

# Klinische Studie zur Beurteilung von enossalen $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Keramik-Implantaten mit parodontologischen Kriterien

Von P. A. Ehrl, Frankfurt\*

Als Kriterien zur parodontologischen Beurteilung von Pfeilstift- und Extensionsimplantaten aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Keramik (Biolex®) wurden die klinische Inspektion, die Messung der Taschentiefe, der Sulcus-Fluid-Fließrate und die Planimetrie der Plaqueareale herangezogen. Alle Verfahren lieferten im Vergleich mit natürlichen Zähnen derselben Personen günstige Ergebnisse, die jedoch zum Teil widersprüchlich sind. Für statistisch aussagekräftige Ergebnisse scheinen größere Fallzahlen (hier: 70 Implantate) und eine längere Beobachtungsdauer (hier: 4 Jahre) erforderlich. Die Meßverfahren sind geeignet, zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit von Implantaten reproduzierbare Werte zu liefern.

## Einleitung

Vielfach wurde über Implantate berichtet, ohne für den jeweils zitierten Erfolg oder Mißerfolg reproduzierbare Kriterien zu messen. Nur vereinzelt finden sich Bemühungen, solche Erfolgskriterien für Implantate zu definieren. Zu nennen sind hier die exfoliativ-zytologischen Untersuchungen an der peripilären Mukosa [19], die Erfassung des Oral-Hygiene- und des Sulcus-Bleeding-Index [4], die Messung des Kaudruckes [7], der Intrusionsbeweglichkeit [13], der Tastsensibilität [14] und der Sulcus-Fluid-Fließrate (SFRR) [17]. Zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit von Implantaten können neben den die spezielle Implantationssituation beschreibenden Angaben zur Topographie, zur Bißlage, zur Gegenkieferbezahnung, zur Position des Implantates, zu dessen prothetischer Versorgung und zu anderem vor allem parodontale Aspekte wichtige Hinweise liefern.

An der marginalen peripilären Mukosa zeigen sich am frühesten die Erkrankungen des im Vergleich mit dem Zahnhalteapparat insuffizien-

ten Implantathalteapparates. Zum einen kann die nur ungenügend den funktionellen Anforderungen entsprechende Inkorporierung des intraossären Implantatanteiles eben nur ungenügend der physiologischen und noch weniger einer unphysiologischen Belastung entsprechen. Zum anderen ist das epitheliale Attachment im Bereich des peripilären Sulcus noch weniger als am natürlichen Zahn in der Lage, seine Barrierenfunktion gegenüber einer durch mangelnde Hygiene hervorgerufenen Infektion nachzukommen oder bei der Lockerung eines fehlbelasteten Implantates die physikalische Befestigung aufrechtzuerhalten. Die Untersuchungsergebnisse von Schlegel und Mitarb. (1978) sind m.E. nicht zwingend beweiskräftig [18].

## Methode

Bei der visuellen Beurteilung der Gingiva am Implantatpfeiler können wie bei einem natürlichen Zahn folgende Befunde erhoben werden: Rötung, Verlust der Stippelung, Blutungsneigung, ödematöse Schwellung und Hyperplasie. Die Plaque ist ein primärer Faktor bei der Entstehung der marginalen Parodontitis wie der marginalen »Periimplantitis«. Die Messung der Flächenausdehnung und der Dicke der implantären Plaque ist deshalb ein aussagekräftiger Indikator über den Hygienzustand im Bereich des Implantatpfostens.

