

Aus der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie/
plastische Operationen
(Kommissarischer Direktor: Prof. Dr. W. Sümnick)
im Zentrum für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde
(Geschäftsführender Direktor: Univ.-Prof. Dr. G. Meyer)
der Medizinischen Fakultät
der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

**Entwicklung der enossalen Implantologie
in Greifswald –
geschlossene versus offene Implantationsverfahren**

*Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Zahnmedizin
(Dr. med. dent.)
der
Medizinischen Fakultät
der
Ernst-Moritz-Arndt-Universität
Greifswald
2003*

vorgelegt von:
Anna Müller
geb. am: *24. Juli 1972*
in: *Voronesch*

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. H. Kroemer

1.Gutachter: Prof. Dr. W. Sümrig

2..Gutachter: PD Dr. Dr. V. Binnengräber

Raum: Hörsaal des Zentrums für ZMK

Datum der Disputation: 14.04.2004

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1. Einleitung	3
1.1. Geschichtliche Entwicklung der enossalen Implantologie	4
1.1.1. Entwicklung offener enossaler Implantationsverfahren	4
1.1.2. Entwicklung geschlossener enossaler Implantationsverfahren	7
1.1.3. Rückblick auf die Entwicklung der enossalen Implantologie an der Greifswalder Universität	9
1.2. Geschlossene versus offene Implantationsverfahren	14
1.3. Problem- und Zielstellung	20
2. Material und Methodik	21
2.1. Patientengut und Implantationssysteme	21
2.1.1. Patientengruppe <i>Geschlossene Implantate</i>	21
2.1.2. Patientengruppe <i>Offene Implantate</i>	26
2.2. Methodik	29
2.2.1. Klinische Diagnostik	30
2.2.2. Radiologische Diagnostik	34
2.3. Statistische Auswertung	34
2.4. Methodenkritik	35
3. Ergebnisse	36
3.1. Alters- und Geschlechtsverteilung	36
3.2. Häufigkeitsverteilung der offenen und geschlossenen enossalen Implantationen	37
3.3. Topografische Verteilung der offenen und geschlossenen enossalen Implantationen	37
3.4. Häufigkeitsverteilung der inserierten Implantatformen	38
3.5. Indikationsbereiche für offene und geschlossene enossale Implantationen	40

3.6. Postoperative Komplikationen	41
3.7. Ergebnisse der röntgenologischen Nachuntersuchung	42
3.8. Zahn- bzw. Implantatverluste	44
3.9. Desmodontale bzw. periimplantäre Parameter	46
3.10. Verweildaueranalyse für offene und geschlossene enossale Implantate	48
4. Kasuistik	51
5. Diskussion der Ergebnisse	53
6. Zusammenfassung	68
7. Literaturverzeichnis	71
8. Abbildungsverzeichnis	81
9. Tabellenverzeichnis	82
Anhang	
Eidesstattliche Erklärung	
Lebenslauf	
Danksagung	

1 Einleitung

Die **orale Implantologie** befasst sich mit dem Einbringen von alloplastischem Material im Bereich der Schleimhaut-Periost-Decke bzw. in den Kieferknochen.

Innerhalb der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde werden verschiedene Implantatformen unterschieden. Man differenziert zwischen submukösen, subperiostalen und enossalen Implantaten. All die Formen werden als **offene** Implantate bezeichnet, welche durch eine Perforation der Schleimhaut- bzw. Periostdecke über dem Knochen (submukös bzw. subperiostal) oder im Knochen selbst (enossal) fixiert werden. **Geschlossene** enossale Implantate (auch endodontisch-enossale Implantate genannt) werden dagegen durch eine bereits bestehende physiologische Struktur *Zahn* (transdental) im Knochen verankert.

Im Folgenden werden nur die enossalen Implantationsverfahren erörtert.

Nach *Wahlmann* und *Wagner* (2000) gelten in der modernen Implantologie bei der Indikationsstellung folgende Zielkriterien:

- Verbesserung der Voraussetzungen für die prothetische (epithetische), d. h. kaufunktionelle Wiederherstellung;
- Prophylaktische Funktionserhaltung durch Verminderung der Resorptionsprozesse (Strukturerhalt);
- Schonung der gesunden Zahnschubstanz bei der Versorgung mit einem Einzelimplantat;
- Vermeidung einer konventionellen prothetischen Versorgung.

1.1 Geschichtliche Entwicklung der enossalen Implantologie

Die Geschichte der enossalen Implantologie beginnt mit den ersten Versuchen der Menschen, verlorengegangene Zähne in irgendeiner Form zu ersetzen. Nach historischen Berichten dürfte dieses Bestreben schon seit Jahrtausenden die Phantasie der Menschheit beschäftigt haben. Schon im 4. Jahrhundert vor Christus fanden die alloplastischen Materialien Verwendung, indem in eine leere Zahnalveole „Kunstzähne“ aus Stein, Holz, Gold oder Tierzähne eingebracht wurden. Als Beispiel dafür kann ein archäologischer Fund aus präkolumbianischer Zeit genannt werden. Es handelt sich um einen honduranischen Schädel, der einen unteren seitlichen Schneidezahn aus schwarzem Stein aufwies (*Anjard 1981*).

Die Berichte aus dem 17. und 18. Jahrhundert beschränkten sich auf die Meldungen von klinischen Einzelfällen, wobei es sich um Re- bzw. Transplantationen ohne chirurgische Instrumente handelte. Erst 1807 entwickelten *Maggiolo* und *Jourdan* ein wurzelförmiges Goldimplantat, welches in die frische Extraktionswunde eingepresst wurde (*Watzek und Blahout 1993*).

1.1.1 Entwicklung offener enossaler Implantationsverfahren

Die Entwicklung der enossalen Implantologie während der letzten rund 100 Jahre wurde vor allem von den Ideen einzelner couragierter Zahnärzte geprägt. Lange Zeit wurde die Vorstellung, die Zahnwurzel durch einen in Verbindung mit der keimbeladenen Mundhöhle stehenden Fremdkörper ersetzen zu können, welcher ohne Abstoßungsreaktion einheilt und durch Kaukräfte belastbar sein könnte, für unmöglich gehalten.

