Einbeziehung eines weiteren Pfeilerzahnes). Voraussetzung ist die absolute parodontale Integrität des Pfeilers und eine Kammform, die eine gute Seitenführung des Prothesensattels gewährleistet.

*Gernet und Mitarbeiter* [51] führten eine Nachuntersuchung an 312 Teilprothesen mit Konuskronen nach *K.H. Körber* durch. Mit 238 Prothesen waren über die Hälfte der von *Gernet* u.a. erfaßten Konstruktionen länger als 5 Jahre im Mund des Patienten. Somit ist nach Auffassung der Autoren der im Vergleich zur Modellgußprothese höhere technische und klinische Aufwand einer Teilprothese mit Konuskronen gerechtfertigt. Bestätigt wird diese Annahme durch eine Studie durch *Körber E. et al.* [83], der in seinen Untersuchungen nach 5 Jahren eine rapide Abnahme funktionstüchtiger Modellgußprothesen verzeichnete. *Gernet und Mitarbeiter* [51] zeigten außerdem, daß Konuskronen in parodontaler Hinsicht eine Strukturhaltung bzw. -verbesserung des Restgebisses ermöglichten. Die Beweglichkeit der Pfeilerzähne war in 76%, der Knochenabbau in 78% und der Gingiva Index nach *Löe und Silness* [93] in 69% der Fälle geringer als bei den Restzahnbeständen. Gründe hierfür sieht der Autor in der sekundären Verblockung, die sich seiner Meinung nach positiv auf den parodontalen Zustand der Pfeilerzähne auswirkt und bestätigt damit die Angaben von *Fuchs* [47], *Böttger* [12] sowie *K. H. Körber* [86].

*Heners und Walther* [58] untersuchten das Behandlungsrisiko des Konuskronensystems anhand der beobachteten Extraktionsraten. Von insgesamt 1798 Pfeilerzähnen (bis zu 9 Jahren in situ) mußten 71 (3.9%) extrahiert werden. Die Untersuchungen zeigten, daß es prinzipiell keine Zähne gibt, die nicht zur Aufnahme von Konuskronen geeignet wären. Der Zeitraum zwischen Eingliederung der Konstruktion und Extraktion eines Pfeilerzahnes schwankt zwischen 1 Monat und 102 Monaten, wobei keine Logik für den Extraktionszeitpunkt festgestellt werden konnte. Um festzustellen, ob es zur Extraktion disponierte Pfeilerzähne gibt, wurden die extrahierten Pfeilerzähne entsprechend ihrer Zahngruppe (11, 12, 13 u.s.w.) geordnet. Die Extraktionsraten der verschiedenen Zähne gruppierten sich um den selben Mittelwert. Nach Auffassung der Autoren müsse daher die klassische These, wonach man zwischen prothetisch hoch- und minderwertigen Zähnen unterscheidet, diskutiert werden. Weitere Langzeitstudien dieser beiden Autoren führten wiederholt zu dem Ergebnis der klinischen Bewährung von mit Konuskronen verankertem Zahnersatz [59, 60].

*Ericson* und Mitarbeiter [41] berichten über klinische Resultate bei 25 Patienten, die mit Konuskronen-getragenen Restaurationen versorgt wurden. Der dabei durchgeführte Retentionstest (manuelles Abziehen der Suprakonstruktion in einer „axialen“ Richtung, Einteilung in 4 Grade nach Höhe der Friktion) zwischen der ersten Nachuntersuchung (nach durchschnittlich 20 Monaten) und der zweiten Nachuntersuchung (nach durchschnittlich 35 Monaten) zeigte nur eine geringe Verschlechterung der Friktion. Jedoch war bei der zweiten Nachuntersuchung die Retention bei 88% der Restaurationen immer noch „stark“ oder „extrem stark“. Bei der ersten Nachuntersuchung konnte bei 4 Restaurationen die Suprakonstruktion nur mit Hilfe eines Kronenabnehmers entfernt werden. Zwischen der Anzahl an Pfeilerzähnen und der Retention der Suprakonstruktion konnte der Autor keine Korrelation finden.

Untersuchungen zur Inkorporation von Konuskronen-Zahnersatz im Vergleich mit Brücken und Vollprothesen durch *Johnke* [70] ergaben, daß diesbezüglich Konuskronen ein dem Brückenersatz ähnliches Verhalten zeigten, wobei die Eingewöhnungszeit mit erhöhtem Alter der Patienten länger wurde. Die Kauleistung und Akzeptanz von über Konuskronen getragenen Zahnersatz lag ebenso im Bereich von festeingegliedertem Brückenersatz.

## 2.4 Veränderungen spezieller Parameter im Rahmen der Versorgung mit Doppelkronen

### 2.4.1 Röntgenologische Veränderungen

Über die Auswirkungen von über Doppelkronen verankertem Zahnersatz auf den Kieferknochen werden in der Literatur unterschiedliche Angaben gemacht.

*Häupl* berichtet 1958 [55] über röntgenologische Veränderungen bei einem mit einer Teleskoparbeit versorgten Patienten nach einer Tragezeit von 4 Jahren. Er beobachtete eine Verengung der Parodontalräume sowie örtlich vertikalen Knochenanbau und führt dies auf die funktionelle Inanspruchnahme durch den Zahnersatz zurück.

*Gernet* und Mitarbeiter [51] verglichen die Mittelwerte des Knochenabbaus von Pfeilerzähnen und nichtüberkronten Restzähnen nach einer Tragezeit von mehreren Jahren (von 312 Prothesen waren 64% länger als 5 Jahre in situ). Der Knochenabbau war an den Pfeilerzähnen in fast 78% der Fälle geringer als am Restzahnbestand. Sie machten die sekundäre Verblockung für die positiven Auswirkungen auf den parodontalen Zustand verantwortlich.

*Jonen* [71] führte röntgenologische Nachuntersuchungen über die Auswirkungen des teleskopierenden Zahnersatzes am stark reduzierten Lückengebiss durch. Die Tragedauer der Prothesen lag zwischen einem und 15 Jahren (durchschnittlich ca. vier Jahre). Bei 32 Stützzähnen konnten röntgenologische Anzeichen einer produktiven Gewebsneubildung festgestellt werden, bei 29 Zähnen zeigten sich dagegen keine faßbaren Veränderungen im Vergleich zum röntgenologischen Ausgangsbefund. *Jonen* schließt daraus, daß die auf das parodontale Gewebe einwirkenden Muskelreize je nach vorliegender Reaktionslage beantwortet werden. In den Fällen ohne sichtbare Auswirkungen auf die veränderte Beanspruchung könnte es sich laut *Jonen* um unterschwellige Reize gehandelt haben.

*Riedel* [113] untersuchte 248 mit Teleskopkronen versorgte Pfeilerzähne nach Tragezeiten zwischen 1- 6 Jahren (70% über 3 Jahre) röntgenologisch nach. Im Gegensatz zu *Jonen* konnte *Riedel* nur in 3,2% der Fälle eine Gewebsneubildung feststellen. Bei 195 (78 %) Pfeilerzähnen waren keine Veränderungen zu beobachten, bei 23 (10%) kam es zu einer Vergrößerung des Parodontalspaltes und bei 22 (9%) Pfeilern kam es zu einem Knochenabbau. Vergleichbare Ergebnisse wie *Riedel* erhielt auch *Staegemann* [124]. Nach Tragezeiten zwischen 3–5 Jahren waren bei 75% der Pfeiler keine röntgenologischen Veränderungen zu erkennen, während bei 25% ein Knochenabbau zu beobachten war.

*Rosbach* [117] konnte dagegen bei 90 nachuntersuchten Pfeilerzähnen in keinem einzigen Fall eine Knochenapposition beobachten. In 31 Fällen

kam es zum Knochenabbau, in 22 Fällen waren keine Änderungen zu registrieren und in 37 Fällen kam es lediglich zu einer Knochenverdichtung.

Der von *Stark* [126] durchgeführte Vergleich der röntgenologischen Ausgangs- und Endbefunde (4 Jahre Tragezeit) bei 60 mit Teleskopprothesen versorgten Patienten erbrachte in fast 50% der Fälle deutliche Hinweise auf eine Reduktion des alveolären Knochens. Dieser trat in den verschiedenen gebildeten Gruppen (Alter, Geschlecht, Pfeilerlokalisierung und -anzahl, Gegenbezahnung, Kronenrandqualität) statistisch zufällig auf.

#### 2.4.2 Einfluß einer Doppelkronenversorgung auf den Lockerungsgrad der Pfeilerzähne

In der Literatur werden, was den Einfluß einer Doppelkronenversorgung auf den Lockerungsgrad der Pfeilerzähne betrifft, unterschiedliche Angaben gemacht. Während ein Teil der Untersuchenden keine Veränderungen feststellen konnte, berichten andere von verringerten oder erhöhten Lockerungsgraden an Pfeilerzähnen.

*Renggli* und *Schweizer* [110] maßen bei 15 Patienten mit einem Periodontometer die Zahnbeweglichkeit unmittelbar, ein und zwölf Monate nach Eingliederung abnehmbarer teleskopierender Brücken. Sowohl an den Pfeilerzähnen als auch an den nicht überkronten Kontrollzähnen konnte zu keinem Kontrolltermin eine Veränderung der Zahnbeweglichkeit festgestellt werden. Eine weitere Untersuchung von *Renggli et al.* [111] zeigte, daß eine Zahnschienung mittels teleskopierender Brücken zu keiner biologischen Festigung der Pfeilerzähne führte. Auch *Lenz* und *Gernet* [92], *Reither* [107], *Meyer* [96] und *Rateitschak* [101] stellten in Ihren Untersuchungen ebenfalls keine oder nur sehr selten eine Veränderung der Zahnbeweglichkeit fest.

*Feldmeier* [42] untersuchte die horizontale Zahnbeweglichkeit vor und nach Inkorporation von Resilienzteleskopprothesen und stellte fest, daß sich der größte Teil bereits gelockerter Zähne nach Eingliederung einer Resilienzteleskopprothese aufgrund der physiologischen Belastung innerhalb von 2 Monaten verfestigte.

Über die Möglichkeit einer Festigung der Pfeilerzähne berichten zahlreiche weitere Autoren [10, 11, 12, 39, 45, 55, 63, 78, 85, 89, 117, 123, 135, 137]. *Stark* [126] konnte in seinen Untersuchungen zunächst eine gewisse Reduktion der (manuell gemessenen) Zahnlockerung nach Versorgung mit teleskopierenden Teilprothesen messen. Die Pfeilerzähne wurden jedoch mit fortschreitender Tragedauer (4 Jahre) wieder geringfügig lockerer. Eine Begründung für die Beobachtungen konnte nicht gegeben werden.

Andere Autoren wiederum berichten über eine Erhöhung der Pfeilerbeweglichkeit aufgrund von Fehl- und Überbelastungen, Knochenabbau und/oder verminderter Retention des Zahnersatzes [41, 51, 67, 71, 81, 105, 124].

#### 2.4.3 Bedeutung der Pfeileranzahl und Verteilung für Erfolg bzw. Mißerfolg

Einige Autoren gingen in Ihren Untersuchungen der Frage nach, ob und wenn ja, welche Bedeutung die Pfeileranzahl/-verteilung bei Doppelkronenprothesen für den Erfolg bzw. Mißerfolg haben.

Die Anzahl und räumliche Verteilung der Pfeilerzähne sind seit den Modelluntersuchungen von *Kantorowicz* [76, 77] entscheidende Parameter, nach denen Planung und Prognose der prothetischen Planung erfolgen. Die Interpretation des Modells kann folgendermaßen zusammengefaßt werden: Die Eingliederung eines herausnehmbaren Zahnersatzes führt dann zur Traumatisierung der tragenden Pfeilerzähne, wenn nicht durch geeignete Halteelemente und geeignetes Gerüstdesign der Amplitudenunterschied zwischen Zahnbeweglichkeit und Resilienz der Mundschleimhaut ausgeglichen wird.

*Heners* und *Walther* [59] untersuchten in Ihrer Langzeitstudie den Erfolg von herausnehmbarem, starr abgestützten Zahnersatzkonstruktionen bei unterschiedlicher Verteilung der Pfeilerzähne. Statisch ungünstige Pfeilerverteilungen wurden mit unproblematischen verglichen. Ihre Ergebnisse weisen aus, daß die räumliche Verteilung der Pfeilerzähne eine klinisch nicht meßbare Bedeutung für die Prognosestellung hatte. Die Ergebnisse gaben den Autoren Anlaß, das von *Kantorowicz* aufgestellte Modell der Statik des herausnehmbaren Zahnersatzes für die klinische Entscheidung - um die Indikation und Kontraindikation für herausnehmbaren, starr abgestützten Zahnersatz zu definieren - in Frage zu stellen.

Im Gegensatz zu den Beobachtungen von *Heners* und *Walther* hatte die Pfeilerverteilung bei den Untersuchungen von *Förster* [43] einen Einfluß auf die Langzeitprognose für Teleskopprothesen. So erwies sich eine unilateral anterior-posteriore Lokalisation als ungünstig, da bei frontaler Belastung der Prothese der vordere Pfeiler als Hypomochlion wirkte und somit die Gefahr einer „Selbstextraktion“ bestand. Als günstigste Verteilung erwies sich eine diagonale oder posterior-symetrische Stellung. Die Begründung sieht *Förster* in der relativ gleichmäßigen Belastungsverteilung.

In einer zweiten Untersuchung (2094 Pfeilerzähne, Erhebungszeitpunkt 2-7 Jahre nach Eingliederung) verglichen *Heners* und *Walther* [60] den Einfluß der Anzahl an Pfeilerzähnen bei über Konuskronen verankertem Zahnersatz auf deren Überlebenswahrscheinlichkeit. Die Überlebensrate von Pfeilerzähnen im reduzierten Restgebiß (1-3 Zähne) war ungünstiger und wich signifikant von der im stärker bezahnten Restgebiß (>3 Zähne) ab. Das erhöhte Risiko wird in der Mehrzahl der Fälle mit dem ungünstigen Ausgangsbefund zu begründen sein.

*Stark* [126] konnte diese Ergebnisse nicht nachvollziehen, da die mit maximal 3 Pfeilerzähnen befestigten Prothesen in seinen Untersuchungen während einer Beobachtungszeit von 4 Jahren funktionell nicht überbelastet waren. Die Periotestwerte - als Gradmesser für die Zahnlockerung - waren gegenüber der Gruppe mit mehr als 3 Ankerzähnen nicht erhöht.

*Vosbeck* [137] berichtet von guten Erfahrungen mit Einteleskopprothesen. Bis auf einen einzigen Fall fanden sich bei den fünf Einteleskopprothesenträgern mit bis zu 8 Jahren Tragedauer keine pathologischen Befunde der Pfeilerzähne. Nach *Hofmann* [65] sollten, wenn es sich um Resilienzteleskope handelt, grundsätzlich nicht mehr als drei Pfeiler in die Konstruktion einbezogen werden, um den Charakter einer rein gingival gelagerten Prothese zu wahren.

#### 2.4.4 Veränderungen der Sondierungstiefe

*Stark* [126] beobachtete in seiner Langzeituntersuchung über 4 Jahre an 68 Patienten einen Anstieg der mittleren Sondierungstiefe von 12%, wobei keine signifikanten Unterschiede zwischen partiellen Teleskopprothesen und teleskopierenden Deckprothesen, der Art der Gegenbezahnung, der Lokalisation der Prothese (OK/UK), der Pfeileranzahl, der jüngeren und älteren Patientengruppe oder des Geschlechts zu registrieren war.

*Rosbach* [117] stellte bei seinen Nachuntersuchungen fest, daß nach mehrjähriger Tragezeit von Teleskopprothesen nur 11% der Pfeiler bei Einteleskopprothesen und nur 24% der Pfeiler bei Doppelteleskopprothesen keine Erhöhung der Sondierungstiefen aufwiesen. Als Ursache für die Taschenbildungen werden die schlechte Mundhygiene der Patienten und die teilweise vorhandenen okklusalen Traumata, welche zu Strukturveränderungen im gesamten Zahnhalteapparat der Pfeilerzähne führten, als maßgeblich angesehen.

Eine Abflachung der Zahnfleischtaschen innerhalb der ersten zwei Jahre nach Eingliederung konnten *Hofmann* und *Ludwig* [66] in fast 50% der untersuchten Fälle beobachten, wobei Sie hierfür keine Erklärung hatten. Mit zunehmender Tragezeit nahm bei Ihrem Patientengut die Tendenz zur Vertiefung der Zahnfleischtaschen wieder zu.

*Hoffmann* [67] registrierte bei Ihren Nachuntersuchungen (200 Pfeilerzähne, zwischen einem und elf Jahren in situ), daß sich zu 75% die Zahnfleischtaschen entweder verflacht oder nicht geändert hatten, ohne daß eine Parodontalbehandlung durchgeführt wurde. Begründungen für dieses Phänomen konnten nicht gegeben werden. Erstaunlich war auch, daß bei Patienten, die sich gesund fühlten, die Zunahme der Taschen um 19% höher war als bei den Patienten, die ein organisches Leiden angaben oder sich subjektiv krank fühlten. Obwohl dieses Ergebnis statistisch signifikant war, konnte auch hierfür keine Erklärung gegeben werden.