Da es noch kein standardisiertes Verfahren zur planimetrischen Bestimmung der Plaque gibt, wurden zunächst zwei Ansätze zur Problemlösung gemacht. In einer Vorstudie wurden Zähne mit »displaque® disclosing solution«<sup>1</sup> angefärbt, der angefärbte Bereich mit einem klarsichtigen Klebestreifen abgenommen und auf diesem Streifen nun die Extension fotometrisch bestimmt. Bei wiederholten Entnahmen vom selben Patienten an verschiedenen Tagen und im Vergleich mit anderen Zähnen desselben Individuums mit anderen parodontologischen Parametern zeigte sich, daß dieses Verfahren nicht ausreichend reproduzierbar ist

\* Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Abteilung für ZMK-Chirurgie der J. W. Goethe-Universität Frankfurt, Theodor-Stern-Kai 7, 6000 Frankfurt 70

<sup>1</sup> Hersteller: Pacemaker Corp., Portland/Oregon, USA

und keinerlei Korrelation mit anderen Parametern besitzt. Es wurde deshalb auf ein fotografisches Verfahren zurückgegriffen, bei dem zwar die Ausdehnung der angefärbten Plaque beurteilt werden kann, sich die Dicke der Plaque jedoch der genauen Beurteilung entzieht [1]. Die Implantate wurden vor und nach der Anfärbung mit einem standardisierten Verfahren fotografiert, d. h. der Abstand zum Objekt war durch einen Distanzhalter festgelegt, die Einstellung der Kamera fixiert. Auf die gleiche Weise wurde ein Millimeter-Raster fotografiert, welches zusammen mit den Plaqueaufnahmen projiziert wurde und in jedem Projektionsabstand dieselbe Vergrößerung wie letzteres aufwies.

Die Messung der *Tiefe des gingivalen Sulcus* ist einfach mit Parodontometern durchzuführen. Da an der Verbindungsstelle von Implantat und Gingiva ein geringfügig überhängender Bereich entsteht, sind bei Implantaten flexible Parodontometer zu verwenden. Gemessen werden jeweils drei Meßpunkte, nämlich mesial, bukkal (bzw. lingual) und distal.

Die Beurteilung der *Zahnbeweglichkeit* erfolgte grobklinisch entsprechend der Einteilung des PA-Vertrages vom 1. 10. 69: 0 = keine Lockerung, I = Lockerung gerade fühlbar, II = Lockerung sichtbar, III = Zahnbeweglichkeit auf Lippen- und Zungendruck/oder in axialer Richtung.

Die SFFR wird als ein Indikator für den Entzündungszustand des marginalen Parodonts angesehen [2, 3, 6], was jedoch nicht ganz unbestritten ist [16]. Kontroversen bestehen noch hinsichtlich der Frage, ob auch in einem gesunden Sulcus ein Sulcus-Fluid gefunden wird (was wohl von der Entnahmetechnik abhängt), und auf welche Weise das SF entnommen wird [6]. Wegen der Schonung des peripilären Sulcus wurde hier die intrakrevikuläre Methode nach *Löe* und *Holm-Pedersen* [12] angewandt, bei der der Meßstreifen nur bis an den Sulcuseingang gebracht wird. Intrakrevikuläre Methoden korrelieren besser mit klinisch gefundenen Unterschieden [22]. Die Auswertung der standardisierten Filterpapier-Streifen<sup>2</sup> geschieht mit einem elektronischen Verfahren, bei dem der mit Sulcus-Fluid getränkte Filterpapier-Streifen zwischen zwei Kondensatorplatten des Periotron<sup>3</sup> gelegt wird und entsprechend der SFFR eine Kapazitätsänderung an dem Gerät abgelesen wird. Die Angabe erfolgt in Mikro-Ampère. Da die Kapazitätsänderung der aufgesogenen Flüssigkeitsmenge linear proportional verläuft, kann das Ergebnis mit einer Eichkurve umgerechnet werden.

Die untersuchten Implantate waren durchweg aus polykristalliner Aluminiumoxid-Keramik. Von insgesamt 70 Implantaten waren 27 Extensionsimplantate im Seitenzahnbereich, und 43 Implantate waren Pfeilstiftimplantate nach *Mutschelknauss* zum Ersatz von

Frontzähnen und Prämolaren. Für die Vergleichsmessungen wurden jeweils die Nachbarzähne und entsprechende Zähne der Gegenseite desselben Individuums herangezogen.