Jedoch blieb es für einige progressiv denkende Zahnärzte offensichtlich, dass viele konventionelle prothetische Lösungen unvollständig sind, da nur Teile des natürlichen Zahnes ersetzt werden, nämlich dessen Kaufläche, jedoch nicht dessen Wurzel. Unter diesen Gesichtspunkten machen sich die unvermeidlichen Nachteile der konventionellen prothetischen Versorgung sichtbar. Zur Aufnahme des festsitzenden Zahnersatzes müssen oftmals noch gesunde Nachbarzähne beschliffen werden. Ebenfalls problematisch bleibt die Versorgung der zahnlosen Patienten, für die eine

gingival getragene Unterkiefertotalprothese oftmals eine ungeeignete, destruktive Therapie darstellt.

Bei der Suche nach dem Ausweg aus dieser Sackgasse wurden von meist in freier Praxis tätigen Zahnärzten die ersten Implantationsversuche unternommen. Bereits 1913 berichtete *Greenfield* vor der Akademie of Stomatology in Philadelphia über ein käfigartiges Implantat aus Platin-Iridium (Schröder 1988[a]). Aufgrund der hohen Misserfolgsraten blieb den anfangs favorisierten submukösen und subperiostalen Implantationsverfahren der große Durchbruch jedoch versagt.

Vor allem in den 60er und 70er Jahren kam es zu einer verstärkten Hinwendung zu enossalen Implantaten. Besonders *Leonard I. Linkow*, *Per Ingvar Branemark* und *Andree Schroeder* prägten die Entwicklung der enossalen Implantologie in den letzten 40 Jahren. Eine bedeutende Rolle spielte die Einführung des mehrzeitigen Vorgehens von *Branemark* (1969) und der Titan-Plasma-Flame-Beschichtung von *Schroeder* (1976).

Im Laufe der Jahrzehnte gab es viele Vorschläge zu unterschiedlichen Formen der enossalen Implantate:

- Nadelartige Implantate aus Tantal (*Scialom* 1962);
- Blattimplantate aus Titan, 1966 von *Linkow* konzipiert und später mehrfach modifiziert, z. B. das 1975 entwickelte „Leipziger Blattimplantat“ (*Graf u. Knöfler* 1986);
- Schrauben unterschiedlicher Art: „osseointegrated implant“ nach *Branemark et al.* (1969), die „Helicoidal-Tantal-Schraube“ (*Heinrich* 1972), die 1977 eingeführte „TPS-Schraube“ nach *Ledermann* (1984), die Ankylos®-Schraube mit progressivem Sondergewinde (*Moser u. Nentwig* 1989, *Nentwig et al.* 1993);
- Zylinder- und zahnwurzelförmige Implantate, z.B. das ITI-Hohlzylinder-Implantat (*Schroeder et al.* 1976), das Tübinger Sofortimplantat (*Schulte* 1976), das IMZ-Implantat (*Koch* 1976).

Lange Zeit dienten die offenen enossalen Implantate hauptsächlich der Retention einer totalen Prothese im zahnlosen Unterkiefer. Nach jahrelangen positiven klinischen Erfahrungen wurde nach einer Erweiterung des Implantatspektrums gesucht. In den 60er Jahren war das Institut Straumann eines der führenden

Entwicklungsinstitute, die sich mit Fragen der Biokompatibilität enossaler metallischer Implantate beschäftigten. Der langjährige intensive Kontakt zwischen dem Institut Straumann und der klinischen Forschung in Praxis und Wissenschaft führte 1980 zur Gründung des Internationalen Teams für Orale Implantologie – ITI (*Krekeler* 2000). Die Vorstellungen über Form und Oberfläche der für die ganze Breite der Indikationen geeigneten Implantate waren zunächst sehr unterschiedlich. Im Gegensatz zu den bislang verwendeten Blatt- oder Zylinderimplantaten mit glatter Oberfläche wurde Mitte der 80er Jahre das ITI-Bonefit-System eingeführt, das auf sehr unterschiedlich gestalteten einteiligen Hohlzylindern und selbstschneidenden Schrauben mit Titan-Plasma-beschichteter Oberfläche basierte.

Basis der meisten heute verwendeten ein- oder zweiphasigen Implantatsysteme sind zweiteilige Vollschrauben mit raustrukturierte Oberfläche, womit die gesamte Indikationsbreite abgedeckt werden kann. Optimale mechanische Eigenschaften werden zylinderförmigen Schraubenimplantaten mit einer zylindrischen Halspartie zugeschrieben (*Schmid et al.* 2002).

Der Einsatz von offenen enossalen Implantaten hat sich neben der Retention einer totalen Unterkieferprothese für weitere Indikationsbereiche wie Einzelzahnersatz und Pfeilervermehrung in einer Freundsituation oder größeren Schalllücken im Ober- und Unterkiefer bewährt. Eine besondere Indikationsgruppe stellen die implantatgestützten Rekonstruktionen nach Malignomoperationen im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich dar (*Schlegel et al.* 2002).

Laut Einschätzung der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde werden in Deutschland jährlich etwa 250.000 dentale Implantate unterschiedlicher Systeme inseriert (*Buch et al.* 2003).

1.1.2 Entwicklung geschlossener enossaler Implantationsverfahren

Die transdentale Fixation als geschlossenes enossales Implantationsverfahren ist seit mehreren Jahrzehnten eine gängige Methode, um Zähne, die durch Parodontopathien bzw. Traumen gelockert, wurzelfraktureiert oder vollständig luxiert sind, zu versorgen. Sie hat den großen Vorteil, nicht mit dem Problem des Pfeilerdurchtrittes durch die Mukosa und der permanenten Verbindung mit der keimbeladenen Mundhöhle belastet zu sein.

Ähnliche Verfahren wurden in vielen Modifikationen und unter den verschiedensten Bezeichnungen von zahlreichen Autoren im In- und Ausland beschrieben (*Strock und Strock 1943, Hermann 1956, Staegemann 1957, Bauer 1960, Orlay 1960, Ritacco 1966, Frank und Abrams 1969, Morse 1969, Kolmari 1970, Wirz 1970, Rixecker und Schilli 1987*). Man bezeichnete die Methode u. a. auch als Knochennagelung, endodontische Implantation, intraosseale Stabilisierung, intraosseale Stiftimplantation, transradikuläre Fixierung und Transfixation von Stegfeilern (*Staegemann 1987*).

Seit ihrer Einführung hat diese Behandlungsmethode diverse Veränderungen erfahren. Die Form und Oberflächenbeschaffenheit der zunächst glatten und leicht konischen Implantatkörper wurde in den folgenden Jahren mehrfach verändert. Grundsätzlich kann man zwischen Schrauben- und Stiftsystemen unterscheiden, wobei das Schraubengewinde selbstschneidend oder nichtselbstschneidend sein kann. Inzwischen stehen auch Transfixationsstifte mit strukturierter, sandgestrahlter Oberfläche zur Verfügung (Erlanger TDF-System nach *Hofmann 1993*).