*Vosbeck* [137] verglich in seinen Nachuntersuchungen die durchschnittliche Taschentiefe an Pfeilerzähnen mit denen am Restgebiß und konnte dabei keine signifikanten Unterschiede feststellen. Als Grund für dieses Ergebnis vermutet *Vosbeck* eine bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bereits stattgefundenene Gingivaretraktion.

*Ketterl* [79] verglich die Ergebnisse (Kriterium Taschentiefe) einer systematischen PA-Behandlung an Lückengebissen bei unterschiedlicher prothetischer Versorgung. Die größten Erfolge stellte er in der Gruppe der parodontal abgestützten Prothesen (u.a. Teleskopkronen) fest. Bei 19 Patienten konnten die Taschentiefen auf Dauer verringert werden. In zwei Fällen waren sie unverändert, in einem Fall vergrößert. Bei den drei letztgenannten Patienten waren Kompromisse dergestalt eingegangen worden, daß auf die Entfernung nicht mehr erhaltungswürdiger Zähne verzichtet wurde.

*Katay* und *Kerschbaum* [78] untersuchten den Einfluß unterschiedlicher Abstände zwischen den Recallsitzungen u.a. auf die Veränderung der Taschentiefen. Sie stellten eine deutliche Taschentiefenreduktion fest, wenn die Recall Sitzungen von 6 auf 3 Monate gesenkt werden und gleichzeitig eine Kürettage ab 4 mm Taschentiefe durchgeführt wird.

#### 2.4.5 Veränderungen im Bereich des marginalen Parodontiums

*Reppel* und *Sauer* [112] verglichen den Papillen-Blutungs-Index (PBI) nach *Saxer* und *Mühlemann* [119] bei verschiedenen Verbindungselementen (Teleskope, Klammern, Anker, Stege). Der PBI zeigte bei den Pfeilerzähnen der Teleskopkronen die günstigsten Werte (PBI 1.1), gefolgt von Ankerpfeilern (PBI 1.3), Klammerpfeilern (PBI 1.4) und Stegpfeilern (PBI 1.5), wobei diese Aussage statistisch nicht gesichert war.

Nach Tragezeiten zwischen 2 und 11 Jahren stellte *Meyer* [96] Parodontalerkrankungen an 70% der mit Teleskopkronen versorgten Pfeilerzähne fest. Eine deutliche statistisch gesicherte Abhängigkeit bestand zwischen Mundpflege und Parodontalzustand. Nur 1/3 der Patienten betrieben gute Mundpflege, der Rest putzte Restzahnbestand und

Prothese nur mäßig oder schlecht. Über einen Zusammenhang zwischen Mundhygienefrequenz und -qualität und dem Zustand des marginalen Parodontiums berichten auch *Vosbeck* [137] und *Hoffmann* [67].

*Gernet* und Mitarbeiter [51] verglichen die Mittelwerte des Gingivaindex nach *Löe* und *Silness* von mit Doppelkronen versorgten Zähnen mit denen der nicht überkronten Restzähne und stellten fest, daß die Werte der Pfeilerzähne einen besseren Parodontalzustand aufwiesen. Der Mittelwert des Gingivaindex war bei 68,5% der Pfeilerzähne im Vergleich zum Restzahnbestand geringer. Als Ursache wird der günstige Einfluß der sekundären Verblockung auf das Parodontium angenommen.

*Franscini* [45] untersuchte an 114 Resilienzteleskopprothesen nach Tragezeiten bis zu 13 Jahren den Entzündungsgrad des Gingivalsaumes. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt waren 36% der Gingivasäume entzündet (davon 22% Grad 1, 61% Grad 2, 17% Grad 3 nach *Löe*-Index [93]). Aus parodontaler Sicht ungünstig erwiesen sich Prothesen, welche den vestibulären Saum mit ihrer Basis bedeckten und sollten vermieden werden, da hier in 100% der Fälle der Gingivasaum entzündet war. Die verstärkt aufgetretenen Entzündungen trotz korrekter Basisgestaltung sind laut *Franscini* nicht konstruktionstypisch, da sie auch bei anderen prothetischen Versorgungen beobachtet wurden, sondern auf die mangelnde Mundhygiene der Patienten zurückzuführen.

*Ericson* [41] konnte den Entzündungsgrad der Pfeilerzähne bei den 23 Patienten, die mit Konuskronen-getragenen Restaurationen versorgt waren, reduzieren, indem er sie in der ersten Nachuntersuchung (durchschnittlich 20 Monate in situ) remotivierte und gleichzeitig eine Kürettage durchführte. So sank der Blutungsindex, welcher in der ersten Nachuntersuchung im Mittel 40,7% betrug, auf 22,9% in der zweiten Nachuntersuchung (durchschnittlich 35 Monate in situ).

#### 2.4.6 Einfluß auf das Kariesrisiko

*Henrich* und *Kerschbaum* [62] untersuchten das Kariesrisiko bei unterschiedlichen Halte- und Stützelementkonstruktionen nach längerem, unüberwachtem Gebrauch. Die Kariesfrequenz der nichtüberkronten Halte- und Stützzähne (je nach Konstruktion des Halteelements zwischen 42,2% und 50,7%) war seit der Eingliederung im Vergleich mit entsprechenden Kontrollzähnen (29%) deutlich erhöht. In der Gruppe der mit Konus-, Teleskop- oder Geschiebekronen versorgten Pfeilerzähne waren hingegen nur 1,7% kariöse Läsionen nachzuweisen. Über positive Einflüsse des Teleskopsystems hinsichtlich einer kariesprophylaktischen Wirkungsweise auf das Kausystem berichten auch zahlreiche andere Autoren [38, 48, 49, 69, 96, 120, 137, 138].

Im Gegensatz dazu sollte nach *Ericson* und Mitarbeitern [41] das Konzept der vollständigen Bedeckung als eine mögliche präventive Maßnahme gegen Karies weiter diskutiert werden. In seinen Nachuntersuchungen bei Patienten, die mit Konuskronen-getragenen Restaurationen versorgt wurden, konnte der Autor keine Korrelation zwischen dem Anteil der kariösen Flächen und der Anzahl von Kariesrisikofaktoren finden. So hatten Laktobazillen, *Streptococcus mutans*, die Fließrate von paraffinstimuliertem Speichel, die Pufferkapazität von stimuliertem Speichel, die Mundhygiene und die Ernährung keinen Einfluß auf das Kariesrisiko.

#### 2.4.7 Einflüsse des Speichels auf die Haftkraft von Doppelkronen

*Becker* [4, 9] untersuchte die Einflüsse des umgebenden Mediums auf das Haftverhalten teleskopierender Kronen. Er konnte nachweisen, daß Speichel eine Steigerung der Haftkräfte bewirkt. Auch bei den experimentellen Untersuchungen von *Stark* [126] erhöhte sich die zum manuellen Trennen von Teleskopkronen erforderliche Kraft nach Speichelsuperfusion gegenüber den „trockenen Messungen“. Als mögliche Erklärung kommen für die Autoren zu den Haft- und Gleitreibungskräften zusätzliche adhäsive und kohäsive Kräfte im Grenzflächenbereich Speichel-/Metalloberfläche in Betracht.

Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von *Stüttgen* [130]. Er führte experimentelle Untersuchungen zum Verschleißverhalten verschiedener dentaler Gußlegierungen unter spezieller Berücksichtigung des Teleskopsystems durch. Eine im Anschluß an 5000 (trockene) Verschleißfahrten durchgeführte Speichelschmierung führte zu einer Reduktion des Gleitreibungswiderstandes der untersuchten Reibpaarungen um 50% und mehr. Daraus zieht *Stüttgen* den Schluß, daß ungeschmiert durchgeführte Verschleißuntersuchungen an teleskopierenden Verbindungen nur sehr bedingt auf die realen Verhältnisse in der Mundhöhle übertragen werden können.

#### 2.4.8 Zur Bedeutung des Recalls und der Mundhygiene

Der Sinn der regelmäßigen Nachkontrollen liegt in der Beseitigung aller schädlichen Einflüsse auf Kieferkamm- und Zahnstützgewebe durch rechtzeitige Behandlungsmaßnahmen, insbesondere Neuanpassung der Prothesenbasis und Beseitigung tiefer Taschenbildungen, um progressive Abbauvorgänge aufzuhalten oder zu vermeiden [71]. Es werden in der Literatur verschiedene Empfehlungen zu den Recallintervallen angegeben. Während von einigen [44, 49, 66, 113] ein Recall alle 12 Monate für

ausreichend gehalten wird, empfehlen *Henkel* [61] sowie *Reppel* und *Sauer* [112] ein Recallintervall im halbjährlichen Rhythmus. Auch *Stark* [126] erscheinen nach seinen Studien halbjährliche Nachuntersuchungstermine zur Aufrechterhaltung der Struktur und Funktion des mit einer Teleskopprothese versorgten Kausystems im Regelfall ausreichend. Zudem konnte er aber nachweisen, daß Männer, die mit teleskopierenden Deckprothesen im Unterkiefer mit bis zu drei Pfeilerzähnen versorgt waren, eine „Risikogruppe“ in seinem Patientengut darstellten und folglich noch intensiverer Nachsorge bedürfen. Für diese Patientengruppe sind sowohl kürzere Recall-Intervalle mit professionellen Mundhygienemaßnahmen, als auch die Intensivierung einer individuell abgestimmten Mund- und Prothesenhygiene unbedingt notwendig.

Noch weiter gehen die Forderungen von *Katay et al.* [78]. Ziel seiner Untersuchung war es, bei einer Gruppe von Teilersatzträgern zu erproben, welche Recallabstände eingehalten werden müssen, um eine Verbesserung des Parodontalzustandes zu erreichen. 68 Patienten, deren Zahnersatz durchschnittlich 9 Monate in situ war, wurden bezüglich der Veränderungen des Zahnhalteapparates über 12 Monate kontinuierlich verfolgt. Eine signifikante Verbesserung des Parodontalzustandes der Halte- und Stützzähne gegenüber der Kontrollgruppe (nur Zahnstein-/Konkremententfernung, Politur) erzielte nur die Gruppe mit vierteljährigen Betreuungsintervallen (individuelle Instruktion, Zahnstein-/Konkremententfernung, Politur, Beseitigung überstehender Kronen-/Füllungsrän der, Kürettage, Prothesenreinigung, Zahnreinigungs-/Interdentalraum Pflegemittel). *Katay* weist allerdings auf Schwierigkeiten für den Praxisalltag durch den erheblichen Personal- und Zeitaufwand bei der Betreuung hin.

Den Empfehlungen *Katay's* für ein vierteljähriges Recallintervall schließen sich weitere Autoren wie *Axelsson* und *Lindhe* [1], sowie *Strub* und Mitarbeiter [128] an.

Nachuntersuchungsergebnisse von *Vosbeck* [137] zeigten, daß der Zustand des marginalen Parodontiums deutlich abhängig ist von der Mundhygienefrequenz und -qualität. Die Randkarieshäufigkeit an den Teleskopen korrespondierte nachweislich mit der Mundhygienefrequenz. In dem Patientengut von *Hoffmann* [67] führte schlechte Mund- und Prothesenpflege bei Teleskopprothesenträgern zur 22%igen Zunahme der Taschentiefe, 28% mehr Retraktion und einer 17%igen Entzündungszunahme gegenüber Patienten mit guter Mundhygiene. Die Bedeutung der Mundhygiene wird von zahlreichen Autoren immer wieder bestätigt [45, 49, 53, 62, 66, 82, 95, 97, 98, 105, 106, 108, 109, 115, 123, 125, 133, 134, 137].

## 2.5 Friktion von Teleskopprothesen

### 2.5.1 Friktionseinstellung von Teleskopprothesen

*Böttger* [32] stellte folgende Forderungen an die Haftkraft teleskopierender Anker:

Eine Prothese muß in der Weise gearbeitet sein, daß der Patient sie ohne Schwierigkeiten eingliedern kann. Zudem muß er das subjektive Empfinden der Paßgenauigkeit und des absolut festen Sitzes haben. Er sollte einerseits den Zahnersatz ohne Schwierigkeiten herausnehmen können, andererseits darf sich dieser nicht unfreiwillig lösen oder durch klebrige Speisen abgezogen werden. Die genannten Punkte müssen auch nach einer längeren Tragezeit unverändert vorhanden sein.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie groß die Haft- oder Haltekräfte zwischen Ankersystem und Prothese sein sollten, bis zu welchem Grade sie nützlich, indifferent und wann schädlich sind. Man kann annehmen, daß der Zahnarzt oder Zahntechniker hierauf keine Antwort mit faßbaren Werten parat hält. Beider Vorgehen ist meistens empirisch. Sie verlassen sich auf ihr Gefühl, ihre Erfahrung und Geschicklichkeit.

Anhand der Literatur läßt sich die Frage der optimalen Abzugskraft nicht eindeutig beantworten.

*K.H. Körber* [84] versorgte 270 Patienten mit insgesamt 360 über Konuskronen befestigte Prothesen. Nach seinen mehrjährigen Erfahrungen hält er eine Haftkraft von 500 p für völlig ausreichend für den Halt einer Prothese. Wenn mehr als ein Einzelzahn vorhanden ist, so sollte man nur die markanten Eck- und Distalpfeiler zu Haftkoni ausbilden (Gesamthaftkraft 500 p), die übrigen Zähne dienen lediglich als Stützpfiler (Stützkoni). Die unterschiedliche Haftkraft kann dabei über den Konuswinkel der Krone beeinflußt werden. *Becker* [5] gibt allerdings zu bedenken, daß die Friktion der Konuskronen auch von der Auflast (also dem Kaudruck) abhängt, wobei diese nicht vorherbestimmt werden kann.

Da in der ersten Phase der Anwendung der Prothese eine Art Selbsteinschleifen mit Friktionsverlust eintritt (Unebenheiten der Metalloberfläche flachen durch Metallbearbeitung ab), empfehlen *Böttger* und *Rosenbauer* [33] das individuelle Einstellen der Friktion behutsam und über mehrere Sitzungen verteilt vorzunehmen. Eine zahlenmäßige Festlegung der Abzugskraft lehnt *Böttger* [32] jedoch ab, da von einer definierten Haftkraft weder bei einem teleskopierenden Anker noch bei der Konuskronen gesprochen werden kann. Eine definierte Haftkraft kann daher nicht bestehen, da die Friktion neben der Grundform der Anker abhängig ist von den gegenseitigen Berührungen der Metallteile, die aufgrund der

Unzulänglichkeiten, die auf dem zahntechnischen Herstellungsprozeß beruhen, variieren.

Nach Auswertung einer von *Becker* [5] durchgeführten Nachuntersuchung sind 250-300 p Gesamtabzugskraft ausreichend, um genügend Halt der Teleskopprothesen zu gewährleisten. Der subjektive Eindruck bezüglich des Haltes ihres Zahnersatzes ergab, daß bei Abzugskräften zwischen 250-300 p die Patienten diesen als „gut“ (9%) oder „sehr gut“ (91%) angaben. In keinem Fall hatte sich der Zahnersatz jemals ungewollt gelöst. Die maximale Abzugskraft sollte 650 p nicht überschreiten, da höhere Werte allen Patienten Schwierigkeiten beim Entfernen der Prothesen bereiteten.

Aus den angegebenen Literaturhinweisen läßt sich schlußfolgern, daß eine Beanspruchung jedes einzelnen Pfeilerzahnes bis an die von *Becker* [5] angegebene Belastbarkeitsgrenze von ca. 650 p für einen ausreichenden Halt einer Teleskopprothese gar nicht erforderlich oder gar anzustreben ist – vor allem wenn mehrere Pfeilerzähne den Halt der Prothese gewährleisten können. Bei einer zu starken Friktion besteht laut *Gütschow* [54] im Gegenteil die Gefahr, daß die Patienten zu einer verstärkten Kraftanwendung an den gut zugänglichen Teleskopen im Front- oder Eckzahnbereich verleitet werden, um den Zahnersatz herausnehmen zu können. Durch diese einseitige Kraftausübung läßt sich die Prothese schwieriger exakt in Einschubrichtung herausnehmen, was zu einem Verkanten und damit zu parodontal ungünstigen Scher- und Hebelkräften führen kann.

## 2.5.2 Experimentelle Untersuchungsergebnisse zum Dauerverschleiß

Zahlreiche experimentelle Untersuchungen wurden durchgeführt, um die Veränderungen der Friktion bei Doppelkronen im Dauerverschleiß zu bestimmen.

Experimente von *Geginat* [50] zeigten, daß teleskopierende Verankerungen nach längerer Beanspruchung einen Haftungsverlust aufgrund von Metallabrieb und Oberflächenveränderung erleiden. Er ging davon aus, daß der Zahnersatz zweimal täglich herausgenommen wird, wobei er bei einer 10.000-fachen Bewegung auf eine Lebensdauer von fast 14 Jahren kommt. Die Haftkraft verringerte sich während der ersten 1000 Verschleißzyklen um etwa 10% und blieb dann relativ konstant bei etwa 90% des Ursprungswertes bis zum Ende des Verschleißzykluses bestehen. Aufgrund seiner Ergebnisse spricht *Geginat* die Empfehlung aus, bei der prothetischen Planung Haftungsverluste mitzuberechnen und so einem abnehmbaren Zahnersatz mit teleskopierender Verankerung auch für lange Dauer eine genügend hohe Haftungsfunktion zu geben.