## Ergebnisse

Benutzt man die beschriebenen Kriterien zur klinischen Beurteilung der Mukosa, so ergibt sich bei der Nachuntersuchung der Keramikimplantate folgendes Bild:

Während in 30% der Fälle ein Verlust der normalerweise auf der marginalen Mukosa erkennbaren Stippelung festzustellen war, zeigte sich bei 4% eine Rötung als Anzeichen einer Entzündung. Bei zwei Dritteln der Implantate war klinisch kein pathologischer Befund zu erheben.

Die Überprüfung der *Lockerung* zeigte in 85% der Fälle keine Lockerung, bei 12% den Lockerungsgrad I und bei 3% den Lockerungsgrad II. Bei den Vergleichszähnen war nur in 4% aller Fälle ein Lockerungsgrad I festzustellen.

Die bei der Messung der *Taschentiefe* gefundenen Werte wurden zunächst in ein Zeitdiagramm eingetragen, da aufgrund bisheriger Erfahrungen zu erwarten war, daß mit wachsendem Zeitintervall zwischen Implantation und Untersuchung ungünstigere Werte zu finden sein würden. Es war jedoch keine Zeitabhängigkeit festzustellen. Bewertet man Meßtiefen über 2 mm als pathologisch, so wurden bei den Implantaten in 40% und bei den Vergleichszähnen in 16% der Fälle pathologische Werte gefunden. Unterscheidet man die verschiedenen Implantatmodelle, so ergeben sich für die Extensionsimplantate insgesamt günstigere Ergebnisse: Bei diesen wurden mit 11,5% weniger pathologische Werte gefunden als bei den natürlichen Zähnen mit 27%. Bei den Pfeilstiftimplantaten wiesen 57,6% pathologische Werte auf, bei den Vergleichszähnen war dies nur bei 10% der Fall. Der arithmetische Mittelwert beträgt bei den Extensionsimplantaten 1,3 mm und bei den Pfeilstiftimplantaten 1,8 mm. Berechnet man den Korrelationskoeffizienten der bei Implantaten und Vergleichszähnen gefundenen Werte und überprüft die Null-Hypothese anhand tabellierter Werte, so ergibt sich eine Korrelation auf dem 0,1%-Niveau. Die Werte sind in der Abb. 1 grafisch dargestellt.

Vergleicht man die arithmetischen Mittelwerte der SFFR, so besteht kein Unterschied zwischen

<sup>2</sup> Harco-Electronics, Winnipeg, Kanada

<sup>3</sup> Fa. Siemens

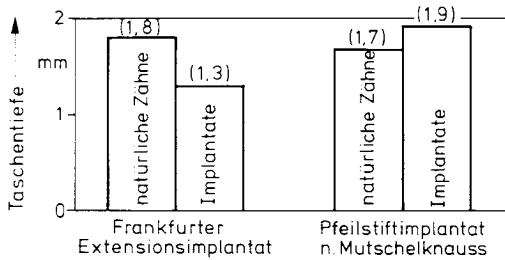


Abb. 1. Arithmetische Mittelwerte der Taschentiefen bei Extensions- und Pfeilstiftimplantaten aus  $Al_2O_3$ -Keramik sowie Vergleichswerte bei denselben Personen.