Als Werkstoffe werden neben reinem Titan titanhaltige Chrom-Kobalt-Legierungen sowie monokristalline Aluminiumoxid- und Zirkoniumoxid-Keramik verwendet (*Schultze-Mosgau et al. 2000*).

Die Verwendung von biegsamen Metallstiften ermöglicht eine Transfixation auch bei ungünstigen anatomisch-topographischen Bedingungen, wenn die Zahnachse inkongruent zu der des Alveolarfortsatzes verläuft und somit eine direkte Anlagerung des Transfixationsstiftes an den Alveolarknochen nicht möglich ist.

In solchen Fällen ist es möglich, im Gegensatz zu den starren Schraubensystemen bzw. Keramikstiften, den Implantatstift durch Biegung in Richtung auf den Knochen auszurichten.

Im Folgenden sind einige der bisher verwendeten und registrierten Transfixationssysteme aufgeführt:

- Das System zur endodontischen Stiftimplantation nach *Staeagemann* (Fa. MLW Medizinmechanik Suhl)
- Bizylindrisch-konischer Stift® nach *Rixecker & Schilli* (Fa. Straumann)
Biegsame Titanstifte mit glatter Oberfläche;
- Erlanger TDF® -System (Fa. Komet)
Konische Schraub- oder Steckimplantate aus Titan;
- Saphilox® -Stift (Fa. Cerasiv)
Konische Stifte aus monokristalliner Aluminiumoxid-Keramik;
- Tisastift® nach *Hahn* (Fa. Protisa)
Lamellenartig aufgebaute konische Titanstifte;
- Transfixationsstiftschraube® nach *Wirz* (Fa. Straumann)
Stifte mit einem selbstschneidenden Schraubgewinde aus einer duktilen Kobaltlegierung;
- FriaCon® -Stift nach *Dildei* (Fa. Friatec)
Konische Titanstifte mit glatter Oberflächenstruktur.

Die Greifswalder Klinik verfügt insbesondere über jahrelange Erfahrungen mit dem System zur endodontischen Stiftimplantation nach *Staeagemann* und dem bizylindrisch-konischem Stift® nach *Rixecker & Schilli*.

1.1.3 Rückblick auf die Entwicklung der enossalen Implantologie an der Greifswalder Universität

Die ersten Implantationsversuche an der Greifswalder Universität lassen sich bis in die 50er Jahre zurückverfolgen.

Gerd Staegemann (Abb. 1) hat wesentliches zur Entwicklung der geschlossenen enossalen Implantationsverfahren in Greifswald beigetragen. Am 15. Januar 1927 in Stettin geboren, absolvierte er 1946 das so genannte Notabitur. Nach dem Studium der Zahnmedizin in Greifswald und Promotion zum Thema „Freie Transplantationen von Zahnkeimen im Hunderversuch“ (*Staegemann* 1950) war er von 1950 bis 1961 zunächst in der chirurgischen und später in der prothetischen Abteilung der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten als Oberarzt tätig. *Staegemann* beschäftigte sich intensiv mit der Problematik der *Fremdkörperwirkungen*, worüber er 1956 habilitierte.



Abb. 1 Prof. Dr. Gerd Staegemann (1927-1995)

Die Abb. 2 zeigt das Gebäude auf dem Gelände der Greifswalder Klinik, wo *Gerd Staegemann* seine Tierversuche Ende 40er/Anfang 50er Jahre durchführte.



Abb. 2 Gebäude auf dem Gelände der Greifswalder Klinik, wo *G. Staegemann* seine Tierversuche durchführte

Seine Methode der *Stiftverbolzung* gelockerter Zähne hat *Staegemann* zum ersten Mal 1957 publiziert (Abb. 3). Dieses Verfahren baut auf den Erfahrungen auf, die von *Hammer* (1955) bei den Zahnreimplantationen gesammelt wurden. *Hammer* beobachtete bei seinen Versuchen, dass der im Wurzelkanal einzementierte Metallstift nach zunächst eintretender Wurzelresorption im Knochen verankert blieb und somit die Funktionstüchtigkeit des Zahnes erhielt. Er bezeichnete diesen Vorgang als „biologische Einheilung“.

Während es sich bei den Versuchen von *Hammer* um Replantationen handelte, wurde das Verfahren der *Stiftverbolzung* nach *Staegemann* für die in ihrem natürlichen Verband verbleibenden, parodontal oder traumatisch geschädigten Zähne empfohlen.

Die Methode der geschlossenen Implantation fand Anwendung, um Zähne, die durch entzündlich-resorptive oder operative Vorgänge gelockert waren, durch apikale Metallstift-Implantation zu befestigen und so prothetisch nutzbar zu machen (Staegemann 1957). Die Stiftverbolzung der durch einen operativen Eingriff verkürzten Wurzeln diente dazu, das normale Längenverhältnis von Zahnkrone zur Wurzel wiederherzustellen und den über der Wurzelspitze liegenden Knochendefekt zu überbrücken. Das tiefe Eintreiben des Metallstiftes in den Knochen, wie von Orlay (1960) empfohlen, bezeichnete Staegemann (1971) als unbiologisch.