Der Abfall der Haftkraft von teleskopierenden Hülsenkronen während dem Fügen/Trennen über einen Zeitraum von 1000 Zyklen wurde von *Tsuru* und Mitarbeitern [136] untersucht. Die Haftkraft lag zu Beginn der Untersuchungen bei ca. 5000 p. Ohne näher auf die Untersuchungsmethode einzugehen wird aufgezeigt, daß während der ersten 400 Belastungen ein „starker“ Abfall der Haftkraft zu messen war, während die Haftkraft von der 400-1000 Belastung nur noch „langsam“ abnahm. Aufgrund seiner Ergebnisse empfiehlt der Autor, teleskopierende Hülsenkronen mit so hoher Anfangskraft zu erstellen, daß sie anfangs nur mit Niethammer zu lösen sind. Die Haftkraft stellt sich dann nach ca. 400 Belastungen von selbst auf den vom Autor geforderten Wert zwischen 200-1200 p ein.

Zur Untersuchung teleskopierender Hülsenkronen im Dauerverschleißversuch wurde von *Röper* [116] eine Versuchseinrichtung konzipiert, mit welcher es möglich war, die Änderung der Reibkraft beim Fügen und Trennen teleskopierender Anker aufzuzeichnen. Die Untersuchung von 6 in einem renommierten zahntechnischem Laboratorium routinemäßig aus der Goldlegierung Degulor M hergestellten teleskopierenden Hülsenkronen zeigte, daß nur bei einer die Fräsform des Primärankers bezüglich der Parallelität akzeptiert werden konnte. Daher empfiehlt *Röper* eine Kontrolle der Parallelität der Fräsung des Primärankers vor der Herstellung des Sekundärankers. Die Untersuchung ergab weiter, daß alle Teleskope trotz der Unzulänglichkeiten in der Fräsform der Primäranker den Dauerverschleißversuch ohne Funktionsbeeinträchtigung überstanden hatten.

In einer speziell konstruierten Verschleißprüfmaschine wurden von *Stüttgen* [130] eine Au-Pt-Legierung und zwei Ni-Cr-Legierungen einer Gleitreibungsbeanspruchung von 5000 Verschleißfahrten ausgesetzt. Hierbei zeigten die Ni-Cr-Legierungen einen höheren Verschleiß als die Au-Pt-Legierung. Durch eine anschließend durchgeführte Speichelschmierung konnte der Gleitreibungswiderstand aller Legierungen deutlich gesenkt werden. In einer weiteren Studie hat *Stüttgen* [129] mit Hilfe eines Oberflächenmeßgerätes und einer speziellen Meßanordnung die Parallelität von 6 gefrästen Innenteleskopen vermessen. Keines der untersuchten Innenteleskope erfüllte hier die geometrischen Voraussetzungen für einen über die Fügenlänge wirksam werdenden Kraftschluß teleskopierender Oberflächen. Daher schließt sich *Stüttgen* der Empfehlung *Röper's* [116] an, eine geometrische Überprüfung der Parallelfräsungen durchzuführen. Mit Hilfe einer Verschleißprüfmaschine konnte nachträglich bewiesen werden, daß das Reibungs- und Verschleißverhalten der untersuchten Teleskope entscheidend von den dargestellten Formabweichungen beeinflusst wird.

In mehreren Versuchsreihen prüfte *Becker* [3-9] die Haftkraft von Teleskopkronen und Konuskronen unter verschiedenen Voraussetzungen. Nach Behandlung der Reibflächen teleskopierender Kronen mit Zahnpasta

konnte er experimentell ein Absinken der Friktion nachweisen [7]. Grund für den Friktionsverlust waren die in der Paste enthaltenen Schleifmittel, wobei der Haftkraftverlust um so größer war, je grobkörniger die Schleifmittel waren. Daher empfiehlt *Becker* feinkörnige Pasten sowie gründliches nachspülen damit nur ein möglichst geringer Restfilm auf den Innenteleskopen verbleiben kann.

Die Einflüsse des Konuswinkels ( $0^{\circ}$ - $6^{\circ}$ ) sowie der Höhe der Teleskopkronen (4, 5, 6 mm) auf deren Haftkraft wurden von *Ohkawa* und Mitarbeitern [99] während 10.000 Verschleißzyklen untersucht. Sie kamen zu dem Ergebnis, daß für die Friktion der Konuswinkel der entscheidendere Faktor ist. Je kleiner der Konuswinkel desto höher war die Friktion, obwohl der Verschleiß v.a. während der ersten 1000 Zyklen bei kleinerem Konuswinkel ( $0^{\circ}$ ) im Vergleich zu den größeren Konuswinkeln ( $2^{\circ}$ - $6^{\circ}$ ) größer war.

*Gütschow* [54] untersuchte experimentell den Einfluß einer Titanitridbeschichtung auf das Friktionsverhalten von Teleskopkronen. Nach 2000 Abzugsvorgängen nahm die Friktion zunächst unbeschichteter Teleskope im Mittel um etwa 60% ab. Der Versuchsablauf wurde nach Beschichtung der Außenteleskope mit  $4\ \mu\text{m}$  TiN wiederholt. Es kam zu einer Friktionserhöhung, wobei weder die absolute (zwischen 2-13 N) noch die prozentuale Zunahme (zwischen 53-260%) vorhersehbar war, welche allerdings während der 2000 Abzugsvorgänge wieder abnahm. Der Friktionsverlust war ähnlich hoch wie bei den unbeschichteten Teleskopen, nur die Streuung der Meßwerte war geringer, so daß man nicht davon ausgehen kann, daß nachträglich einseitig beschichtete Teleskope weniger verschleifen als unbeschichtete. In einer zweiten Versuchsreihe wurden (neue) Teleskope, bei denen sowohl das Außen- als auch das Innenteleskop mit  $0.5\ \mu\text{m}$  TiN beschichtet wurden, geprüft. Nach Beendigung der 2000 Abzugsversuche war im Gegensatz zur Gruppe der unbeschichteten sowie der nachträglich beschichteten Teleskope ein erheblich geringeres Nachlassen der Friktion zu beobachten. Der Rückgang betrug maximal 20%, bei einigen Prüfteleskopen wurden sogar geringfügig größere Kräfte (+12,9%) als zu Beginn gemessen. Ursache hierfür dürfte die Schwierigkeit bei der Einstellung einer exakt senkrechten Abzugskraft sein, wobei diese Fehlerquelle bei allen Versuchen gegeben war [54].

Mit einer speziell konstruierten Verschleißprüfmaschine wurde von *Stark* [126] das Friktionsverhalten konventioneller Teleskope unterschiedlicher Legierungsart und zweier prinzipiell unterschiedlicher Aktivierungssysteme für parallelwandige Teleskopkronen (FGP- und TK-Snap-System) untersucht. Das günstigste Verschleißverhalten zeigten hierbei Teleskopkronen aus Degulor MO (Primärkronen) und Degulor M (Sekundärkronen). Die untersuchten Retentionssysteme konnten nur mit Einschränkung empfohlen werden.

## 2.5.3 Klinische Untersuchungsergebnisse zur Beurteilung der Friktion

### 2.5.3.1 Subjektive Beurteilung der Friktion durch den Patienten

Im folgenden werden Ergebnisse von Patientenbefragungen bezüglich deren Zufriedenheit mit dem Halt Ihrer Prothesen angegeben. Es handelt sich dabei um rein subjektive Angaben von Patienten.

*Gernet* und Mitarbeiter [51] untersuchten 312 über Konuskronen verankerte Teilprothesen nach, wobei ca. 2/3 der Konstruktionen länger als 5 Jahre in situ waren. Die subjektive Beurteilung des Prothesenhalt durch den Patienten ergab folgendes Ergebnis: Als „gut“ empfanden 83,2% der Patienten den Halt, als „schlecht“ beurteilten 16,8% der Befragten Ihren Prothesenhalt.

Zu einem vergleichbaren Ergebnis kam *Franscini* [45] nach deren Untersuchung 45% „sehr zufrieden“, 36% „zufrieden“ (zusammen 81%) waren. „Nicht zufrieden“ äußerten sich 19% der Patienten.

Bezüglich der Friktion der Teleskopprothesen am Ende einer über 4 Jahre angelegten Studie durch *Stark* [126] wurde von 18 (26,5%) der insgesamt 68 Patienten eine Abnahme und von einem Patienten eine Zunahme der Haftkraft angegeben.

*Hofmann* und *Ludwig* [66] untersuchten 72 mit Resilienzteleskopen versorgte Patienten nach Tragezeiten zwischen 2 – 8 Jahren nach. Die überwiegende Mehrheit der Patienten war mit dem Prothesenhalt „sehr zufrieden“. Nur zwei Patienten waren nicht ganz zufrieden und gaben an, daß sich beim Essen klebriger Speisen die Prothesen lösen würden.

### 2.5.3.2 Beurteilung der Friktion durch den Zahnarzt

Insgesamt 50 parallelwandig teleskopierte Prothesen wurden nach einer Tragezeit von 2 bis 11 Jahren durch *Meyer* [96] auf ihre Haftkraft überprüft. Als „gute“ Haftung galt das erst nach Überwinden eines deutlichen Widerstandes mögliche Trennen von Primär- und Sekundärteil, als „geringe“ Retention ein kaum fühlbarer Widerstand (Überprüfung klinisch durch manuelles Lösen und wieder Einsetzen des Zahnersatzes). Nur 10 von 50 Teleskopkronen hatten eine „gute“ Friktion, 24 wiesen eine „geringe“ Haftung auf, 16 hatten keinen Halt mehr. Den Grund für den Verlust an Haftreibung sieht *Meyer* vor allem darin, daß Parallelteleskope auf relativ kurzen klinischen Kronen wegen ihrer kleineren Friktionsfläche diesen schneller verlieren. Daher sollten Teleskopkronen auf möglichst langen klinischen Kronen angefertigt werden.

Die von den Patienten positive Beurteilung der Haltefunktion in der von *Hofmann* und *Ludwig* [66] durchgeführten Studie (siehe 2.5.3.1) konnte bei der Kontrolluntersuchung bestätigt werden. Keine Prothese löste sich bei kippender Beanspruchung von ihrem Lager, die Kippmeiderfunktion der Resilienzteleskope war einwandfrei. Die Abzugprüfung in vertikaler Richtung ergab ebenfalls zufriedenstellende Ergebnisse.

Während eines von *Stark* [126] untersuchten Beobachtungszeitraumes von 4 Jahren verloren 21 von insgesamt 68 Teleskopprothesen an Haftkraft. Statistisch auffällig häufiger reduzierte sich der Prothesenhalt von 1. Teleskopprothesen im Unterkiefer, 2. Teleskopprothesen, die nur mit bis zu drei Pfeilern verankert waren, 3. im Falle von Pfeilerzahnverlusten und 4. in der Gruppe von Patienten, die mit ihrem Zahnersatz weniger zufrieden waren.

*Vosbeck* [137] überprüfte die Friktion von 111 Teleskopprothesen nach einer durchschnittlichen Tragezeit von 3 Jahren und 10 Monaten. In rund 70% der Fälle fand sich eine sehr gute und gute Friktion. Nur in einem Fall war die Friktion schlecht, da die Prothese nicht mehr eindeutig fixiert war. In diesem speziellen Fall waren Sekundärteile von der Prothese gebrochen. Über das Vorgehen bei der Friktionsprüfung wurden keine näheren Angaben gemacht.

#### 2.5.4 Praktische Durchführung der Friktionseinstellung

Zur Problematik, wie am Patienten die Friktion praktisch einzustellen ist, werden verschiedene Empfehlungen gegeben.

Für *Stüttgen* und *Hupfauf* [131] hat es sich bewährt, die Friktionskraft anfänglich so einzustellen, daß die beim Patienten eingesetzte Teleskopprothese vom Zahnarzt *ohne* Instrumente, wie z.B. Hirtenstab etc., herausgenommen werden kann.

Versuche, die Friktionskraft durch ein Innenglänzen der Außenteleskope einzustellen, waren bislang wenig erfolgreich, da neben der einstellbaren Stromstärke die Form der Kathode und der jeweils gewählte Arbeitsabstand zwischen Kathodenoberfläche und der Innenfläche des Außenteleskops einen entscheidenden Einfluß auf den Metallabtrag haben [132]. Erschwerend kommt hinzu, daß beim Innenglänzen alle scharf auslaufenden Kronenränder mit einem Lack geschützt werden müssen, damit sie nicht unbeabsichtigt abgetragen bzw. gekürzt werden.

Sollte die Friktion nach dem ersten Einsetzen der Prothese zu hoch sein, so empfiehlt *Böttger* folgendes Vorgehen [32]. Mit einem Kontaktlack soll die Innenseite der Außenteleskope beschichtet und die Prothese eingesetzt werden. Die dann blank gescheuerten Bereiche, werden abgetragen. Dieser Vorgang wird bis zur gewünschten Friktion wiederholt.

### 3. Problemstellung und Zielsetzung

Die in der Literaturübersicht von *Stüttgen* und *Hupfauf* [131], *Stüttgen* und *Rosenbauer* [132] sowie *Böttger* [32] beschriebenen Angaben zur Friktionseinstellung sind nur grob und wenig faßbar dargestellt. Sie beziehen sich auf bereits fest einzementierte Prothesen. Dieses Vorgehen birgt allerdings die Gefahr in sich, daß eine (versehentlich) zu starke Reduktion der Haftkraft dazu führt, daß der Patient bereits eine friktionsschwache oder im Extremfall gar friktionslose und damit funktionsuntüchtige Prothese eingegliedert bekommen hat. Es wäre daher, um unzufriedene Patienten und eine zeit- sowie kostenintensive Neuanfertigung zu vermeiden, sinnvoll, die Haftkraft **vor** dem Einzementieren der Innenteleskope einzustellen.

Ziel dieser Untersuchung war es, daß in der Abteilung für zahnärztliche Prothetik der Universität Hamburg angewandte Verfahren der Friktionseinstellung zu überprüfen. Dabei wird *vor* dem Einzementieren einer Teleskopprothese die Friktion der Doppelkronen eingestellt, indem durch Klopfen der Prothese gegen eine stabile Arbeitsunterlage geprüft wird, ob sich die Innenteleskope von den Außenteleskopen trennen. Als Vorteil dieses, im Kapitel „Material und Methode“ genauer beschriebenen Verfahrens, wird angesehen, daß es auch dem unerfahreneren Praktiker erlaubt, die Friktion von Teleskopprothesen direkt am Patienten ohne spezielle Untersuchungsgeräte schnell und einfach bereits *vor* der definitiven Eingliederung zu prüfen und bei Notwendigkeit zu korrigieren. Aufgrund der longitudinal angelegten Studie kann, infolge der Einbeziehung des Zeitfaktors, eine Aussage bezüglich der zeitlichen Abfolge eventuell eintretender Friktionsveränderungen gemacht werden.

## **4. Material und Methoden**

An der Studie nahmen Patienten teil, welche von Assistenzzahnärzten und Studenten in der Abteilung für zahnärztliche Prothetik der Universität Hamburg zwischen 1995 und 1997 mit Teleskopprothesen versorgt wurden.

### **4.1 Patienten**

Für die Auswahl der Patienten galt, daß die Indikation (siehe 2.1.4) zur Versorgung mit kombiniert festsitzend-herausnehmbarem Zahnersatz, verankert mit parallelwandigen Teleskopkronen, gegeben war. Die Patienten wurden - falls erforderlich - konservierend und/oder parodontologisch vorbehandelt. Zudem mußte von Seiten des Patienten die Bereitschaft zur regelmäßigen Gebiß- und Mundhygienekontrolle vorhanden sein.

### **4.2 Prothesencharakteristik**

#### **4.2.1 Materialien**

Zur Herstellung der Innen- und Außenteleskope wurden folgende Legierungen verwendet:

- Degulor M ® (Degussa)
- Stabilor G ® (Degussa)
- Degudent G ® (Degussa)
- Dentitan ® (Dentaurum)
- Degupal ® (Degussa)

#### **4.2.2 Prothesentyp und Prothesendesign**

Bei den Versorgungen im Oberkiefer kamen nur partielle Teleskopprothesen mit gegossener Basis zur Anwendung. Bei der Herstellung wurde besonders auf die parodontalhygienische Gestaltung der der Sekundärkrone angrenzenden Bereiche der Prothesenbasis geachtet. Damit die marginale Gingiva unbedeckt war, der Pfeileranschluß an die Modellgußbasis parodontalfern verlief und die Approximalflächen der

Primärkronen bei eingesetzter Prothese mit der Zahnzwischenraumbürste gereinigt werden konnten, wurde der Grenzraum zwischen Pfeilerzahn und Prothesensattel entsprechend weit geöffnet [68]. Die sogenannte teleskopierende Deckprothese, welche sich durch eine Kunststoffbasis auszeichnet, in der die Teleskopkronen über ein Verstärkungsgerüst verankert sind, wurde aufgrund parodontalhygienischer Nachteile nicht angewandt.

Ein Patient wurde im Unterkiefer mit einer teleskopierenden Brücke versorgt, ansonsten handelte es sich immer um breitbasig abgestützte Prothesenkonstruktionen.

### 4.3 Vorgehen der Friktionseinstellung vor definitiver Eingliederung

Bevor eine Teleskopprothese definitiv eingegliedert wurde, ist diese zunächst einem bestimmten Verfahren zur Friktionsprüfung unterzogen worden. Alle Innenteleskope werden dabei zunächst in die zugehörigen Außenteleskope geführt und mit einem geeigneten Gegenstand, z.B. einer Teleskopkronenzange, mit Druck in ihre Endlage geschoben. Danach folgt die Überprüfung der Haftkraft, indem die Prothese gegen eine stabile Unterlage, z.B. eine Arbeitsplatte, maximal 3 mal in Folge mit Nachdruck geklopft wird. Die Prothese muß dabei mit der Prothesenbasis zur Unterlage gerichtet sein, damit es den Innenteleskopen möglich ist aus den Außenteleskopen heraus auf die Unterlage zu fallen.