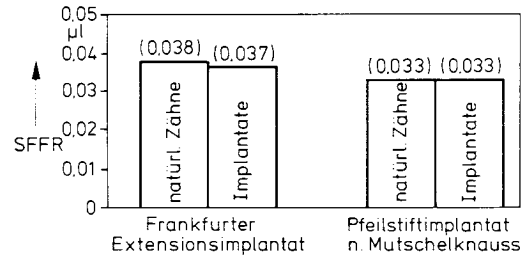


Abb. 2. Arithmetische Mittelwerte der Sulcus-Fluid-Fließrate (SFFR) bei Extensions- und Pfeilstiftimplantaten aus  $Al_2O_3$ -Keramik sowie Vergleichswerte bei denselben Personen.

den bei den Implantaten und den Vergleichszähnen gefundenen Werten. Insgesamt sind die Ergebnisse jedoch hinsichtlich der Mittelwerte bei den Pfeilstiftimplantaten günstiger (Abb. 2). Eine Korrelation der SFFR-Werte mit den bereits zitierten Werten der Taschentiefe besteht auch auf dem 5%-Niveau nicht.

Für die Beurteilung verständlicher erscheint eine Einteilung, wie sie von *Lange* und *Topoll* [11] vorgeschlagen wurde. Diese Autoren teilten die SFFR-Werte in vier Klassen ein, wobei die Klasse 1 eine normale Gingiva, die Klasse 2 eine leicht entzündliche Veränderung, Klasse 3 eine Gingivitis und Klasse 4 eine schwere Gingivaentzündung beschreibt. Benutzt man diese Einteilung für die bei den Implantaten gefundenen SFFR-Werte, so fällt auf, daß sich keiner der Werte in der schlechtesten Klasse 4 wiederfindet (Abb. 3). 81% der Extensionsimplantate wiesen einen normalen Befund auf, ein günstigeres Ergebnis als bei den Vergleichszähnen. Ist die peripiläre Mukosa jedoch erst einmal erkrankt, so scheint sie schneller als bei natürlichen Zähnen zu schwererwiegenden Formen zu neigen, was die Aufteilung in der Klasse 3 zeigt. Bei den insgesamt ungünstigeren Werten der Pfeilstiftimplantate, die mit etwa Dreiviertel der Werte im Normalbereich jedoch durchaus respektabel sind, ist dieser Befund in den mittleren Klassen gerade umgekehrt. Eine Zeitabhängigkeit der Werte bestand nicht (Abb. 3).

Die Planimetrie der Plaque auf den Suprakonstruktionen ergab bei den Extensionsimplantaten ein arithmetisches Mittel von 6,3 Quadraten und bei den Vergleichszähnen von 5,4 Quadraten. Die Werte bei den Implantaten und den Vergleichszähnen desselben Individuums korrelieren auf dem 0,1%-Niveau, die Anzahl der Plaque-

Quadrate und die peripiläre Sulcustiefe auf dem 5%-Niveau. Im Bereich der Implantate selbst wurde keine primäre Plaqueablagerung gefunden, bei ungünstigen Suprakonstruktionen mit überhängenden Bereichen jedoch setzte sich das Plaqueareal auf das Implantat fort.

## Diskussion

Die parodontalen Aspekte bei Implantaten bieten wichtige Kriterien zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit und der Prognose eines Implantates. Man kann annehmen, daß Implantate viel anfälliger gegenüber Parodontalerkrankungen sind als natürliche Zähne. Die peripiläre Tasche am Implantatpfeiler war häufig der Initiator für ein Epitheltiefenwachstum, das zunächst zur Lockerung und schließlich zur Entfernung des Implantates führte [5]. Bei einem funktionsfähigen Implantat kann es zur Bildung von Hemi-desmosomen und junktionalen Epithelzellen am Implantatpfeiler kommen, die zumindest eine gewisse Schrankenfunktion auszuüben vermögen [11]. Kommt es im intraossären Bereich des Implantates zur Ausbildung einer Bindegewebsschicht, so findet in der Entstehung von parallel zur Implantatoberfläche verlaufenden Fasern zwar eine gewisse Funktionsanpassung statt, doch ist diese sicher nicht so leistungsfähig wie die senkrecht und schräg verlaufenden Parodontalfasern am natürlichen Zahn [9, 21].