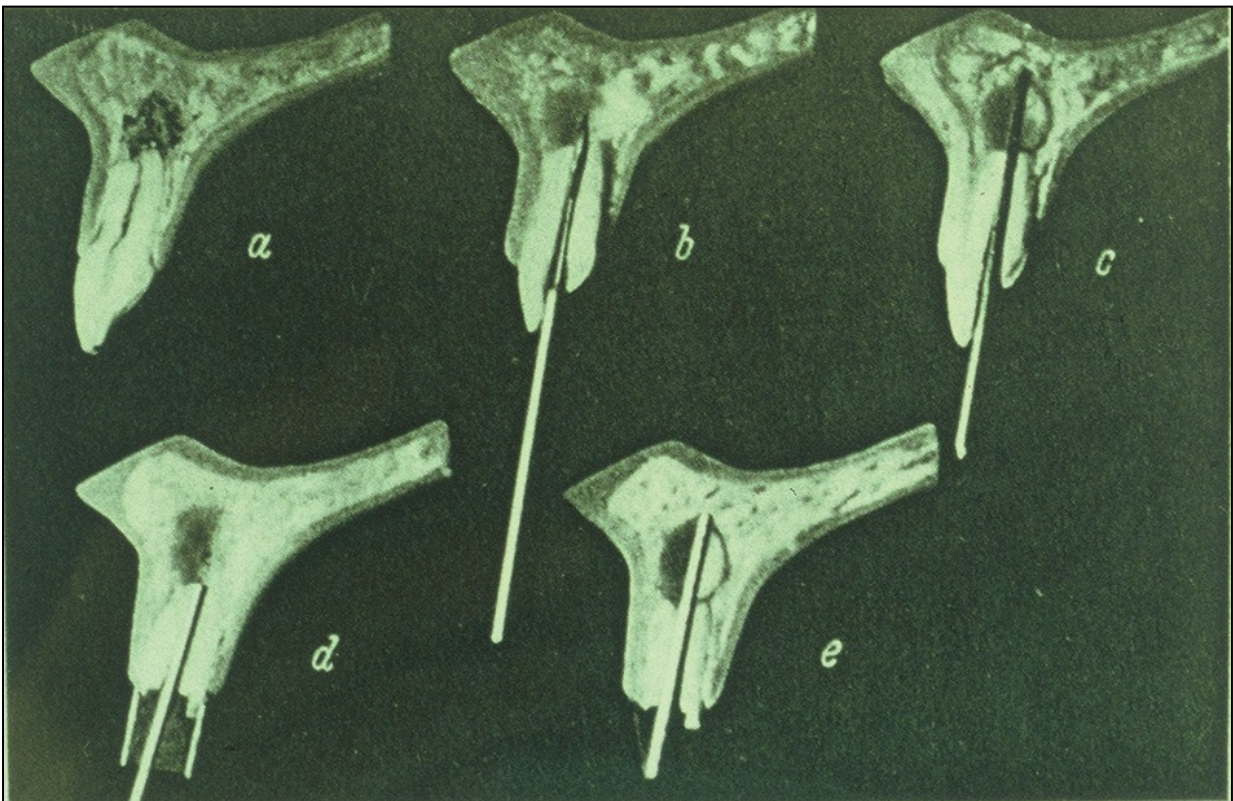


Abb.3 Die Methode der Stiftverbolzung gelockerter Zähne nach Staegemann (1957). Schematische Darstellung der Operationstechnik zur Verbesserung von Brücken Pfeilern mit reduzierter Wurzellänge.

a: Ausgangssituation;

b: Wurzelkanalaufbereitung intra operationem, der operative Eingriff entspricht dem einer Wurzelspitzenresektion;

c: Ein 1,5 mm starker Stiftbolzen aus Wisil wird in den Kanal eingebracht und über das Foramen apicale hinausgeschoben;

d: Ein Vorgehen, bei dem der Implantatstift gleichzeitig den Metallaufbau für den späteren Zahnersatz tragen soll: ein angepasster Kupfering zur Anfertigung eines Kunststoffaufbaus, der nach dem Gussverfahren in Metall überführt wird;

e: Der Stiftbolzen mit Stumpfaufbau in situ.

Ferner beschrieb *Staegemann* (1960) weitere Indikationsbereiche wie das unabgeschlossene Wurzelwachstum nach Devitalisation im jugendlichen Alter und die so genannte prophylaktische Stiftverbolzung aus prothetischen Gründen. Bei traumatisch bedingten Wurzelfrakturen im apikalen und mittleren Drittel bei jungen Patienten und Nachresektionen bei Rezidiven hat *Staegemann* (1971) der Methode der Stiftverbolzung die besten Erfolgsaussichten bescheinigt. Die Befestigung der gekürzten Wurzel durch einen Stiftbolzen ermöglichte es, den chronisch-entzündlich veränderten Knochen im periapikalen Bereich gründlicher zu revidieren, was zu einer verbesserten knöchernen Ausheilung führte.

Als Stiftmaterial verwendete *Staegemann* zunächst *Wisil*, eine Chrom-Kobalt-Molybdän-Legierung. Bei einer stark zerstörten Zahnkrone sollte der Wurzelaufbau an den Stiftbolzen angegossen werden. Es wurde jedoch festgestellt, dass die beim Umgussvorgang eintretende Kornvergrößerung des Stiftmaterials zu einer Bruchgefährdung führen kann. Extrem niedrige pH-Werte, die unter bestimmten Umständen im Wurzelkanal auftreten, können im grobkörnigen Gefüge Spannungskorrosionen verursachen (*Staegemann* 1989). Diese ungeklärten problematischen Materialeigenschaften waren unter anderem die Ursache dafür, dass das Verfahren der Stiftverbolzung nach *Staegemann* mit seiner Berufung auf den Lehrstuhl nach Dresden 1961 in Greifswald nicht weiter verfolgt wurde.

Unter Berücksichtigung der aufgetretenen Probleme hat *Staegemann* während seiner Lehrtätigkeit an der Klinik und Poliklinik für Stomatologie der Medizinischen Akademie „Carl Gustav Carus“ in Dresden sein System weiterentwickelt und ein vollkonfektioniertes Aufbausystem aus Reintitan (Implantationsbesteck: MLW Medizinmechanik Suhl) bereitgestellt. Die vollkonfektionierten Implantataufbauten und die schematische Darstellung der Vorgehensweise mit dem vollkonfektionierten Stiftimplantat-Aufbau-System nach *Staegemann* (1989) sind in den Abbildungen 4 und 5 einzusehen.



Abb.4 Vollkonfektionierte Implantataufbauten aus Reintitan, Durchmesser 3,5 mm und 4,0 mm sowie Sitzfräser (links) und Kontrollaufbau (rechts) (aus Staegemann G. et al. 1989).