Die Friktion wurde als *unzureichend* erachtet, wenn bereits beim Ersten Schlag auf die Arbeitsplatte alle Innenteleskope deutlich sichtbar aus den Außenteleskopen ragten oder gar vollständig aus diesen herausgefallen waren. Eine solche Prothese wurde demzufolge nicht eingegliedert.

Als *zu hoch* und damit korrekturbedürftig wurde die Friktion hingegen angesehen, wenn sich selbst nach dem dritten Klopfversuch ein oder mehrere Innenteleskope noch nicht einmal ansatzweise aus ihrem Außenteleskop bewegt haben, sich also noch vollständig in ihrer Ausgangsposition befanden. In solchen Fällen wurde die Friktion reduziert, indem mit Hartmetallfräse und Gummipolierer im betreffenden Außenteleskop etwas eingeschliffen wurde. Danach wurde die Haftkraft nach dem oben beschriebenen Vorgehen erneut geprüft und bei Notwendigkeit weiter reduziert.

Die Friktion galt als *optimal* eingestellt, wenn sich nach dem dritten Schlag auf die Unterlage alle Innenteleskope der Prothese sichtbar bewegt hatten, sich aber noch in den Außenteleskopen befanden.

Als *akzeptabel* galt die Haftkraft von Teleskopprothesen, wenn sie sich zwischen den oben beschriebenen Situationen von *unzureichender* und *optimaler* Friktion befand.

#### 4.4 Befundaufnahme

Eine instrumentelle Messung der Gesamtfriktion einer Prothese, wie dies schon von *Kammertöns* [74] mit einem Haftreibungssimulator (Bredent) im zahntechnischen Labor durchgeführt und von *Becker* [5] klinisch mittels einer Balkenwaage vorgeschlagen wurde, erscheint labortechnisch unter vorgegebener Einschubrichtung auf einem Fräsmodell zwar möglich, kann jedoch klinisch im Mund des Patienten nicht durchgeführt werden, da Bezugspunkte bzw. -flächen zur spezifischen Einstellung der individuellen Einschubrichtung der Teleskopprothesen fehlen [126]. Daher basieren die Ergebnisse dieser Untersuchung auf den subjektiven Angaben des Patientengutes. In zahlreichen Studien aus dem zahnmedizinischen Fachbereich [5,45,51,66,126], aber auch anderer medizinischer Fachrichtungen wie z.B. der Neurologie [2] haben sich subjektive Beurteilungen durch den Patienten (*clinical global impression improvement score*) bewährt.

Mit Hilfe eines speziell entwickelten Erhebungsbogens, welcher den Patienten am Tage der Protheseneingliederung erläutert und mit nach Hause gegeben wurde, sollte in Erfahrung gebracht werden, wie Patienten die **Haftkraft** und die **Haftkraftveränderungen** ihrer Prothesen über den Meßzeitraum von 12 Monaten wahrnehmen und bewerten.

- Zur Bewertung der **Haftkraft** mußte der Patient am Tage der Eingliederung, sowie nach dem ersten, sechsten und zwölften Monat nach Eingliederung seiner Teleskopprothese den Prothesenhalt mit Schulnoten (1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = befriedigend, 4 = ausreichend, 5 = mangelhaft, 6 = ungenügend) bewerten.

- Um auftretende **Haftkraftveränderungen** zu dokumentieren, wurden von den Patienten zu vorgegebenen Zeitpunkten Angaben gemacht. Zur Beantwortung der Frage, *wie leicht sich die Prothese herausnehmen läßt*, sollten vom Patienten Zahlenwerte zwischen dem für den Eingliederungstag festgelegten Maximalwert 10 und dem Minimalwert 0 zu vorgegebenen Zeitpunkten im Erhebungsbogen eingetragen werden. Der Minimalwert 0 sollte hierbei vom Patienten für den Fall angegeben werden, bei welchem sich die *Prothese spontan oder beim Essen löst*.

Die Zwischenwerte zwischen 0 und 10 (also 1–9) waren vom Patienten *nach eigenem Ermessen* einzutragen. Wert 9 würde beispielsweise für nur geringfügig leichteres Herausnehmen der Prothese als am Tage der Eingliederung stehen. Wenn sich die Prothese sehr leicht herausnehmen läßt (zum Beispiel schon durch eine bewußte Zungenbewegung), diese sich aber noch nicht spontan oder beim Essen löst, wäre Wert 1 einzutragen. Stellt der Patient während der Tragezeit eine Friktionsverminderung fest, so gibt er einen geringeren Wert an (z.B. statt dem letztmalig angegebenen Wert 10 nun den Wert 8). *Dies bedeutet jedoch nicht zwangsläufig, daß der*

*Patient auch den Prothesenhalt als schlechter empfinden und damit auch schlechter bewerten muß.*

Folglich sind die Angaben über die Bewertung der **Haftkraft** und der **Haftkraftveränderung** getrennt voneinander zu betrachten.

Da es eine bekannte Tatsache ist [5], daß Patienten, die mit Ihrem Zahnersatz ihren Bedürfnissen und Wünschen entsprechend zufriedengestellt wurden, zu besonderem Lob neigen, wobei auch die Person des Behandlers innerhalb dieser Psychologie eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt, machten die Patienten die Eintragungen zu Hause und nicht bei Kontrollterminen in Anwesenheit des behandelnden Arztes.

#### **4.5 Statistische Auswertung**

Die Balkendiagramme wurden mit Hilfe des Programmes Microsoft® Excel 97 SR-1 (Microsoft Corporation, Washington, USA) erstellt. Der in einigen Diagrammen angezeigte Fehlerbalken stellt die Standardabweichung dar. Das Symbol p gibt in den Diagrammen das Signifikanzniveau an. Das Ergebnis einer Auswertung gilt, wenn  $p < 0.05$  als hoch signifikant und wenn  $p < 0.0001$  als höchst signifikant. Durch das Symbol n wird in den Diagrammen die Anzahl/Menge an Probanden oder Prothesen beschrieben.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Programmes Sigma Stat™ for Windows Version 1.0 (Jandel Scientific Software, San Rafael, Kalifornien, USA). Zur Ermittlung signifikanter Unterschiede wurde hierbei der One Way ANOVA Test angewandt. Wenn die Stichproben nicht normalverteilt waren, so wurde als varianzanalytisches Verfahren der Kruskal-Wallis-Test durchgeführt.

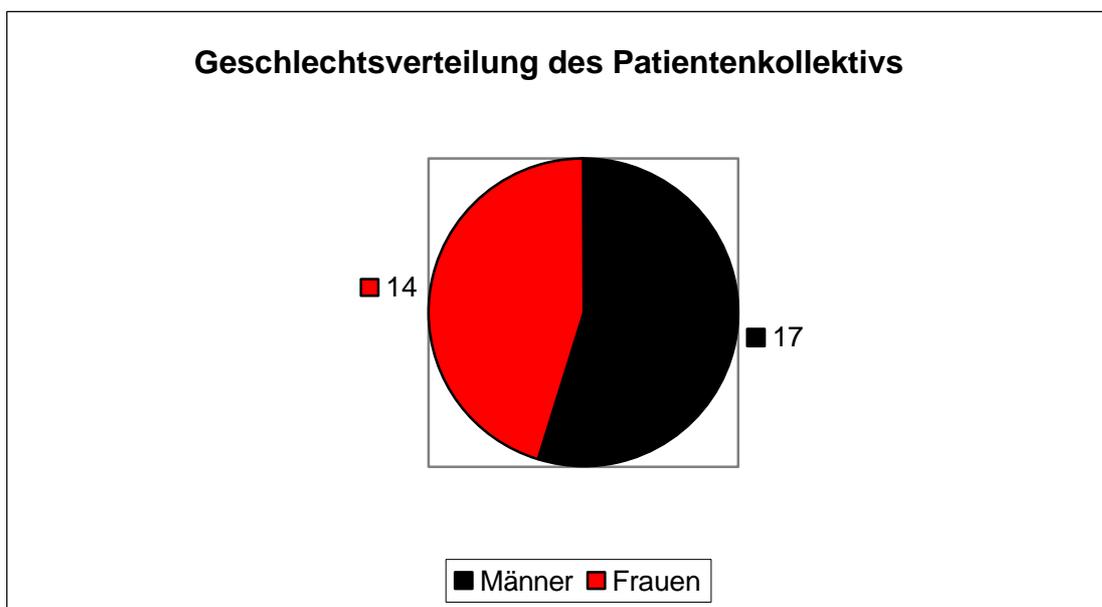
## 5. Ergebnisse

### 5.1 Verteilung von Patienten, Prothesen und Pfeilerzähnen

#### 5.1.1 Geschlechtsverteilung des Patientenkollektivs

An der Studie nahmen insgesamt 31 Patienten teil, welche in der Abteilung für zahnärztliche Prothetik der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten des Universitätskrankenhauses Hamburg - Eppendorf mit Teleskopprothesen versorgt worden sind.

In Abbildung 5.1 ist die Geschlechterverteilung des Patientenkollektivs dargestellt. Von den 31 Patienten waren 14 weiblichen und 17 männlichen Geschlechts.



**Abbildung 5.1** Geschlechtsverteilung des Patientenkollektivs

### 5.1.2 Geschlechterspezifische Altersverteilung

Das Durchschnittsalter aller Patienten betrug zum Eingliederungszeitpunkt 60 Jahre, das der Männer 63 Jahre und das Alter der Frauen 57 Jahre (Abb. 5.2). In der Gruppe der 40-49 jährigen überwog mit einer Verteilung von 4:1 der Frauenanteil, in den Altersgruppen der 60-69 und 70-79 jährigen der Männeranteil (8:3 und 4:3).

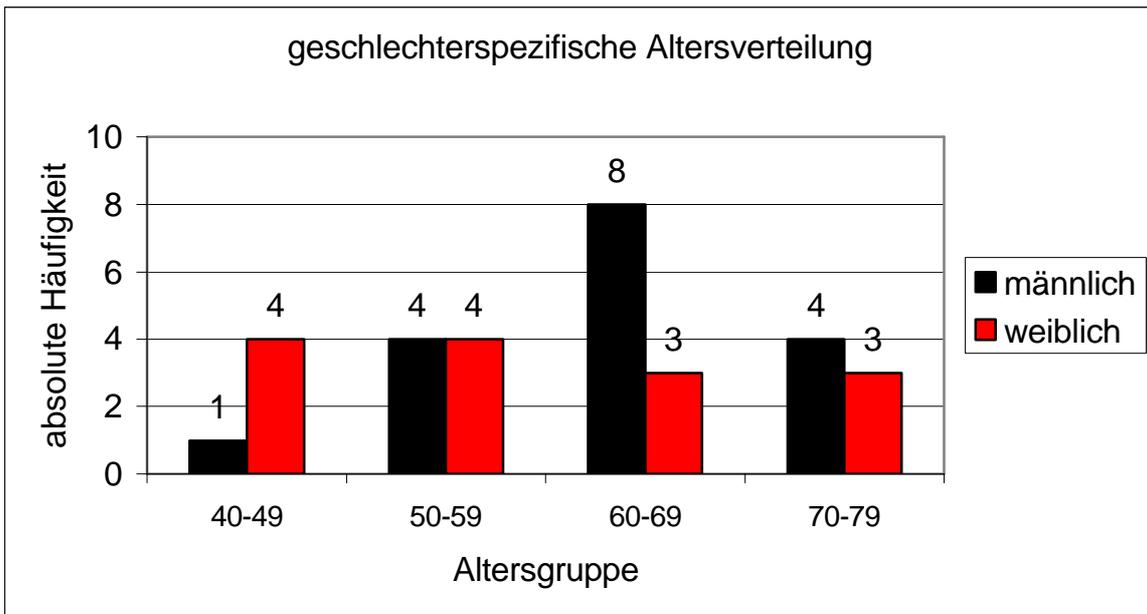


Abbildung 5.2 geschlechterspezifische Altersverteilung

### 5.1.3 Prothesenverteilung

In Abbildung 5.3 ist die Verteilung der Teleskopprothesen auf das Patientenkollektiv dargestellt. Die 31 Patienten wurden mit insgesamt 39 Teleskopprothesen versorgt. Von den insgesamt 17 Männern wurden fünf mit Ober- und Unterkieferprothesen versorgt, fünf erhielten eine Oberkiefer- und sieben Männer nur eine Unterkieferprothese. Von den insgesamt 14 Frauen bekamen drei Patientinnen sowohl eine Oberkiefer- als auch Unterkieferprothese, drei nur eine Oberkiefer- und acht nur eine Unterkieferprothese.

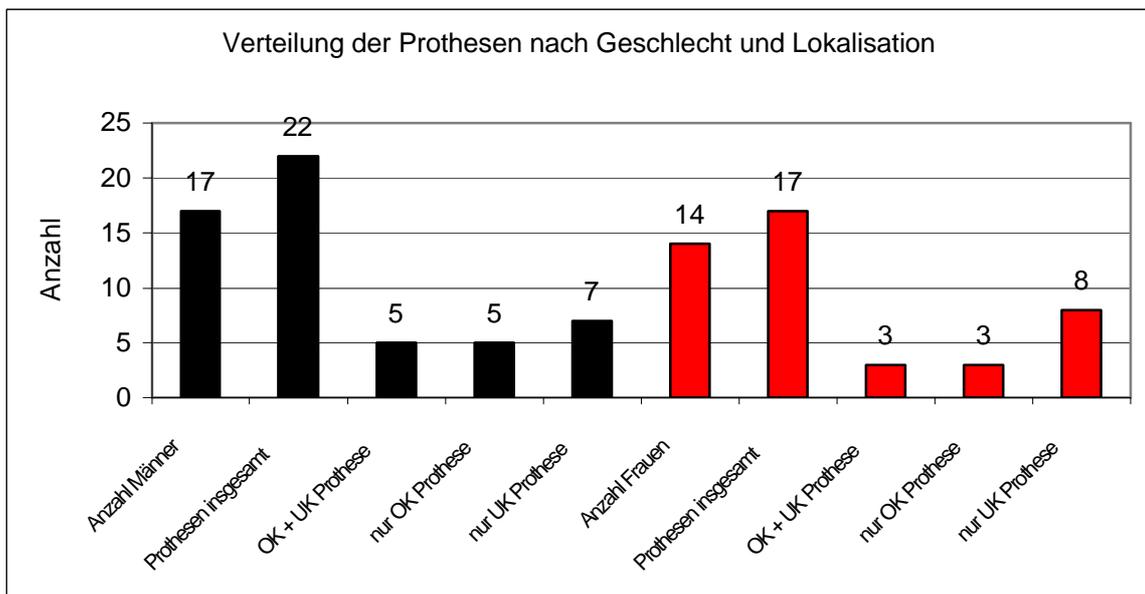


Abbildung 5.3 Verteilung der Prothesen nach Geschlecht und Lokalisation

### 5.1.4 Verteilung der Pfeilerzähne

Die Verteilung der Pfeilerzähne veranschaulichen die Abbildung 5.4 und die Tabelle 5.1.

Die Teleskopprothesen wurden über insgesamt 107 Pfeilerzähne verankert. Der Eckzahn wurde, wie aus Abbildung 5.4 ersichtlich, in allen Quadranten am häufigsten als Pfeilerzahn herangezogen.