Die Parodontalspaltbreite, die Kompressibilität des Parodonts, die funktionell bedingte Struktur des Aufhängeapparates und die elastische Verformbarkeit des perialveolären Knochens bestimmen die Beweglichkeit eines natürlichen Zahnes [15]. Auf der anderen Seite werden diese Faktoren durch die Größe, die Richtung und die

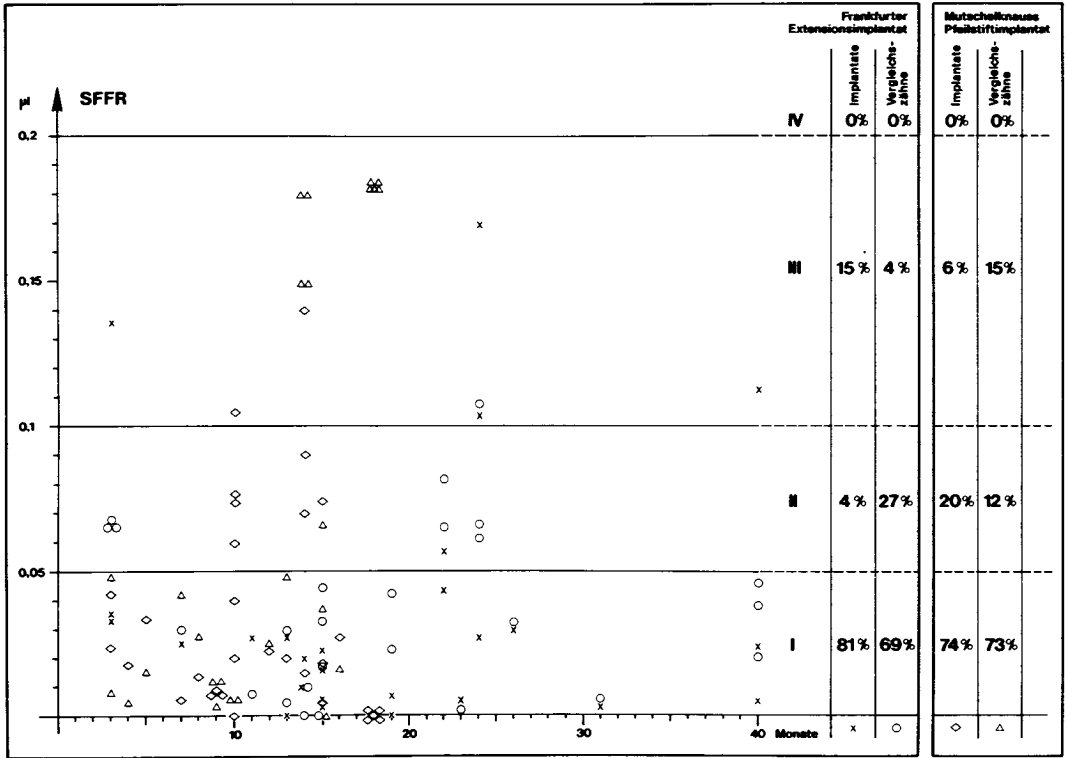


Abb. 3. Zeitdiagramm (Intervall zwischen Implantation und Messung) und Klasseneinteilung der SFFR an Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Keramik-Implantaten.

Häufigkeit der auf den Zahn treffenden Kräfte bedingt, welche wiederum aus der individuellen Muskelkraft, der Stellung des Zahnes im Zahnbogen, eventuellen prothetischen Fixierungen (z.B. Brücke), Kronenlänge (Hebelwirkung) sowie der Gestaltung der Okklusalfäche des jeweiligen Antagonistenpaares resultiert. Nach den bisherigen Erkenntnissen über die Aufhängung von Implantaten kann angenommen werden, daß die bindegewebige Einscheidung von Implantaten keine oder nur minderwertige funktionelle Strukturen aufweist, so daß die Implantatbeweglichkeit von der Breite der Bindegewebszone, von der Kompressibilität des Bindegewebes und der elastischen Verformbarkeit des periimplantären Knochens bestimmt wird. Lukas u. M. fanden beim Tübinger Sofortimplantat eine zehnmal niedrigere Intrusionsbeweglichkeit als bei natürlichen Vergleichszähnen, wobei die Art der Bewegung der Knochenverformung entsprach [13]. Das bedeutet auch, daß beim Kau-