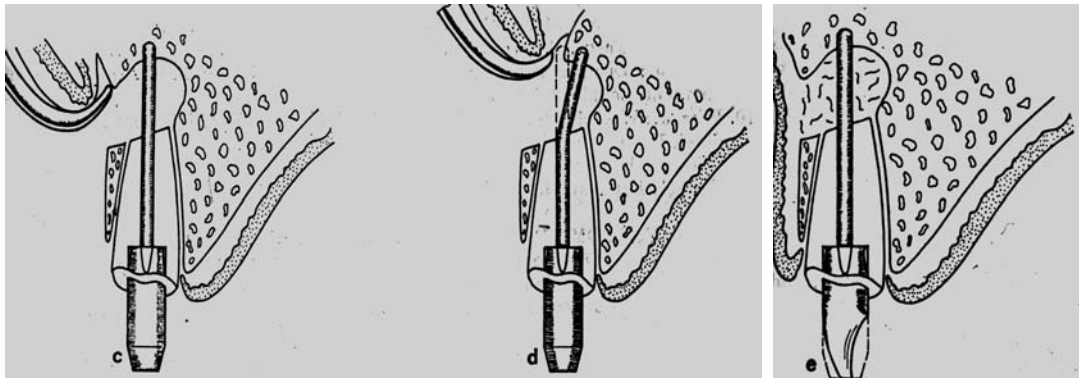
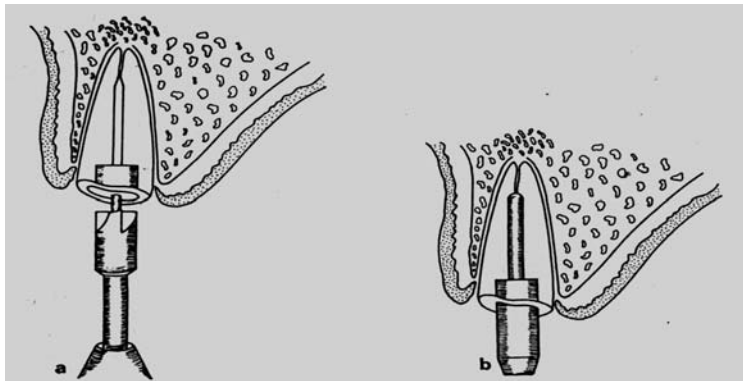


Abb.5 Schematische Darstellung des vollkonfektionierten Stiftimplantat-Aufbau-Systems nach Staegemann (1989)

a: Sitzfräser zur Anlage der normierten inneren Stufe vor dem chirurgischen Eingriff;

b: Mit dem Kontrollaufbau kann die Tiefe der inneren Stufe geprüft werden;

c: Nach operativer Darstellung der Wurzelspitze wird der vollkonfektionierte Stiftimplantat-Aufbau zementiert;

d: Bei alveolärer Abweichung muss der Implantatstift intra operationem nach palatinal abgebogen werden;

e: Der normierte Titanaufbau wird durch Beschleifen in die gewünschte Form gebracht.

Die ersten Erfahrungen mit der offenen enossalen Implantologie wurden an der Greifswalder Klinik mit der Anwendung der Titanblattimplantate des Typs Leipzig seit 1983 durch *J.-U. Möller* und *W. Sümnick* gesammelt. Im Rahmen einer klinischen Studie wurden die Leipziger Blattimplantate hinsichtlich Unbedenklichkeit im Humaneinsatz, therapeutischer Relevanz und Indikation geprüft (*Graf und Knöfler* 1986). Seit seiner Entwicklung 1975 wurden an diesem Implantattyp verschiedene Veränderungen hinsichtlich der Implantatkörperform, -größe und der Oberflächenbeschaffenheit vorgenommen.

Seit 1985 wurde das Titanblattimplantat Typ Leipzig mit Standardoberfläche (mit Edelmetall sandgestrahlt) hergestellt, das im Gegensatz zu seinem Vorgänger – Nullserientyp – über einen unten geschlossenen Implantatkörper und einen verlängerten, drehrunden Implantathals verfügte.

Nach der politischen Wende in Deutschland und der damit verbundenen Erweiterung der Produktpalette in der enossalen Implantologie wurde das Leipziger Blattimplantat nur noch vereinzelt angewendet bzw. seit 1991 vollständig durch andere zylinder- und schraubenförmige Implantatsysteme ersetzt. In den letzten Jahren wird an der Greifswalder Klinik die ganze Breite der Indikationen mit schraubenförmigen Implantaten abgedeckt (z. B. ITI®-DENTAL IMPLANT SYSTEM, ANKYLOS®-Implantat-System). Wegen der positiven biomechanischen Eigenschaften einer Schraube wird diese Implantatform aus Sicherheitsgründen bevorzugt.

1.2 Geschlossene versus offene enossale Implantationsverfahren

Das Ziel jeder geschlossenen enossalen Implantation ist parodontal bzw. traumatisch geschädigte, jedoch nicht völlig insuffiziente Zähne noch für längere Zeit zu erhalten und den Zeitpunkt der Extraktion hinauszuzögern. Die Stabilisierung von Einzelzähnen durch ein endodontisch-enossales Implantat ist angezeigt, wenn aufgrund eines erhöhten Lockerungsgrades die erforderliche funktionelle Belastung nicht toleriert wird.

Theoretisch verfügt das Verfahren der transdentalen Fixation als „geschlossenes“ endodontisch-enossales Implantat gegenüber dem „offenen“ Implantat über

günstigere Voraussetzungen, die zu einem langzeitigen Therapieerfolg führen könnten. Das geschlossene enossale Implantat hat den großen Vorteil, nicht mit dem Problem des gingivoimplantären Abschlusses und der permanenten Verbindung mit der keimbeladenen Mundhöhle belastet zu sein. Das gesunde Parodontium ist durch das erhaltene physiologische epitheliale Attachment zwischen Sulkusepithel und Wurzelzement zur natürlichen Infektionsabwehr fähig.

Bei der Entscheidung *für* oder *gegen* den Erhaltungsversuch eines traumatisch oder durch entzündlich-resorptive Prozesse geschädigten Zahnes können sich die Indikationsgebiete für offene und geschlossene enossale Implantate decken, z. B. im Bereich der einwurzeligen Zähne mit geraden Kanälen. Die Abb. 6 gibt den Algorithmus der möglichen Behandlungsabläufe eines gelockerten Zahnes wieder.