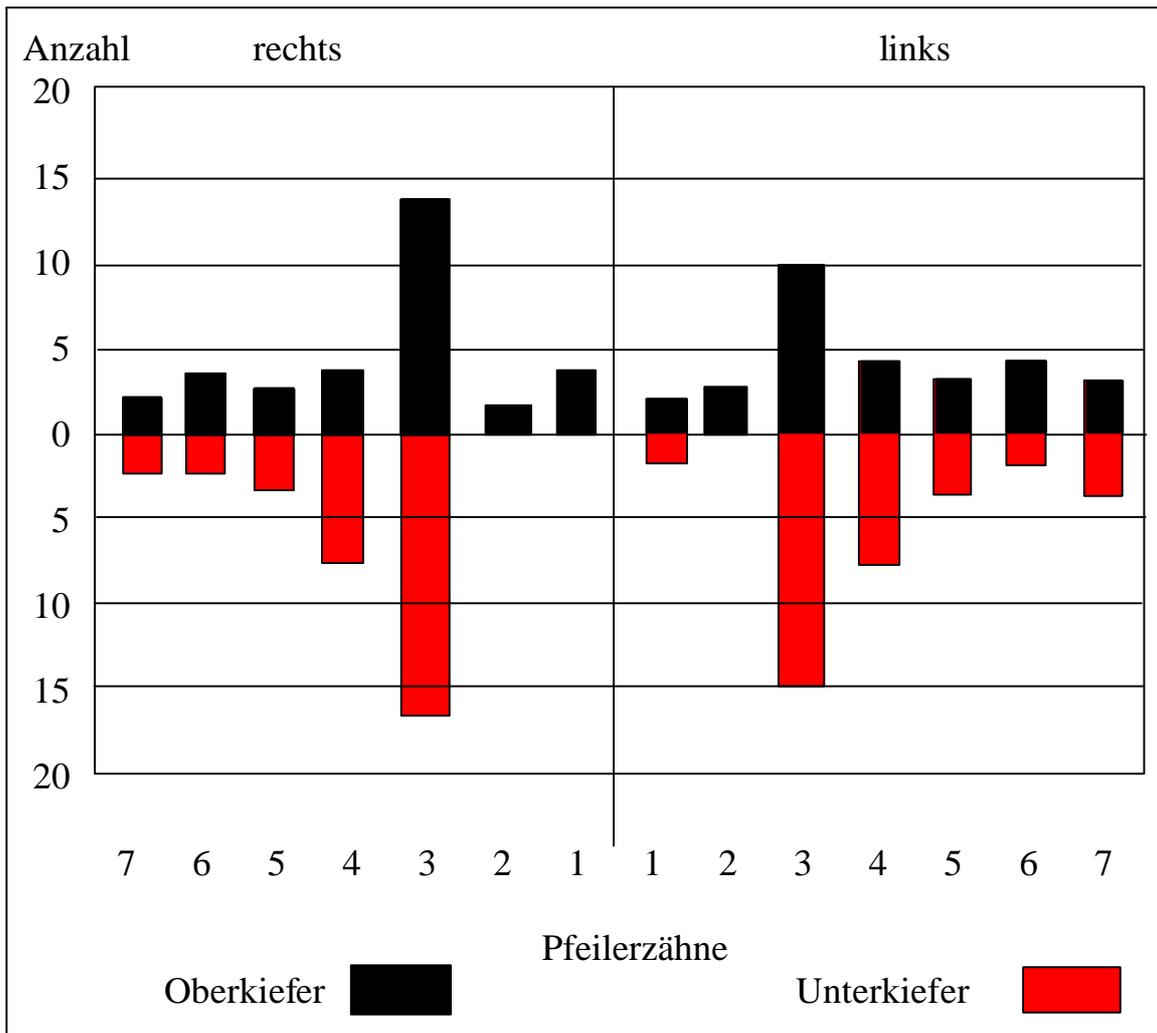


Abbildung 5.4 Verteilung der Pfeilerzähne

Mit ca. 50% war rund die Hälfte der Prothesen nur über 2 Pfeilerzähne abgestützt (Tab. 5.1). Im Oberkiefer waren sechs von 16 Prothesen über zwei Pfeilerzähne befestigt. Jeweils vier Prothesen im Oberkiefer waren über drei bzw. vier Pfeilerzähne und nur zwei Prothesen über fünf Pfeilerzähne abgestützt. Im Unterkiefer verfügten 14 von insgesamt 23 Unterkieferprothesen über 2 Pfeilerzähne. Über drei bzw. vier Pfeilerzähne waren jeweils vier Prothesen befestigt, während nur eine Einteleskopprothese eingegliedert wurde.

**Tabelle 5.1 Verteilung der Pfeilerzähne**

Pfeileranzahl pro Prothese	1	2	3	4	5	Gesamt
Anzahl Oberkiefer	--	6	4	4	2	16
Anzahl Unterkiefer	1	14	4	4	--	23
Summe	1	20	8	8	2	39

## 5.2 Bewertungen von Prothesenhalt und Friktionsveränderungen

### 5.2.1 Bewertung des Prothesenhaltes nach Schulnoten

Die Abbildung 5.5 zeigt, wie die Patienten den Halt Ihrer Prothese(n) am Tag der Eingliederung sowie nach einem, sechs und zwölf Monaten Tragezeit über Schulnoten bewertet haben. Am Eingliedertag werteten die Patienten den Prothesenhalt im Durchschnitt mit der Note 1,3, nach 4 Wochen mit 1,4 und nach 6 Monaten mit 1,5. Auch nach einem Jahr Tragezeit lag die Durchschnittsbewertung mit der Note 1,8 noch im Bereich „gut“ bis „sehr gut“. Zwar kam es innerhalb des Meßzeitraumes tendenziell zu einer Verschlechterung der Benotungen, die gefundenen Unterschiede lagen mit  $p=0.0502$  jedoch knapp oberhalb des vereinbarten Signifikanzniveaus von 0.05.

Der in dieser und in den folgenden Abbildungen angegebene Fehlerindikator zeigt die Standardabweichung an.

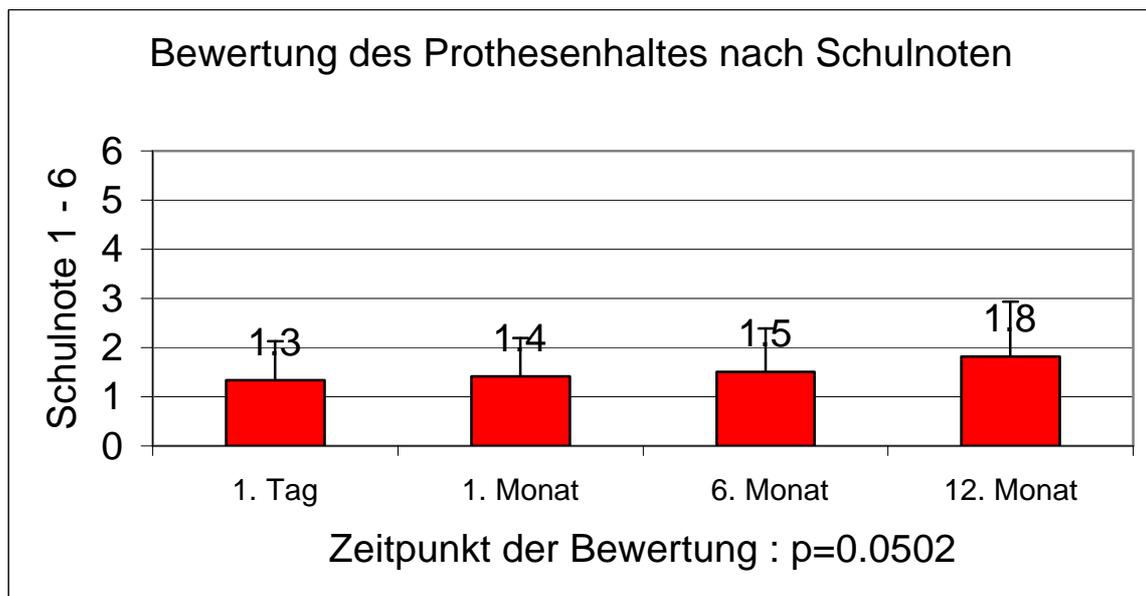


Abbildung 5.5 Bewertung des Prothesenhaltes nach Schulnoten

## 5.2.2 Empfundene Friktionsveränderung über den Meßzeitraum

Die Abbildung 5.6 veranschaulicht, welche Friktionsveränderungen die Patienten während der ersten 12 Monate nach Protheseneingliederung registriert haben. Der für den Eingliederungstag im Voraus festgelegte Ausgangswert von 10 verringerte sich im Laufe der ersten 12 Monate bis auf den Durchschnittsendwert von 8,9. Die von den Patienten angegebene kontinuierliche Abnahme der Friktion war dabei mit einem Signifikanzniveau von  $p < 0.0001$  höchst signifikant.

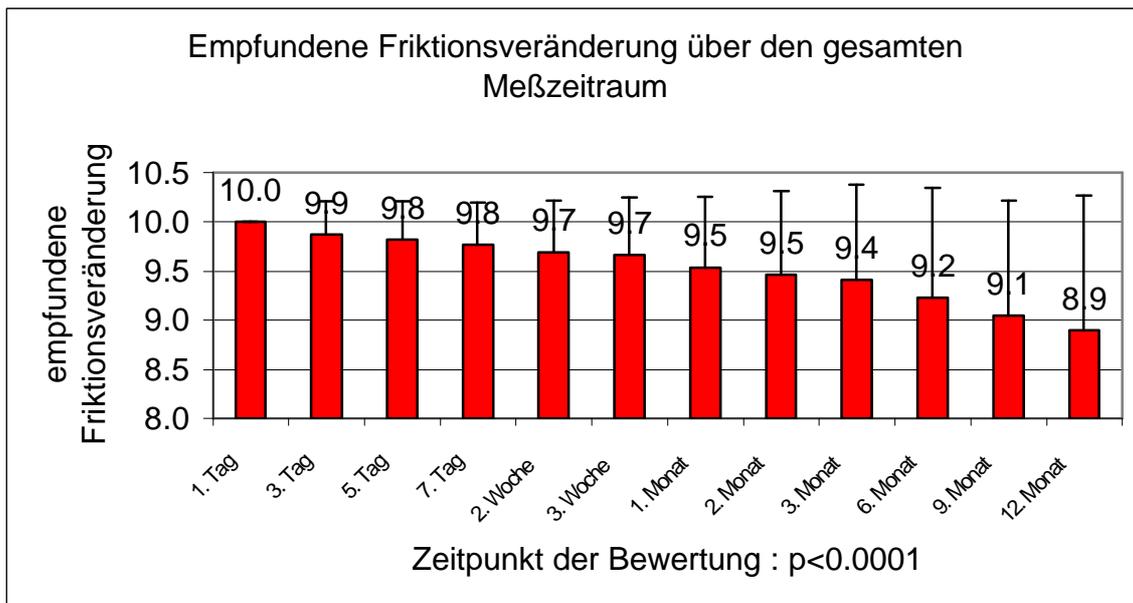


Abbildung 5.6 Empfundene Friktionsveränderung über den gesamten Meßzeitraum

### 5.3 Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Parameter auf die Bewertung von Friktion und Friktionsveränderung

Im Folgenden wird aufgezeigt, welchen Einfluß die **Pfeileranzahl**, die **Auflageachse** sowie der **Legierungstyp** der Teleskope auf die Bewertungen der Patienten bezüglich der Friktion/-veränderung hatte.

#### 5.3.1 Zusammenhang zwischen der Pfeileranzahl und der Bewertung des Prothesenhaltes nach Schulnoten

Es wurde geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Pfeilerzähne und der Patientenbewertung zum Prothesenhalt besteht. Der Abbildung 5.7 kann man entnehmen, daß die Benotungen über den Meßzeitraum von 12 Monaten wenig voneinander abweichen (Notendurchschnitt zwischen 1,2 und 2,25). Am Eingliederungstag wurden die Teleskopprothesen mit zwei Pfeilerzähnen von den Patienten durchschnittlich am besten benotet (Durchschnittsnote 1,2), gefolgt von den Teleskopprothesen mit vier (1,43) und drei Pfeilerzähnen (1,5). Alle Prothesen haben über die 12 Monate subjektiv an Halt verloren, wobei die Durchschnittsbenotung von 2,25 bei den über vier Pfeilerzähnen befestigten Prothesen die schlechteste Endwertung war. Die Veränderungen in der Benotung war sowohl in der Gruppe der über zwei Pfeilerzähne befestigten Prothesen als auch in den beiden anderen Gruppen nicht signifikant ( $p$  zwischen 0,927 und 0,123). Auch der Vergleich der Bewertungen des Prothesenhaltes zwischen den drei Gruppen ergab weder am ersten Tag ( $p=0,698$ ) noch zu den drei späteren Zeitpunkten signifikante Unterschiede ( $p=0,581$  im 1.Monat,  $p=0,385$  im 6.Monat und  $p=0,169$  im 12.Monat).

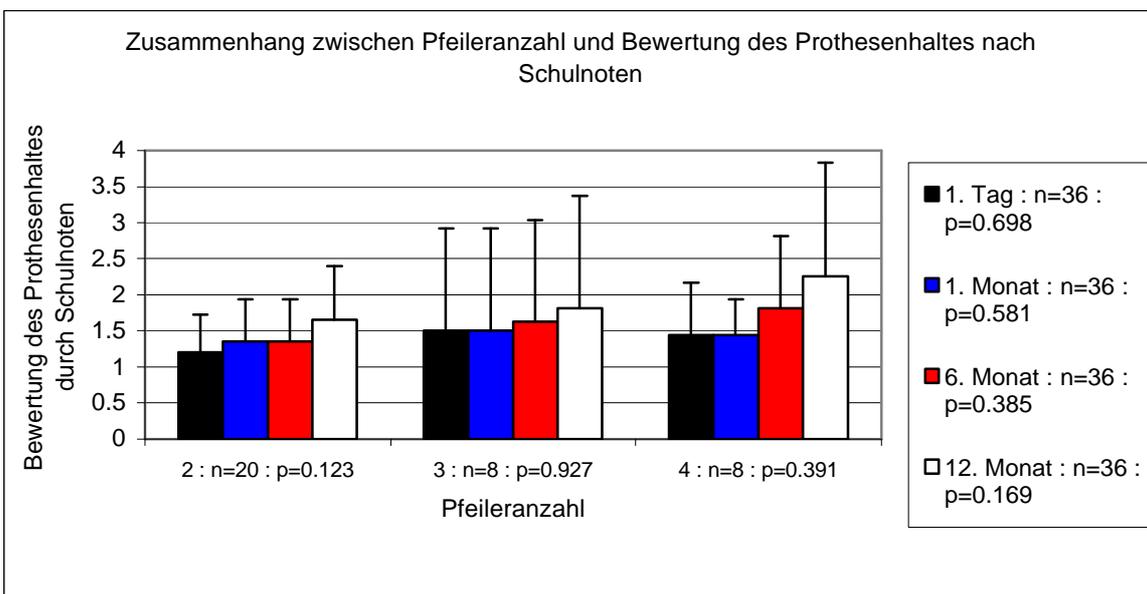


Abbildung 5.7 Zusammenhang zwischen der Pfeileranzahl und der Bewertung des Prothesenhaltes nach Schulnoten

### 5.3.2 Zusammenhang zwischen der Pfeileranzahl und der empfundenen Friktionsveränderung

Auch die Gegenüberstellung der von den Patienten empfundenen Friktionsveränderungen über die ersten zwölf Monate in Abbildung 5.8 zeigt, daß die Patienten - unabhängig von der Pfeileranzahl ihrer Prothesen - diesen tendenziell sehr ähnlich empfanden und bewerteten (Endwertung zwischen 9 und 8,25).

Die im Vergleich größten Friktionsveränderungen gaben die Patienten an, die über vier Pfeilerzähne befestigte Teleskopprothesen trugen. Vom (vorgegebenen) Ausgangswert 10 fiel die Wertung nach einem Monat auf 9 und verringerte sich bis zum Ende des Meßzeitraumes nach 12 Monaten auf die Endwertung von 8,25 ( $p=0.010$ ). Der Abfall der Wertung war sowohl in dieser, als auch in der Gruppe der Patienten, die über zwei Pfeilerzähne befestigte Prothesen eingegliedert bekommen hatten (Ausgangswert 10, Endwert nach 12 Monaten 9) statistisch signifikant ( $p=0.001$ ). Ebenfalls signifikant voneinander abweichend waren die Angaben der drei Vergleichsgruppen nach einem Monat Tragezeit ( $p=0.011$ ), während sich die Angaben nach dem 6. und 12. Monat statistisch gesehen nicht mehr signifikant voneinander unterschieden ( $p=0.202$  bzw.  $0.333$ ).

Aufgrund der zu geringen Anzahl wurden in Abbildung 5.7 und 5.8 die über einen und über fünf Pfeilerzähne befestigten Prothesen nicht berücksichtigt.