vorgang zunächst die natürlichen Zähne intrudieren und dann die Kraft vor allem von den Implantaten aufgefangen wird, d.h. die funktionell weniger gut ausgerüsteten Implantate haben eine höhere Kraft aufzunehmen. Diese entspricht der Belastbarkeit traumatisierter Parodontien, deren Widerstand primär durch die gummielastische Qualität des umliegenden Knochens limitiert zu sein scheint [8]. Hinzu kommt, daß die Druckperzeption an Implantaten um ein vielfaches geringer ist als beim natürlichen Zahn [14] und damit ein die Kaukraft limitierender neuraler Regulationsmechanismus nahezu entfällt. Dennoch lernen die Patienten verschiedene Kaukraftstärken zu unterscheiden, wobei die Maximalkräfte höher als bei Patienten mit entfernbaren Prothesen sind [7]. Die Plaque ist ein primärer Faktor bei der Entstehung der marginalen Parodontitis wie der marginalen »Periimplantitis«. Die Messung der Flächenausdehnung und der Dicke der implantä-

ren Plaque ist deshalb als ein aussagekräftiger Indikator über den Hygienestatus im Bereich des Implantatpfostens anzusehen. Es kann vorausgesetzt werden, daß dieser vor allem von den Hygienemaßnahmen des Patienten abhängt, diese jedoch hängen wiederum davon ab, wie der Patient über die erforderlichen Maßnahmen instruiert wurde und wie diese durch die Form des Implantates und der Suprakonstruktion ermöglicht werden.

Die parodontologische Beurteilung der Aluminiumoxid-Keramik-Implantate ergab insgesamt überraschend gute Werte. In manchen Teilbereichen fanden sich sogar bessere Werte als bei den Vergleichszähnen. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß die günstigen Werte durch eine nur relativ kurze Beobachtungsdauer bedingt sind. Das etwas günstigere Abschneiden der Extensionsimplantate gegenüber den Pfeilstiftimplantaten bestätigt frühere Ergebnisse [20], doch befinden sich die Ergebnisse auch bei den letzteren noch in einem respektablem Rahmen. Problematisch erscheinen die z. T. widersprüchlichen Ergebnisse der verschiedenen Meßverfahren. Hier ist zu hoffen, daß die Auswertung größerer Fallzahlen mehr Licht auf diese Widersprüche zu werfen oder diese zu eliminieren vermag.

Die Messung der Taschentiefe und der SFFR sowie die Planimetrie der Plaque sind geeignete Verfahren, die zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit von Implantaten reproduzierbare Werte liefern.

### Summary

Clinical inspection, measurement of pocket depth, SFFR, and planimetry of the plaque area served as criteria for the periodontologic evaluation of arrow dowel and extension implants made of  $Al_2O_3$  ceramics. When compared with the natural teeth of the same individual, all procedures yielded favorable, but partially contradictory, results. If the results are to be statistically reliable, a larger sample of cases (here, 70 implants) and a longer observation period (here, 4 years) seem to be necessary. The measurement techniques are well suited to supply reproducible values for evaluating implant efficiency.