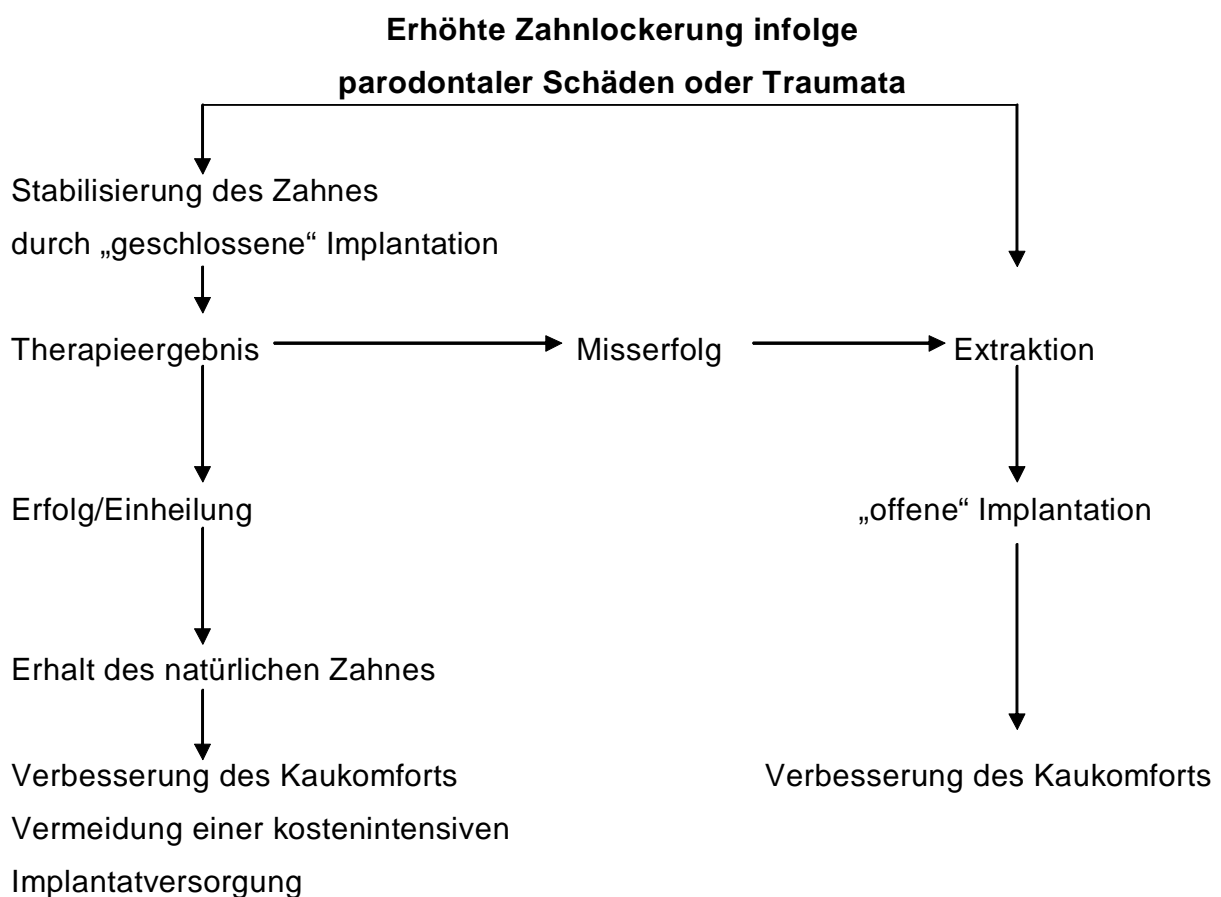


Abb. 6 Algorithmus der möglichen Behandlungsabläufe eines gelockerten Zahnes

Im Gegensatz zu offenen enossalen Implantationsverfahren kann die transdentale Fixierung z. B. simultan mit umfangreichen Zystektomien durchgeführt werden. Bei der Versorgung mit „offenen“ Implantaten müsste man bis zu einem halben Jahr post extractionem abwarten, bis sich der Knochen im potentiellen Implantationsbereich neu bildet. Eine Sofortimplantation ist im Falle eines zystischen Geschehens mit ausgeprägter Knochenresorption nicht möglich.

Zur heutigen Zeit ist es jedoch eine Überlegung wert, ob es wirklich sinnvoll ist, die früher oder später anfallende Extraktion hinauszuzögern und damit einen weiteren entzündlichen Knochenabbau zu riskieren. Eine Alternative wäre der präventive Erhalt des Knochenlagers für eine spätere offene enossale Implantation.

Das Ziel jeder offenen Implantation ist ein bindegewebsfreier, direkter funktioneller und struktureller Verbund zwischen dem organisierten, lebenden Knochengewebe und der Oberfläche eines belasteten Implantats, die so genannte **Osseointegration** (*Branemark* 1969).

Die besondere Problematik der „offenen“ Implantate in der Zahnmedizin ergibt sich nach *Staegemann* (1973) aus dem notwendigen Durchtritt von Befestigungspfählen für die prothetischen Konstruktionen durch die Schleimhaut (*gingivoimplantärer Abschluss*), dem Problem der Verankerung des Fremdkörpers im Knochen sowie der unvermeidbaren kaufunktionellen Belastung der Implantate.

Der gingivoimplantäre Abschluss ist die eigentliche Schwachstelle eines jeden offenen enossalen Implantates (*Krekel* 1988).

Die Fähigkeit der Epithelzellen zur Anhaftung an andere biologische und nicht biologische Stoffe ist dennoch erwiesen. Die Untersuchungen von *Gould, Westbury* und *Brunette* (1984) haben gezeigt, dass Epithelzellen durch die Ausbildung von Hemidesmosomen und eine Basallamina an Titanflächen haften. Den epithelialen Abschluss zum Implantat bilden zapfenfreie Epithelzellen, die parallel zur Implantatoberfläche ausgerichtet sind. Analog dem Saumepithel, besteht auch am Implantat eine epitheliale Verbindung zum periimplantären Bindegewebe (*Kawahara et al.* 1998).

Direkte Anlagerung des subepithelialen Bindegewebes mit senkrecht ausgerichteten Faserstrukturen fand *Schroeder* (1988[b]) an den rauen Oberflächen von Titanimplantaten. Bei glattpolierten Oberflächen fanden sich nur parallel verlaufende

kollagene Fasern. An der Stelle, wo ein Kontakt mit dem subepithelialen Bindegewebe erwartet werden kann, sollten sich die rauen Oberflächenstrukturen des Implantats befinden. Durch die poröse Oberfläche des Implantatwerkstoffes ist eine direkte Bindung organischer Matrix möglich, in der die kollagenen Fasern verankert sind. Die neuesten Untersuchungen haben gezeigt, dass die Beschichtung des Implantatbereichs mit einem resorbierbaren, NH_3 -aktivierten Polymer (Poly- β -Hydroxybuterat) zu einer Verbesserung der zellulären Adhäsion im periimplantären Bereich führt (v. *Schwanewede* et al. 2002).

Ferner kann der Zeitpunkt der Implantation den gingivoimplantären Abschluss beeinflussen. Laut einer Studie von *Gaggl* et al. (2000) ergaben sich eine dichtere Struktur des zervikalen Bindegewebekragens und eine höhere Anzahl von Hemidesmosomen im Bereich des gingivalen Abschlusses bei Spätimplantationen. Eine stabil verankerte osseointegrierte Basis gilt als Voraussetzung für das Entstehen einer resistenten gingivaähnlichen Weichteilmanschette im Pfeilerbereich, deren biologische Breite 2,95 bis 3,09 mm betragen kann (*Hermann* et al. 2000).