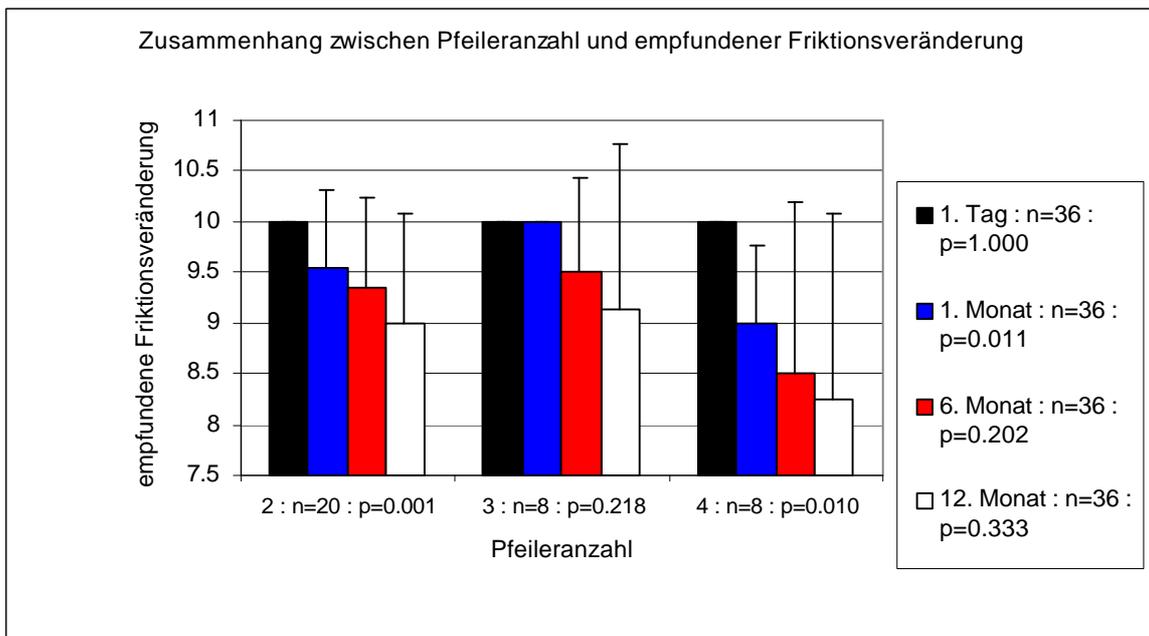
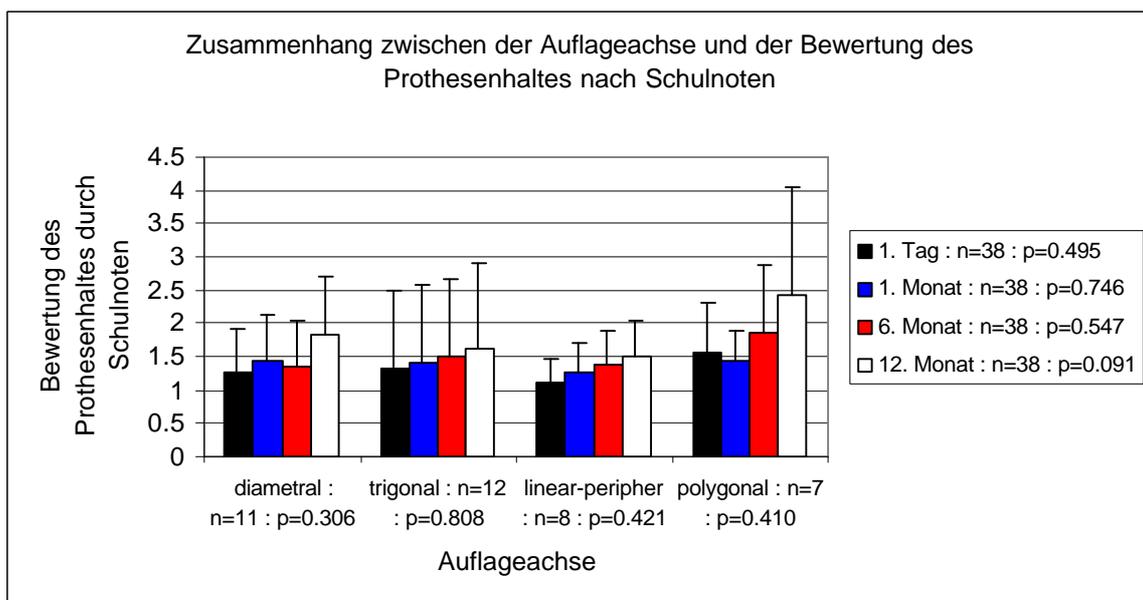


Abbildung 5.8 Zusammenhang zwischen der Pfeileranzahl und der empfundenen Friktionsveränderung

### 5.3.3 Zusammenhang zwischen der **Auflageachse** und der **Bewertung des Prothesenhaltes** nach Schulnoten

Aus Abbildung 5.9 ist ersichtlich, daß – unabhängig von der Art der Prothesenabstützung - die Benotungen bezüglich des Prothesenhaltes sehr ähnlich sind. Man kann feststellen, daß zum Eingliederungszeitpunkt die linear-peripher abgestützten Prothesen (Durchschnittsnote 1,13) am besten bewertet wurden, gefolgt von den diametral (1,2), trigonal (1,33) und polygonal (1,57) abgestützten Prothesen. Über den Beobachtungszeitraum von zwölf Monaten gaben die Träger der polygonal abgestützten Prothesen die größten Verschlechterungen Ihres Prothesenhaltes an. Deren Bewertung für den Prothesenhalt lag allerdings nach dem ersten Jahr mit 2,43 immer noch im Notenbereich „gut“. In dieser Gruppe ist außerdem die relativ große Standardabweichung im 12. Monat zu beachten. In allen anderen Gruppen wurde der Prothesenhalt nach dem ersten Jahr mit Durchschnittsnoten zwischen „sehr gut“ und „gut“ bewertet. Keine der in den einzelnen Gruppen angegebenen Veränderungen über die 12 Monate konnten dabei statistisch abgesichert werden ( $p$  zwischen 0.808 und 0.306). Auch der Vergleich der Bewertungen des Prothesenhaltes unter den vier Gruppen in Abhängigkeit zur Tragedauer zeigte weder am ersten Tag ( $p=0.495$ ) noch zu einem späteren Zeitpunkt statistisch signifikante Unterschiede ( $p$  zwischen 0.091 und 0.746). Punktuell abgestützte Prothesen wurden aufgrund der zu geringen Anzahl nicht berücksichtigt.



**Abbildung 5.9 Zusammenhang zwischen der Auflageachse und der Bewertung des Prothesenhaltes nach Schulnoten**

### 5.3.4 Zusammenhang zwischen der Auflageachse und der empfundenen Friktionsveränderung

Der Vergleich in Abbildung 5.10 zwischen vorhandener Prothesenabstützung und der von den Patienten empfundenen Friktionsveränderung während der ersten zwölf Monate Tragezeit zeigt, daß die größten Haftkraftveränderungen von denjenigen angegeben wurden, welche mit polygonal abgestützten Prothesen versorgt waren (vom Ausgangswert 10 Abfall bis auf Wert 8 nach 12 Monaten). Dieser geringe Abfall der Wertung war, wie auch der Abfall der Wertung in der Gruppe der mit diametral abgestützten Prothesen versorgten Patienten (vom Ausgangswert 10 auf Endwert 9,09), statistisch signifikant ( $p=0.026$  bzw.  $0.022$ ). Auffällig sind in der Gruppe der polygonal abgestützten Prothesen die im Vergleich zu den anderen Gruppen größten Standardabweichungen im 6. und 12. Monat.

Vergleicht man die von den Patienten empfundenen Friktionsveränderungen unter Berücksichtigung von Auflageachse und Tragedauer miteinander, so lassen sich keine signifikanten Abweichungen feststellen ( $p$  zwischen 1.000 und 0.096).

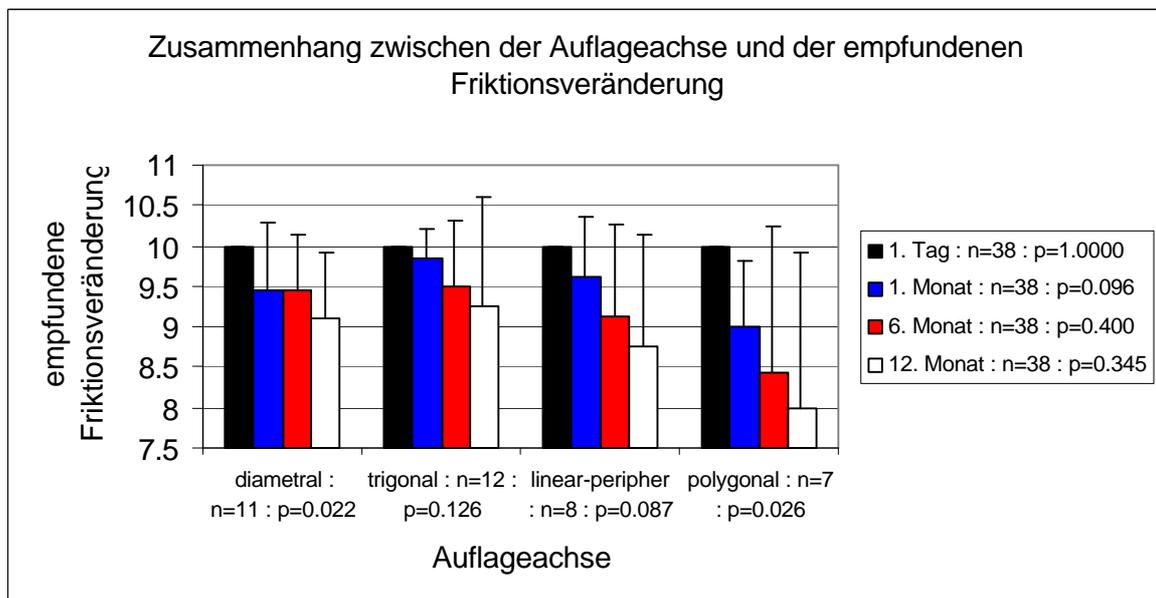


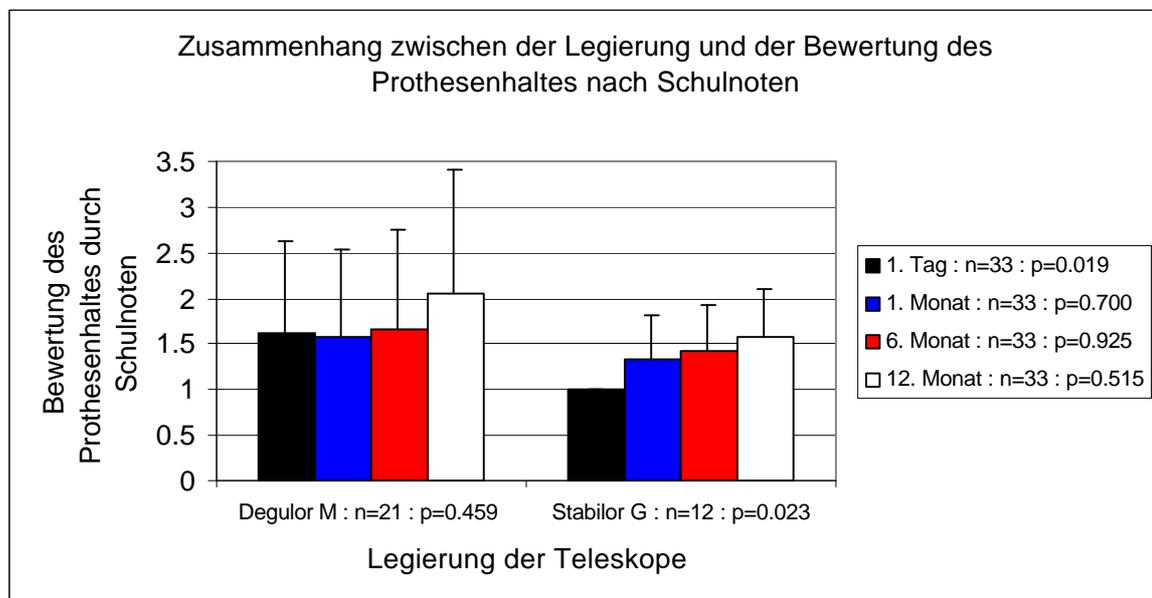
Abbildung 5.10 Zusammenhang zwischen der Auflageachse und der empfundenen Friktionsveränderung

### 5.3.5 Zusammenhang zwischen der verwendeten **Legierung** und der **Bewertung des Prothesenhaltes** nach Schulnoten

Die Gegenüberstellung der Friktionsbewertungen in Abhängigkeit von der verwendeten Legierung (Degulor M®, Stabilor G®) ist in Abbildung 5.11 dargestellt. Es zeigte sich, daß Patienten mit aus Stabilor G® hergestellten Teleskopen die Haftkraft über die ersten zwölf Monate etwas besser benoteten. Der geringfügige Abfall der Bewertung von Note 1 am Eingliederungstag auf die Endnote 1,58 nach einem Jahr war statistisch signifikant ( $p=0.023$ ). Die Patientengruppe, deren Teleskope aus Degulor M® hergestellt waren, bewerteten Ihren Prothesenhalt über den Beobachtungszeitraum tendenziell etwas schlechter als die Vergleichsgruppe, wobei die Benotungen auch in dieser Gruppe zwischen „gut“ und „sehr gut“ lagen (Bewertung am Eingliederungstag 1,62 nach 12 Monaten 2,05).

Der Vergleich der Bewertungen zwischen der Degulor M® und Stabilor G® Gruppe zeigte nur am Eingliederungstag ( $p=0.019$ ) signifikante Abweichungen, während die Unterschiede nach dem ersten ( $p=0.700$ ), sechsten ( $p=0.925$ ) und zwölften ( $p=0.515$ ) Monat nicht mehr signifikant waren.

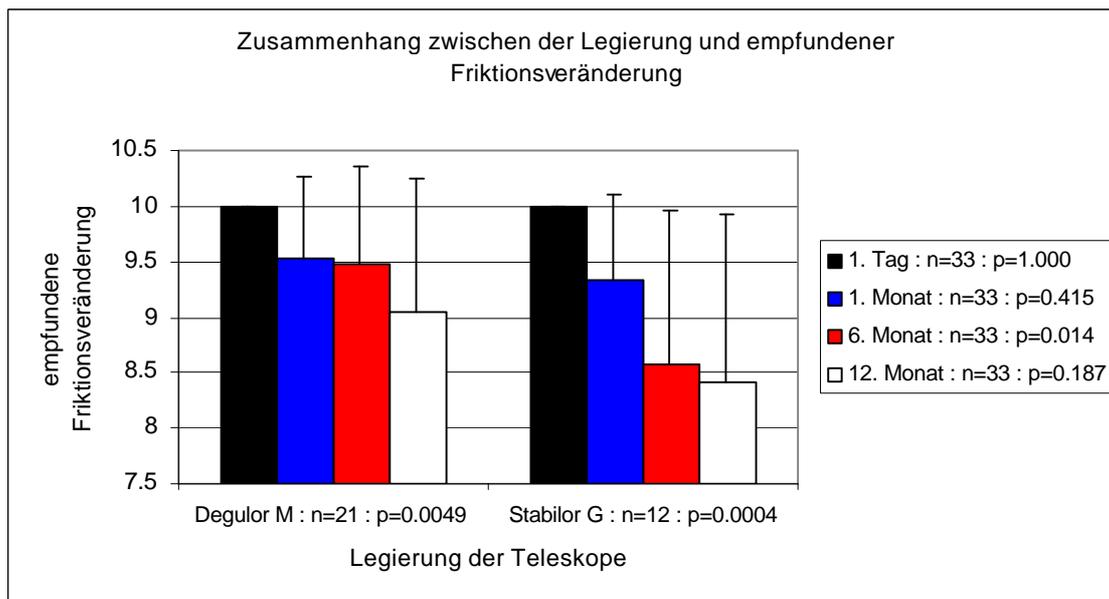
Aufgrund der geringen Anzahl wurden die Bewertungen der Patienten, deren Teleskope aus Degudent G®, Dentitan® und Degupal® hergestellt waren, nicht berücksichtigt.



**Abbildung 5.11 Zusammenhang zwischen der verwendeten Legierung und der Bewertung des Prothesenhaltes nach Schulnoten**

### 5.3.6 Zusammenhang zwischen der verwendeten **Legierung** und der empfundenen **Friktionsveränderung**

Auch die von den Patienten empfundenen Friktionsveränderungen waren unabhängig von der verwendeten Legierung (Stabilor G®, Degulor M®) über den Meßzeitraum sehr gering und in den beiden Vergleichsgruppen tendenziell vergleichbar (Abbildung 5.12). Patienten, deren Doppelkronen aus Stabilor G® hergestellt wurden, stellten die größeren Friktionsveränderungen während der ersten 12 Monate fest (vom Ausgangswert 10 auf Endwert 8,42 nach 12 Monaten). Sowohl diese Angaben ( $p=0.0004$ ), als auch die Angaben der Patienten, deren Teleskope aus Degulor M® hergestellt waren (Ausgangswert 10, nach 12 Monaten Wert 9,05) waren statistisch signifikant ( $p=0.0049$ ). Die Abweichungen der Angaben der beiden Vergleichsgruppen waren nur nach dem sechsten Monat mit  $p=0.014$  signifikant ( nach dem 1.Monat  $p=0.415$ ; nach dem 12. Monat  $p=0.187$ ).



**Abbildung 5.12 Zusammenhang zwischen der verwendeten Legierung und der empfundenen Friktionsveränderung**

## 6. Diskussion

In dieser Studie wurde geprüft, ob die hierbei angewandte Methode der Friktionseinstellung ohne technische Hilfsmittel ein praxistaugliches Vorgehen zur Friktionseinstellung von Teleskopprothesen am Patienten ist. Bisherige Empfehlungen zur Einstellung der Haftkraft von Doppelkronen waren in den Praxisablauf nur schwer zu integrieren und es gibt bis heute keine praxistauglichen Hilfsmittel zur instrumentellen Messung und Einstellung der Haftkraft von Teleskopprothesen. Wie bereits unter 4.4 erwähnt, ist beispielsweise die von *Kammertöns* [74, 75] mit einem Haftreibungssimulator (Bredent) im zahntechnischen Laboratorium durchgeführte instrumentelle Messung der Haftkraft für eine klinische Anwendung nicht geeignet, ebenso die von *Becker* [5] vorgeschlagene Anwendung einer Balkenwaage, welche nach Beurteilung von *Stark* [126] in der praxisnahen Anwendung zu wünschen übrig läßt, da am Patienten Bezugspunkte bzw. -flächen zur spezifischen Einstellung der individuellen Einschubrichtung der teleskopierenden Prothese fehlen. Die Empfehlungen einiger Autoren [33, 131], das individuelle Einstellen der Friktion behutsam und über mehrere Sitzungen verteilt vorzunehmen, stellt sowohl für den Patienten als auch für den Behandler aufgrund des erhöhten Zeitaufwandes eine unbefriedigende Situation dar. Zusätzlich birgt dieses Vorgehen auch die Gefahr in sich, die Friktion (versehentlich) zu stark zu verringern, was die Neuanfertigung der gesamten Prothese zur Folge hätte.