### Schrifttum

1. Björn, H. and Carlsson, J.: Observations on a dental plaque morphogenesis. *Odont. Revy* 15, 23 (1964).

2. Björn, A., Koch, G. and Lindhe, J.: Evaluation of gingival fluid measurements. *Odont. Revy* 16, 300 (1965).
3. Bödecker, C. F. and Applebaum, E.: The clinical importance of the gingival crevice. *Dent. Cosmos* 76, 1127 (1934).
4. Brinkmann, E.: »Parodontalbefunde« bei enossalen Implantaten. *Dtsch. zahnärztl. Z.* 33, 52 (1978).
5. Frenkel, G.: Klinische und histologische Aspekte bei der Verwendung nichtmetallischer Werkstoffe in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. *Öst. Z. Stomat.* 74, 2 (1977).
6. Golub, L. M. and Kleinberg, I.: Gingival Crevicular Fluid: A New Diagnostic Aid in Managing the Periodontal Patient. *Oral Sci. Rev.* 8, 49 (1976).
7. Haraldson, T. and Carlsson, G. E.: Bite force and oral function in patients with osseointegrated implants. *Scand. J. dent. Res.* 85, 200 (1977).
8. Heners, H. and Dietz, G.: Experimentelle Untersuchung zur Belastbarkeit traumatischer Parodontien. *Dtsch. zahnärztl. Z.* 33, 21 (1978).
9. James, R. A.: Periodontal Considerations in Implant Dentistry. *J. prosthet. Dent.* 30, 202 (1973).
10. James, R. A. and Schultz, R. L.: Hemidesmosomes and the adhesion of junctional epithelial cells to metal implants – a preliminary report. *Oral Implant.* 4, 294 (1974).
11. Lange, D. E. and Topoll, H.: Experimentelle Untersuchungen über den Wert der Sulcus-Fluid-Flow-Rate (SFFR) als diagnostisches Hilfsmittel bei Parodontalerkrankungen unter Verwendung eines halbautomatischen Analysegerätes. *Dtsch. zahnärztl. Z.* 34, 353 (1979).
12. Loe, H. and Holm-Pedersen, P.: Absence and presence of fluid from normal and inflamed gingivae. *Periodontics* 3, 171 (1965).
13. Lukas, D., Ney, T. und Schulte, W.: Zur Lastaufnahme des Knochens bei Tübinger Sofortimplantaten. *Dtsch. zahnärztl. Z.* 35, 330 (1980).
14. Mühlbradt, L., Meyle, J., Lukas, D. und Schulte, W.: Die Tastsensibilität Tübinger Sofortimplantate. *Dtsch. zahnärztl. Z.* 35, 334 (1980).
15. Mühlemann, H. R.: Die physiologische und pathologische Zahnbeweglichkeit. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 61, 1 (1951).
16. Orban, J. E. and Stallard, R. E.: Gingival Crevicular Fluid: A Reliable Predictor of Gingival Health? *J. Periodont.* 40, 231 (1969).
17. Schareyka, R.: Die Sulcus-Fluid-Fließrate (SFFR) bei Tübinger Sofortimplantaten aus Aluminiumoxidkeramik. *Dtsch. zahnärztl. Z.* 33, 360 (1978).
18. Schlegel, D., Reichart, P. A. and Pfaff, U.: Experimental bacteremia to demonstrate the barrier function of epithelium and connective tissue surrounding oral endosseous implants. *Int. J. oral Surg.* 7, 569 (1978).
19. Tetsch, P. und Schone, V.: Zytologische Untersuchungen der Gingiva bei enossal verankerten Extensionsimplantaten. *Dtsch. zahnärztl. Z.* 31, 162 (1976).
20. Tetsch, P.: Mißerfolge bei enossal verankerten Implantaten. *Dtsch. zahnärztl. Z.* 32, 302 (1977).
21. Utz, W.: Histologische Untersuchungen an Implantatmodellen. *Dtsch. zahnärztl. Z.* 29, 207 (1974).
22. Z'Graggen, W.: Zur Messung der gingivalen Sulcusflüssigkeit am Menschen. *Med. Diss. Zürich* 1970.

Anschrift des Verfassers: OA. Dr. Dr. P. A. Ehrl, Theodor-Stern-Kai 7, 6000 Frankfurt 70