Neben der Stabilität des enossalen Implantatanteils beeinflussen offenbar auch die Nachbarstrukturen des Implantates das periimplantäre Hart- und Weichgewebe. So fanden *Gerber* et al. (2003) erhöhte Taschentiefen auf Implantatseiten, die zu einem Nachbarimplantat oder zu einer Freundsituation gerichtet waren.

Das Problem der Verankerung des Fremdkörpers im lebenden Knochen scheint durch die Einführung der biokompatiblen Implantatwerkstoffe gelöst zu sein.

Ein Implantatwerkstoff muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Biologische Kompatibilität
- Langzeitbeständigkeit
- Mechanische Festigkeit bei Biege- und Torsionsspannungen
- Korrosionsfestigkeit
- Sterilisierbarkeit

Unter **Biokompatibilität** versteht man die Verträglichkeit eines Fremdkörpers im lebenden Organismus. Dabei spielen chemische, physikalische, mechanische, elektrische und oberflächenspezifische Prozesse eine Rolle (*Osborn* 1978). Die Implantatmaterialien sind nur dann biokompatibel, wenn die Wechselwirkungen zwischen dem inkorporierten Werkstoff und der vitalen Umgebung so minimal sind, dass weder das Material durch das Gewebe noch das Gewebe durch das Material

nachteilig beeinflusst werden. Die zelluläre Proliferation, Proteinsynthese und Prostaglandinfreisetzung sind die maßgebenden Parameter bei der Bestimmung der Biokompatibilität (*Pistorius u. Willershausen 2002*).

Maßstäblich für die Verträglichkeit der Implantatwerkstoffe ist die Reaktion des umliegenden Knochens. Zu den biotolerierten Materialien zählen Metalle wie Stahl, Edelmetall- und Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierungen sowie Polymere, deren Einheilung mit einer s. g. Distanzosteogenese einhergeht, wobei sich zwischen Implantatoberfläche und Knochen eine faserreiche Bindegewebsschicht bildet.

Titan, Tantal und Aluminiumoxid-Keramik gehören zu den bioinerten Implantatmaterialien, die eine Knochenneubildung unmittelbar bis zur Implantatoberfläche bewirken – eine so genannte Kontaktosteogenese.

Laut Untersuchung von *Graf et al. (2000)* übt die Aluminiumoxidkeramik einen lang andauernden Reiz aus, der die Osteoblasten-/ Osteozytenanzahl im periimplantären Knochen auf Dauer auf einem hohen Niveau hält. Eine eingangs formulierte Hypothese, der implantatumgebende Knochen sei lediglich eine unter Fremdkörpereinfluss ausgereifte mineralisierte Narbe, die sich vom normalen Knochen durch eine relative Zellarmut unterscheidet, konnte mit dieser Untersuchung nicht bestätigt werden.

Ein chemischer Verbund zwischen der Implantatoberfläche und dem umliegenden Knochen – eine so genannte Verbundosteogenese – kann bei der Anwendung der bioaktiven Implantatmaterialien wie Glaskeramiken, verschiedene Kalziumphosphatverbindungen (Tri- und Tetrakalziumphosphat) sowie Hydroxylapatit erzielt werden. Die Verbundosteogenese unterscheidet sich von einer rein mechanischen Verzahnung durch eine auf den implantatumgebenden Knochen ausgeübte Anwachsaktivität. Insbesondere Glaskeramiken mit einem hohen Kalzium-Phosphat-Anteil beeinflussen positiv die Knochenneubildung (*Berens et al. 2000*).

Für den direkten, funktionellen und strukturellen Verbund zwischen dem organisierten, lebenden Knochen und der Oberfläche eines belasteten Implantates ist die Beschaffenheit der **Implantatoberfläche** entscheidend. Poröse Oberflächen von inerten, biokompatiblen Materialien bewirken das Einwachsen vom Knochen mit dem Ergebnis einer Langzeitretention.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten eine poröse Oberfläche herzustellen:

- Abstrahlen mit abrasiven Stoffen;
- Säureätzung;
- Beschichtung (Titanplasma, Hydroxylapatit, Aluminiumoxid);
- Elektrochemische Oberflächenkonditionierung.

Schröder (1988[b]) postulierte eine so genannte osteoinduktive Wirkung der titanplasmabeschichteten Titanimplantate. Er beobachtete eine Verstärkung des Osseointegrationprozesses bei Belastung und längerer Liegedauer der Implantate. Es wurde jedoch nachgewiesen, dass ein metallischer Verbund zwischen Grundkörper und Schicht nicht bzw. nur teilweise gegeben ist, was zu einer hohen Belastung des umgebenden Gewebes durch Korrosionsprodukte der Titan-Plasmaschicht führen kann (*Moser u. Nentwig* 1987). Die heute zur Verfügung stehende substraktive SLA-Oberfläche – **Sand-blasted, Large grit, Acid-etched** / grobsandgestrahlt und säuregeätzt – scheint dieses Problem gelöst zu haben. Eine weitere Untersuchung von *Klokkevold* (2001) zeigte, dass die frühe enossale Integration der Titanimplantate mit einer doppelt geätzten Oberfläche mit derjenigen der TPS-Implantate vergleichbar ist.

Eine andere Möglichkeit, die Implantatoberfläche erheblich zu vergrößern, stellt das elektrochemische Verfahren der anodischen Oxidation unter Funkenentladung dar (*Graf et al.* 1992). Als Grundmaterial für das in Zusammenarbeit zwischen der Universität Leipzig, der Technischen Universität Chemnitz und der Fa. Microdent Attachment GmbH in Breckerfeld entwickelte „ZL-Duraplant“-Implantatsystem, das sich seit 1992 auf dem Markt befindet, wurde Timedure®, ein kaltverfestigtes Reintitan, mit Ticer® - Oberfläche verwendet. Ticer® bedeutet „Titan-Ceramic“ und besteht zu 40 % aus resorbierbaren Anteilen von Kalziumphosphaten und einer nicht resorbierbaren Titanoxidbasis (*Graf et al.* 2001). Die Ergebnisse einer klinischen Studie, die Implantate mit Ticer®-Oberfläche gegen formanaloge Implantate ohne Oberflächenkonditionierung verglich, zeigten, dass die elektrochemisch konditionierte Oberfläche zu einem besseren Einheilverfahren und dadurch zu einer höheren, mit ITI®-Implantaten vergleichbaren Überlebensrate geführt hat (*Geu* 1998).