Zahlreiche Studien [7, 46, 50, 96, 99] ergaben, daß es *vor allem in der Anfangsphase* nach Eingliederung von teleskopierendem Zahnersatz zu erhöhten Friktionsverlusten kommt. Es galt daher die Frage zu klären, ob die Teleskopprothesen, welche nach dem hier vorgestellten Einstellverfahren eingliedert worden sind, nach 12 Monaten Tragezeit aus Sicht des Prothesenträgers noch zufriedenstellende Haftkraftwerte aufweisen würden. Im Blickpunkt stand hierbei auch die Frage, ob verschiedene Voraussetzungen wie unterschiedliche Pfeileranzahl, Auflageachsen und Legierungstypen einen möglichen Einfluß auf die Bewährung des Einstellverfahrens haben würden.

Die Ergebnisse zeigten, daß es innerhalb des Untersuchungszeitraumes von zwölf Monaten aus Sicht der Prothesenträger nur zu sehr geringen Friktionsveränderungen kam.

## Einfluß von *Pfeileranzahl*, *Auflageachse* und *Legierungstyp*

- Nach den Angaben der Patienten in dieser Untersuchung zum Prothesenhalt kann man schließen, daß es eine irrtümliche Vermutung wäre, den vom Patienten empfundene Prothesenhalt in Abhängigkeit von der Anzahl an Pfeilerzähnen zu sehen. Unabhängig von der Pfeileranzahl lagen alle Durchschnittsbewertungen während der 12 Monate zwischen „sehr gut“ und „gut“. In Übereinstimmung mit einer Studie von *Ericson* [41] konnte daher keine Korrelation zwischen der Anzahl an Pfeilerzähnen und der Retention der Suprakonstruktion gefunden werden, wobei es sich in *Ericson's* Studie allerdings um Konuskronen-getragene Restaurationen handelte. Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen stehen die Angaben von *Stark* [126], welcher eine auffällige Reduktion an Haftkraft an den Teleskopprothesen feststellte, welche über maximal drei Pfeilerzähne befestigt waren.
- Die vorliegende Untersuchung weist in Übereinstimmung mit *Heners* und *Walther* [59] weiter aus, daß die räumliche Verteilung der Pfeilerzähne und die damit verbundene Auflageachse eine klinisch nicht meßbare Bedeutung für die Prognosestellung hatte. In dem hier untersuchten Patientengut wie auch dem Untersuchungsgut von *Heners* und *Walther* wiesen Konstruktionen, die auf zwei diametral oder linear-peripher angeordneten Pfeilerzähnen abgestützt waren, im Beobachtungszeitraum keine höheren Mißerfolge auf als tri- oder polygonal abgestützte Prothesen.
- In Übereinstimmung mit Untersuchungen von *Vosbeck* [137] und *Becker* [8] spielt der Legierungstyp hinsichtlich der Beurteilung der Haftkraft nur eine untergeordnete Rolle. *Vosbeck* verglich innerhalb seines Patientengutes die Friktion von Teleskopen, welche aus hochgoldhaltigen, goldreduzierten und aus NEM- Legierungen hergestellt waren und konnte dabei keine relevanten Unterschiede feststellen. *Becker* verglich experimentell verschiedene Legierungen mit der Erkenntnis, daß die untersuchten Teleskopkronen zwar hinsichtlich der Abzugskräfte erhebliche Schwankungen aufwiesen, diese aber nicht auf die Unterschiede der Legierungen sondern auf die herstellungsbedingten Unterschiede in der Form der Teleskope und den damit verbundenen Unterschieden in den Berührungsflächen von Innen- und Außenteleskop zurückzuführen sind. *Stark* [126] hingegen konnte experimentell Unterschiede im Friktionsverhalten von Teleskopkronen, welche aus verschiedenen Legierungen gegossenen waren, feststellen. So kam es bei der von ihm geprüften edelmetallfreien Legierung Wiron 99 zu einer geringen Haftkraftabnahme, während es bei Teleskopen aus

Deglor M/MO zu einem leichten und bei Deglor NF IV sogar zu einem starken Friktionsanstieg gekommen war.

### **Warum stellte das untersuchte Patientengut nur so geringe Friktionsveränderungen fest?**

Die von *Geginat* [50] durchgeführten **experimentellen** Untersuchungen zeigten, daß teleskopierende Verankerungen während des ersten Jahres einen Haftkraftverlust von bis zu 20% erleiden. Diese relativ großen Haftkraftverluste wurden allerdings bei **ungeschmierten** Verschleißuntersuchungen ermittelt. Hier stellt sich die Frage, ob sich Ergebnisse solch ungeschmiert durchgeführter Verschleißuntersuchungen an teleskopierenden Verbindungen auf die realen Verhältnisse der Mundhöhle übertragen lassen. So konnte *Stark* [126] beispielsweise zeigen, daß sich die zum manuellen Trennen von Teleskopkronen erforderliche Kraft nach einer Speichelsuperfusion gegenüber den „trockenen Messungen“ erhöhte. Auch *Becker* [4, 9] konnte in seinen experimentell durchgeführten Friktionsuntersuchungen erhöhte Abzugswerte nach Zufuhr von künstlichem Speichel (Glandosane, Fa. Fresenius) feststellen. Durch den Speichel treten neben den Haft- und Gleitreibungskräften zusätzlich adhäsive und kohäsive Kräfte im Grenzflächenbereich Speichel-/Metalloberfläche auf, welche zu einer Friktionserhöhung führen können [4, 6, 9, 126].

Zudem stellte *Becker* [6] fest, daß durch Flüssigkeits- und oder Schmierstofffilme der Verschleiß von Metalloberflächen deutlich herabgesetzt werden kann.

So wären die durch den Speichel entstehenden adhäsiven und kohäsiven Kräfte zwischen Speichel-/Metalloberfläche in Kombination mit einer Verschleißminderung durch den Schmiereffekt eine Erklärung für die nur geringen Friktionsverluste, welche die Patienten feststellten.

## Schlußfolgerungen

Aufgrund der Ergebnisse kann die Schlußfolgerung gezogen werden, daß sich die in dieser Arbeit angewandte Methode zur Friktionseinstellung von Teleskopprothesen über den Meßzeitraum von 12 Monaten bewährt hat. Es stellte sich heraus, daß - unabhängig von den in dieser Studie zugrunde gelegten möglichen Einflußgrößen - die Patienten den Halt ihrer Prothesen über den Beobachtungszeitraum des ersten Jahres tendenziell mit „sehr gut“ (Note 1) bis „gut“ (Note 2) beurteilten.

Die hier vorgestellte Methode der Friktionseinstellung vereinigt mehrere Vorteile für den behandelnden Zahnarzt:

- die Friktion der Prothese wird bereits **vor** definitiver Eingliederung eingestellt, so daß nachträgliche Korrekturen (in der Regel) entfallen und damit auch das Risiko, die Friktion einer mit zu hoher Haftkraft bereits festzementierten Prothese zu stark zu verringern
- sie kommt ohne Kosten verursachende und evtl. wartungsbedürftige technische Hilfsmittel aus
- sie ist aufgrund des geringen Zeitaufwandes problemlos in den alltäglichen Praxisablauf integrierbar
- sie bietet auch dem weniger erfahrenen Zahnarzt und Studenten die Möglichkeit, die Friktion von Teleskopprothesen schnell und sicher einzustellen

## Ausblick

Für eine Langzeitevaluation sollten sich weitere Studien über einen noch längeren Zeitraum anschließen, die den Erfolg/Mißerfolg von Prothesen untersuchen, welche über das hier angewandte Verfahren der Friktionseinstellung eingestellt und eingegliedert wurden. Interessant wäre zusätzlich auch ein Vergleich, wie unterschiedlich der behandelnde Zahnarzt und der Patient eventuell stattfindende Haftkraftveränderungen bewerten.

## 7. Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde die Bewährung eines Verfahrens zur Friktionseinstellung von 39 Teleskopprothesen mit 107 Pfeilerzähnen an 31 Patienten über einen Beobachtungszeitraum von 12 Monaten untersucht. Dabei wurde geprüft, ob unterschiedliche Voraussetzungen (Pfeileranzahl, Auflageachse, Legierung der Teleskope) einen Einfluß auf die Bewährung dieses Einstellungsverfahrens hatten. Die Patienten mußten hierzu sowohl den Prothesenhalt als auch die subjektiv empfundenen Friktionsveränderungen ihrer Prothesen zu vorgegebenen Zeitpunkten während der 12 Monate in einem Erhebungsbogen protokollieren.

Nach Analyse der erhobenen Daten zeigte sich, daß sich das in dieser Studie geprüfte Verfahren der Friktionseinstellung von Teleskopprothesen bei dem untersuchten Patientengut bewährte. Ein totaler Mißerfolg im Sinne der Notwendigkeit einer Neuanfertigung aufgrund einer fehlerhaften Friktionseinstellung war in keinem Fall erforderlich. Die Durchschnittsbewertungen des Prothesenhaltes verschlechterten sich zwar geringfügig während der ersten 12 Monate, lagen aber tendenziell bis zum Ende des Meßzeitraumes bei der Bewertung nach Schulnoten zwischen „gut“ (Note 2) und „sehr gut“ (Note 1) auf sehr hohem Niveau ( $p=0.0502$ ). Auch die von den Patienten festgestellten Friktionsveränderungen während des Meßzeitraumes waren nur sehr gering ( $p<0.0001$ ).

Ferner kann festgestellt werden, daß unterschiedliche Voraussetzungen wie Pfeileranzahl, Auflageachse oder Legierungstyp keinen wesentlichen Einfluß auf die Bewertungen der Patienten bezüglich der Friktionsveränderungen hatten.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung deuten darauf hin, daß der Speichel einen verschleißmindernden Einfluß auf teleskopierenden Zahnersatz hat und die klinische Übertragung der Ergebnisse „trocken“ durchgeführter experimenteller Verschleißuntersuchungen, wo Friktionsverluste von 20% ermittelt wurden, zurückhaltend betrachtet werden sollten.

## 8. Literaturverzeichnis

1. Axelsson, P., Lindhe, J.: Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. *J Clin Periodont* 5, 133 (1978)
2. Barone, P.: Pergolide monotherapy in the treatment of early PD. *Neurology* 59, 573-578 (1999)
3. Becker, H.: Das Haftverhalten teleskopierender Kronen. *Zahnärztl Welt* 91, 48 (1982)
4. Becker, H.: Einflüsse des umgebenden Mediums auf das Haftverhalten teleskopierender Kronen. *Zahnärztl Welt* 91, 54 (1982)
5. Becker, H.: Untersuchung der Abzugskräfte abnehmbarer Teleskop-Prothesen. *Zahnärztl Prax* 33, 153 (1982)
6. Becker, H.: Wirkungsmechanismus der Haftung teleskopierender Kronen. *Zahnärztl Prax* 34, 281 (1983)
7. Becker, H.: Der Einfluß von Zahnpasta auf das Haftverhalten parallelwandiger Teleskopkronen. *Zahnärztl Prax* 34, 332 (1983)
8. Becker, H.: Abzugskräfte an teleskopierenden Kronen aus verschiedenen Legierungen im Dauertest. *Zahnärztl Prax* 34, 427 (1983)
9. Becker, H.: Das Haftverhalten eines Zylinderteleskops mit „gezogenen“ Reibflächen. *Zahnärztl Welt* 93, 474 (1984)
10. Böttger, H.: Die prothetische Versorgung des Lückengebisses mit Teleskopprothesen. *Zahnärztl Rundsch* 62, 18 (1953)
11. Böttger, H.: Die Einteleskop-Prothese im Oberkiefer. *Zahnärztl Welt* 11, 31 (1956)
12. Böttger, H.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Prothetik. J.A. Barth, Leipzig 1961
13. Böttger, H.: Langjährige Erfahrungen mit dem Teleskopsystem und der heutige Stand der Teleskoptechnik. *Österr Z Stomatol* 66, 162 (1969)

14. Böttger, H.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis. Quintessenz, Berlin 1977
15. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Prothetische Behandlung eines anterioren Restgebisses im Oberkiefer mit einer Teleskopprothese. Quintessenz 20, 49 (1969)
16. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Prothetische Behandlung eines parodontal geschädigten Restgebisses im Unterkiefer mit einer Teleskop-Prothese. Einfügen von Kronen und Brücken im Oberkiefer. Quintessenz 20, 59 (1969)
17. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Behandlung einer oberen und unteren Teleskop-Prothese nach ausgedehnten vorbereitenden Maßnahmen. Quintessenz 21, 43 (1970)
18. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Prothetische Behandlung mit Teleskopprothesen nach vorausgegangener Bißhebung. Quintessenz 21, 51 (1970)
19. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Die Behandlung mit einer Teleskopprothese unter Verwendung metallkeramischer Kronen. Quintessenz 21, 53 (1970)
20. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Prothetische Behandlung mit Teleskopprothesen im stark reduzierten Lückengebiß. Quintessenz 21, 55 (1970)
21. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Prothetische Behandlung mit einer Teleskop-Defektprothese nach einem chirurgischen Eingriff. Quintessenz 21, 57 (1970)
22. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Prothetische Versorgung eines OK-Lückengebisses. Quintessenz 21, 59 (1970)
23. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Oberkiefer-Teleskopprothese. Quintessenz 21, 67 (1970)

24. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Teilprothese im Oberkiefer mit Rillen-Schulter-Stiftgeschieben und Geschiebesteg. Teilprothese im Unterkiefer mit Teleskopkronen bzw. Dreiviertel-Teleskopkronen und Geschiebesteg. Quintessenz 21, 69 (1970)
25. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Prothetische Behandlung mit einer abnehmbaren Brücke. Quintessenz 21, 71 (1970)
26. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Prothetische Behandlung mit einer festsitzenden Oberkieferbrücke unter Verwendung teleskopierender Elemente und einer einseitigen Freundprothese im Unterkiefer. Quintessenz 21, 75 (1970)
27. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Prothetische Behandlung mit einer Schienenbrücke im Oberkiefer und einer Teleskop-Prothese im Unterkiefer. Quintessenz 21, 109 (1970)
28. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Prothetische Behandlung mit einer Einteleskopprothese im Oberkiefer und Teleskopprothese im Unterkiefer unter primärer Verblockung der Restzähne. Quintessenz 22, 59 (1971)
29. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Teleskopprothese im Unterkiefer (anteriores Restgebiss). Abstützung einer Oberkieferprothese auf einen letzten, parodontal geschwächten Zahn durch Kugelanker. Quintessenz 22, 61 (1971)
30. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Prothetische Behandlung mit Teleskopprothesen nach Kieferverletzung. Quintessenz 22, 65 (1971)
31. Böttger, H., Engelhardt, J.P.: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Praxis - Prothetische Versorgung eines Lückengebisses - Einteleskopprothese im Oberkiefer. Quintessenz 22, 69 (1971)
32. Böttger, H.: Zur Frage der Friktion teleskopierender Anker. Zahnärztl Prax 29, 347 (1978)

33. Böttger, H., Rosenbauer, K.A.: Rasterelektronenmikroskopische und röntgenmikroanalytische Untersuchungen der Oberfläche teleskopierender Anker. *Österr Z Stomatol* 75, 42 (1978)
34. Bowden, F.P., Tabor, D.: *The friction and lubrication of solids.* (Clarendon Press), Oxford 1964
35. Diedrichs, G.: Ist das Teleskopsystem noch zeitgemäß? *Zahnärztl Welt* 99, 78 (1990)
36. DIN 50281: *Reibung in Lagerungen – Begriffe, Arten, Zustände, physikalische Größen.* Beuth, Berlin 1977
37. DIN 50320: *Verschleiß – Begriffe, Systemanalyse von Verschleißvorgängen, Gliederung des Verschleißgebietes.* Beuth, Berlin 1979
38. Dölle, K.: Zur Anwendung von Teleskopkronen in der Brückenprothetik. *Zahntechnik* 5, 187 (1968)
39. Dörscheln, K.: Die Einteleskopprothese im Unterkiefer. *Zahnärztl. Rdsch.* 64, 345-347 (1955)
40. Drummer, R.V.: *Pertometrische und elektronenmikroskopische Untersuchungen von Teleskop- und Konuskronen in bezug auf ihre Friktion.* Med. Diss., Düsseldorf (1977)
41. Ericson, A., Nilsson, B., Bergman, B.: Klinische Resultate bei Patienten, die mit Konuskronen-getragenen Restaurationen versorgt wurden. *Quintessenz* 42, 1237 (1991)
42. Feldmeier, A.: *Messungen der horizontalen Zahnbeweglichkeit vor und nach Inkorporation von Resilienzteleskopprothesen.* Inaugural - Dissertation Göttingen 1982
43. Förster, J.S.: *Untersuchungen zum Funktionsmechanismus teleskopierender Totalprothesen.* Med Diss Erlangen (1987)
44. Frank, H.G.: Ein Beitrag zur Vermeidung von Mißerfolgen mit Teleskopprothesen im stark reduzierten Restgebiß. *Dtsch Zahnärztl Z* 23, 361-365 (1968)
45. Franscini, A.V.: *Klinische Langzeitbewährung teleskopierender Totalprothesen.* Med. Diss., Erlangen-Nürnberg (1989)
46. Freesmeyer, W.B.: *Konstruktionselemente in der zahnärztlichen Prothetik.* Hanser, München-Wien 1987

47. Fuchs, H.-C.: Ein Beitrag zum Problem „Diagnose und Prognose“ bei der prothetischen Versorgung des parodontal insuffizienten Gebisses. Med. Diss., Freiburg 1980
48. Gasser, F.: Bevorzugte Konstruktionselemente des partiellen Zahnersatzes. Österr Z Stomatol 64, 371 (1967)
49. Gasser, F.: Parallel-, Konus- oder Resilienz-Teleskop. Freie Zahnarzt 4, 227 (1974)
50. Geginat, K.: Untersuchungen der Abzugskräfte an teleskopierenden Ankern. Med. Diss., Düsseldorf (1978)
51. Gernet, W., Adam, P., Reither, W.: Nachuntersuchungen von Teilprothesen mit Konuskronen nach K.H. Körber. Dtsch Zahnärztl Z 38, 998 (1983)
52. Goslee, H.: Principles and Practice of Crown and Bridge Work. Dental Items of Interest Publishing Co., New York 1923
53. Guckes, A.D., Smith, D.E., Swoope, C.C.: Counseling and related factors influencing satisfaction with dentures. J Prosth Dent 39, 259 (1978)
54. Gütschow, F.: Titanitridbeschichtung von Teleskopen - Dauerhafte Friktion ohne Verschleiß? Dental Labor 16, 1233 (1993)
55. Häupl, K.: Das Teleskop im Dienste der Behandlung der Zahnlockerung. Österr Z Stomatol 56, 73 (1959)
56. Häupl, K., Reichborn-Kjennerud, J.: Moderne zahnärztliche Kronen- und Brückenarbeiten. Hermann Meusser, Berlin 1929
57. Hedegard, B.: Die Mitarbeit des Patienten – ein Planungsfaktor. Zahnärztl. Welt, Ref.88, 680 (1979)
58. Heners, M., Walther, W.: Klinische Bewährung der Konuskrone als perioprothetisches Konstruktionselement - eine Langzeitstudie. Dtsch Zahnärztl Z 43, 525 (1988)
59. Heners, M., Walther, W.: Pfeilerverteilung und starre Verblockung - eine klinische Langzeitstudie. Dtsch Zahnärztl Z 43, 1122 (1988)
60. Heners, M., Walther, W.: Die Prognose von Pfeilerzähnen bei stark reduziertem Restzahnbestand. Eine klinische Langzeitstudie. Deutsch Zahnärztl Z 45, 579 (1990)

61. Henkel, G.: Eine lehrreiche Beobachtung zur Versorgung mit Teleskopverankerungen. Dtsch Stomat 16, 34-40 (1966)
62. Henrich, H., Kerschbaum, Th. : Das Karies- und Verlustrisiko bei unterschiedlichen Halte- und Stützelementkonstruktionen. Zahnärztl Welt 89, 55 (1980)
63. Hofmann, M.: Die Versorgung von Gebissen mit einzelnstehenden Restzähnen mittels sog. Cover-Denture-Prothesen. Dtsch Zahnärztl Z 21, 478 (1966)
64. Hofmann, M.: Die teleskopierende Totalprothese. Dental Labor 16, 589 (1968)
65. Hofmann, M.: Die teleskopierende Totalprothese. Zahnärztl Welt 80, 192 (1971)
66. Hofmann, M., Ludwig, P.: Die teleskopierende Totalprothese im stark reduzierten Lückengebiß. Dtsch Zahnärztl Z 28, 2 (1973)
67. Hoffmann, U.: Nachuntersuchungen an teleskopierenden Totalprothesen. Med. Diss. Tübingen (1974)
68. Holste, Th. , Stark, H.: Die Verbindung zwischen Teleskopkrone und Gerüstprothese aus parodontalprophylaktischer Sicht. Phillip J 7, 83 (1990)
69. Jacoby, W., Gasser, F.: Nachträgliche Haltverbesserung von Teleskopkronen. Quintessenz 24, 59 (1973)
70. Johnke, G.: Untersuchungen zur Inkorporation von Konuskronen Zahnersatz im Vergleich mit Brücken und Vollprothesen. Dtsch Stomatol 41, 362 (1991)
71. Jonen, B.: Auswirkungen des teleskopierenden Zahnersatzes am stark reduzierten Lückengebiß. Med. Diss. 1968 Düsseldorf
72. Jüde, H.D., Kühl, W., Roßbach, A.: Einführung in die zahnärztliche Prothetik. 5.Aufl. Deutscher Ärzte- Verlag, Köln 1996
73. Jung, T., Borchers, L.: Experimentelle Studie über mechanische Eigenschaften von Präzisionsverbindungen. Dtsch. Zahnärztl. Z. 38, 986 (1983)
74. Kammertöns, H.: Haftreibungsprüfung an Teleskop- und Konuskronenarbeiten. Quintessenz Zahntech 14, 11 (1988)

75. Kammertöns, H.: Teleskop- und Konusprothesen mit definierter Haftreibung. Dental-Labor 37, 551 (1989)
76. Kantorowicz, A.: Die gestützte Prothese. Zahnärztl Rdsch.40, 442-454 (1931)
77. Kantorowicz, A.: Zur Statik der partiellen Prothese. Dtsch Zahnärztl Z 4, 141-162 (1949)
78. Katay, L., Kerschbaum, Th. : Intensivbetreuung von Patienten mit herausnehmbarem Teilersatz. Dtsch Zahnärztl Z 41, 293 (1986)
79. Ketterl, W.: Erfolge und Mißerfolge bei prothetischen Maßnahmen im parodontal erkrankten Gebiß. Dtsch Zahnärztl Z 21, 87 (1966)
80. Körber, E.: Der Einfluß einiger Konstruktionselemente auf den Erfolg und Mißerfolg partieller Prothesen. Dtsch Zahnärztl Z 18, 992 (1963)
81. Körber, E.: Ergebnisse aus Nachuntersuchungen bei Trägern von Teilprothesen. Zahnärztl Mitt 67, 403 (1977)
82. Körber, E.: Erfahrungen mit der Teleskop-Coverdenture-Prothese. Stomatol DDR 30, 844 (1980)
83. Körber, E., Lehmann, K., Pangidis, C.: Kontrolluntersuchungen an parodontal und parodontal-gingival gelagerten Teilprothesen. Dtsch Zahnärztl Z 30, 77 (1975)
84. Körber, K.H.: Konuskronen - ein physikalisch definiertes Teleskopsystem. Dtsch Zahnärztl Z 23, 619 (1968)
85. Körber, K.H.: Konuskronen - Teleskope. Dr. Alfred Hüthig-Verlag GmbH, Heidelberg, S. 339-340 (1969)
86. Körber, K.H.: Konuskronen - Teleskope. Hüthig Verlag, Heidelberg 1983
87. Krämer, A., Weber, H.: Präzisionselemente in der Teilprothetik - Teleskopierende Systeme. Zahnärztl Mitt 80, 2328 (1990)
88. Kragelski, I.W.: Reibung und Verschleiß. Carl Hanser Verlag, München 1971

89. Laetzsch, E.: Die Teleskopkrone als kombiniertes Halte- und Stützelement bei der prothetischen Versorgung des stark reduzierten Lückengebisses. Dtsch Stomat 12, 681 (1962)
90. Lehmann, K.: Untersuchungen über die Haftkraft von Verbindungselementen mit „aktiver“ Haltefunktion. Dtsch Zahnärztl Z 26, 764 (1971)
91. Lehmann, K.M., Hellwig, E.: Einführung in die restaurative Zahnheilkunde, 7.Aufl. Urban & Schwarzenberg 1993
92. Lenz, P., Gernet, W.: Einseitige Freidendprothesen mit Konuskronen. Zahnärztl Welt 87, 1069 (1978)
93. Loe, H.: The gingival index, the plaque index and the retention index systems. J Perisdont 38, 38 (1967)
94. Mack, H.: Die teleskopierende Verankerung in der Teilprothetik. Quintessenz Zahntech 9, 17 (1983)
95. Marxkors, R.: Die subtotale Teleskop-Prothese im Unterkiefer. Quintessenz Zahntech 10, 925 (1984)
96. Meyer, E.: Die Bewährung von Stegverbindungen, Teleskopkronen und Kugelknopfankern im stark reduzierten Gebiß. Dtsch Zahnärztl Z 38, 1011 (1983)
97. Nagasawa, T., Okane, H., Tsuru, H.: The role of the periodontal ligament in overdenture treatment. J Prost Dent 42, 12 (1979)
98. Nyman, S.: A longitudinal study of combined periodontal and prosthetic treatment of patients with advanced periodontal disease. J Prost Dent 50, 163 (1979)
99. Ohkawa, S., Okane, H., Nagasawa, T., Tsuru, H.: Changes in retention of various telescope crown assemblies over long-term use. J Prost Dent 64, 153 (1990)
100. Peeso, F.A.: Crown and Bridge-work. Henry Kimpton, London 1924
101. Rateitschak, K.H.: Indikation, Wert und Unwert der Schienung. Dtsch Zahnärztl Z 35, 699 (1980)
102. Rehm, H.: Grundsätzliche Betrachtungen zur partiellen abnehmbaren Prothese. Zahnärztl Rundsch 49, 37 (1940)

103. Rehm, H.: Über die Möglichkeit der prothetischen Auswertung einzelner Frontzähne. Zahnärztl Welt 5, 115 (1952)
104. Rehm, H., Körber, E., Körber, K.H.: Biophysikalischer Beitrag zur Problematik starr abgestützter Freiidprothesen. Dtsch Zahnärztl Z 17, 963 (1962)
105. Reithemeier, B., Reithemeier, G.: Erfahrungen bei der Anwendung des Doppelkronensystems. 1. Mitteilung: Die teleskopierende Totalprothese. Stomat DDR 26, 538 (1976)
106. Reithemeier, B., Reithemeier, G.: Erfahrungen bei der Anwendung des Doppelkronensystems. 2. Mitteilung: Die Cover-denture-Prothese. Stomat DDR 26, 615 (1976)
107. Reither, W.: Prothetische Konstruktionselemente als Schienungshilfsmittel zur Versorgung des parodontal insuffizienten Gebisses. Österr Z Stomatol 75, 99 (1978)
108. Reitz, P.V., Weiner, M.G., Levin, B., Ed., E.: An overdenture survey: Second report. J Prost Dent 43, 457 (1980)
109. Renner, R.P., Gomes, B.C., McNamara, T.F., Baer, P.N., Shakun, M.L.: Overdenture sequelae: A nine-month report. J Prost Dent 48, 377 (1982)
110. Renggli, H. H., Schweizer, H.: Zahnschienung mittels teleskopierender Brücken. Dtsch Zahnärztl Z 28, 1228 (1973)
111. Renggli, H. H., Allet, B., Spanauf, A. J.: Splinting of teeth with fixed bridges : biological effect. J Oral Rehabil 11, 535 (1984)
112. Reppel, P.D., Sauer, G.: Bewährung von kombiniert festeingliedbar- herausnehmbarem Zahnersatz - Ergebnisse einer Nachuntersuchung. Zahnärztl Welt 93, 112 (1984)
113. Riedel, H.: Über Röntgenuntersuchungen an mit Teleskopkronen versehenen Zähnen. Dtsch Zahnärztl Z 17, 1491-1499 (1962)
114. Riedel, H.: Über Nachuntersuchungen bei Trägern von Teleskopprothesen. Zahnärztl Welt 63, 63-66 (1962)
115. Robbins, J.W.: Periodontal considerations in the overdenture patient. J Prost Dent 46, 596 (1981)

116. Röper, M.: Untersuchungen der Haft- und Gleitreibungskräfte an teleskopierenden Prothesenankern im Dauerverschleißversuch. Inaugural-Dissertation, Düsseldorf 1982
117. Rossbach, A.: Der Kronenrand und das marginale Parodontium einzelner mit Teleskopen versehener Zähne. Dtsch Zahnärztl Z 26, 730-733 (1971)
118. Sassen, H.: Funktionelle Parameter und Okklusion von Teilprothesen in Abhängigkeit von der Art der Verbindungselemente. Dtsch Zahnärztl Z 45, 576 (1990)
119. Saxer, U. P., Mühlemann, H. R.: Motivation und Aufklärung, Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 85, 905 (1975)
120. Schreiber, S.: Die Verankerung von Teilprothesen mit Teleskopkronen. Dtsch Zahnärztl Z 14, 983-988 (1959)
121. Schwanewede von, H., Anderseck, E.: Proteza Teleskopowa - Die Teleskopprothese im stark reduzierten Lückengebiss. Prot Stom 35, 166 (1985)
122. Singer, F.: Die verbesserte Retention von Teleskopkonstruktionen. Österr Z Stomatol 55, 377 (1958)
123. Singer, F.: Erfahrungsbericht über Teleskopprothesen im stark reduzierten Restgebiss. Zahnärztl Rundsch 74, 457-459 (1965)
124. Staegemann, G.: Die teleskopierenden Abstützungen und ihre Bewährung im orofazialen System. Dtsch Stomat 18, 193 (1968)
125. Stark, H.: Untersuchungen über die Mundhygiene bei Trägern von Teleskopprothesen. Dtsch Zahnärztl Z 48, 570 (1993)
126. Stark, H.: Klinische und werkstoffkundliche Untersuchungen zur Bewährung von Teleskopprothesen und zum Verschleißverhalten von Teleskopkronen. Habil. Schr. Würzburg 1996
127. Starr, R.W.: Removable bridge-work-porcelain cap crowns. Dent Cosmos 28, 17(1886). Zit. Nach Hoffmann-axthelm, W.: Geschichte der Zahnheilkunde. Quintessenz, Berlin 1973, S. 266-268.
128. Strub, J. R., Treichler, R. W., Wirz, Ch. R., Siegrist, J.V.: Der Einfluß verschiedener Betreuungsintervalle auf die orale Gesundheit von Patienten mit festsitzendem Zahnersatz – Resultate nach 2 Jahren. Dtsch Zahnärztl Z 38, 261 (1983)

129. Stüttgen, U.: Experimentelle Untersuchungen zur Parallelität gefräster teleskopierender Primäranker. Dtsch Zahnärztl Z 38, 538 (1983)
130. Stüttgen, U.: Experimentelle Untersuchungen zum Verschleißverhalten der dentalen Gußlegierungen Degulor M, Micro-Bond-NP2 und Wiron 77 unter spezieller Berücksichtigung des Teleskopsystems. Dtsch Zahnärztl Z 38, 1024 (1983)
131. Stüttgen, U., Hupfaut, L.: Kombiniert festsitzend – abnehmbarer Zahnersatz. In: Horch, H.-H., Hupfaut, L., Ketterl, W., Schmuth, G., (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde 6 (Teilprothesen), 2.Aufl. Urban & Schwarzenberg, München – Wien - Baltimore 1988, S.163
132. Stüttgen, U., Rosenbauer, K.A.: Funktionseinstellung von Außenteleskopen durch Innenglänzen. Zahntechnik 38, 27 (1980)
133. Toolson, L.B., Smith, D.E.: A 2-year longitudinal study of overdenture patients. Part I: Incidence and control of caries in overdenture abutments. J Prost Dent 40, 486 (1978)
134. Toolson, L.B., Smith, D.E.: A five - year longitudinal study of patients treated with overdentures. J Prost Dent 49, 749 (1983)
135. Trauner, R., Plischka, G.: Über Teleskopprothesen bei kieferchirurgischen Fällen. Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk. 27, 297-312 (1957)
136. Tsuru, H., Takamor, A., Seo, T.: Teleskopprothese – Clinic and Dental Laboratory. Ishiyaku shuppan Co Ltd. 1981
137. Vosbeck, B.: Nachuntersuchungen von Teleskopprothesenträgern. Med. Diss. Düsseldorf, 1989
138. Voß, R., Kerschbaum, Th. : Neue Gesichtspunkte bei der Versorgung mit herausnehmbarem Teilersatz. Dtsch Zahnärztl Z 36, 1 (1981)
139. Weikart, P.: Leitfaden der zahnärztlichen Werkstoffkunde. Carl Hanser Verlag, München 1950
140. Weißkopf, J.: Zur Bewertung des schleimhautgetragenen oder abgestützten herausnehmbaren Teilplattenersatzes. Dtsch. Stomat. 14, 6 (1965)

141. Wupper, H.: Zur Biomechanik verschiedener Verankerungssysteme – Grundsätze zur Indikation von Geschieben, Stegen und Teleskopen. Zahnärztl Welt 95, 36 (1986)
142. Wulf, K.: Klinische und röntgenologische Veränderungen des Parodontiums unter dem Einfluß von Resilienz-Teleskop-Prothesen nach M. Hofmann. Inaugural-Dissertation, Göttingen 1977

## **9. Anhang**

### **Danksagung**

An dieser Stelle danke ich Herrn Prof. Dr. F. Gütschow für die Überlassung des Themas.

Darüber hinaus gilt mein Dank Herrn OA Dr. Fenske für die freundliche Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit.

### **Lebenslauf**

- 17.10.1971 als erstes Kind des Nervenarztes Dr. med. Hubert Bohr und seiner Frau, Ärztin für Allgemeinmedizin Dr. med. Maryam Bohr, geb. Modjallal-Azad, in Homburg (Saar) geboren
- 1978 – 1982 Grundschule in Homburg (‘78 - ‘80) und Lebach (‘80 - ‘82)
- 1982 – 1991 Realgymnasium in Lebach
- 1991 – 1992 Grundwehrdienst in der Luftlandemörserkompanie 260 in Lebach
- 1992 – 1998 Studium der Zahnmedizin an der Universität Hamburg
- seit 1999 tätig als Assistenz Zahnarzt in Hamburg

## **Erklärung**

Ich versichere ausdrücklich, daß ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfaßt, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe, und daß ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.