Für die knöcherne Einheilung eines geschlossenen enossalen Implantates scheint die Rauigkeit der Oberfläche ebenfalls von wichtiger Bedeutung zu sein. *Kirsch* (1980) beobachtete bei Stiften mit der Titan-Plasma-Beschichtung nach sechsmonatiger

Einheitzeit teilweise einen direkten Kontakt zum Knochen im Sinne einer **partiellen Osseointegration**. Nach Meinung zahlreicher Autoren ist dagegen bei Stiften mit glatter Oberfläche nicht mit einem innigen Knochenkontakt zu rechnen. Dabei wird der Abstand zwischen der Stiftoberfläche und neugebildetem Knochen von reizlosem bzw. mehr oder weniger stark entzündetem Bindegewebe ausgefüllt (*Strunz et al. 1987, Haessler et al. 1989, Zimmermann et al. 1991, Weine et al. 1993*). Diese Tatsache ist auf die funktionsbedingte Auslenkung des Parodonts bei Belastung zurückzuführen.

1.3 Problem- und Zielstellung

Sowohl offene als auch geschlossene enossale Implantationsverfahren haben in den letzten Jahrzehnten eine beachtliche Entwicklung erlebt.

Mit zunehmender Erfolgssicherheit der offenen enossalen Implantation scheinen die geschlossenen Implantationsverfahren in Form der endodontischen Stabilisierung gelockerter Zähne sowie der auto-alloplastischen Replantation ihre ursprüngliche Bedeutung verloren zu haben.

Die Frage, ob nicht doch lieber gleich extrahiert und „offen“ implantiert werden sollte, wird heute kontrovers diskutiert. Dabei spielen die Einstellung des Patienten, der Zeitfaktor und die wirtschaftliche Situation eine große Rolle.

Die vorliegende Arbeit hat es zum Ziel, die oben formulierte Problematik näher zu erläutern und folgenden Fragen nachzugehen:

- Wie hoch ist die Überlebenswahrscheinlichkeit der offenen und geschlossenen Implantate einzuschätzen?
- Welche Ursachen sind für den Misserfolg verantwortlich?
- Kann die offene enossale Implantation eine Alternative zum Versuch der Zahnerhaltung durch die transdentale Fixation bieten?

2 Material und Methodik

2.1 Patientengut und Implantationssysteme

Alle Patienten, bei denen im Zeitraum von 1990 bis 1999 geschlossene und offene enossale Implantate inseriert wurden, sind in die vorliegende Studie konsekutiv aufgenommen worden.

2.1.1 Patientengruppe *Geschlossene Implantate*

Zu dieser Gruppe gehören jene Patienten, bei denen im o.g. Zeitraum das geschlossene enossale Implantationsverfahren - die transdentale Fixation (TDF) - angewendet wurde.

Die Stabilisierung mit dem endodontisch-enossalen Implantat war indiziert bei ausgedehnter Wurzelspitzenresektion mit oder ohne Zystektomie, bei erhöhter Zahnlockerung infolge einer progressiven marginalen Parodontitis und bei Alveolarfortsatz- bzw. Wurzelfraktur im apikalen und mittleren Drittel.

Voraussetzung für die TDF war ein entzündungsfreier Zustand des Parodontiums und eine erfolgreiche endodontische Vorbehandlung.

Folgende Transfixationssysteme kamen dabei zur Anwendung:

- System zur Stiftverbolzung nach *Staegemann* und Transfixation (Fa. MLW);
- Bizylindrisch-konischer Stift® nach *Rixecker & Schilli* (Fa. Straumann);
- ER-TDF® -System nach *Hofmann* (Fa. Komet).

Die verwendeten Systeme zur transdentalen Fixation lassen sich nach dem Stiftdesign (zylindrisch/konisch), nach der Oberflächenstruktur (glatt/gestrahlt) sowie nach der ossären Retentionsform (glatt/geschraubt) unterscheiden.

Bei dem System zur Stiftverbolzung nach *Staegemann* handelt es sich um zylindrische Stifte aus Reintitan mit glatter Oberfläche und einem Durchmesser von 1,3 oder 1,5 mm und entsprechenden Wurzelkanalformern. Die Stifte können intraoperativ gekürzt und entsprechend den anatomischen Gegebenheiten gebogen werden. Ein in der Abb. 7 abgebildetes Implantationsbesteck für Stiftverbolzung und Transfixation (*MLW Medizinmechanik Suhl*) beinhaltet neben den zylindrischen Stiftimplantaten nach *Staegemann* auch schraubenförmige Transfixationsstifte (*Wirz 1970*).



a



b

Abb. 7 Implantationsbesteck für Stiftverbolzung und Transfixation (*MLW Medizinmechanik Suhl*)

a: sterilisierbare Chirurkassette;

b: Wurzelkanalformer, Transfixationsstift und zylindrisches Stiftimplantat.

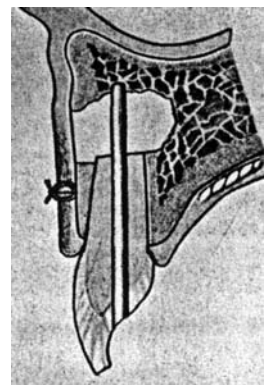
Die Abb. 8 zeigt eine schematische Darstellung der Stiftverbolzung nach *Staegemann*.



a



b



c

Abb. 8 Das Verfahren der Stiftverbolzung nach *Staegemann*

a: Unter Sichtkontrolle wird der Wurzelkanal mit einem zylindrischen Bohrer aufbereitet;

b: Nach dem das endodontische Implantat einzementiert worden ist, wird der Zementüberschuss entfernt;

c: Zustand nach beendeter Stiftverbolzung. Der Stift überbrückt lediglich den Knochendefekt und befestigt damit den Zahn (aus *Staegemann 1960*).

Auf der Basis eines konischen Titanstiftes wurde von *Rixecker* und *Schilli* 1987 ein weiteres System zur transdentalen Fixation beschrieben (Abb. 9).

Dieses bizylindrisch-konische Titanstiftimplantat besteht aus 3 Anteilen:

- Dem intradentalen Anteil, der koronare Retentionen zur Anbringung eines plastischen Stiftaufbaus aufweist,
- dem konischen Anteil, der im Bereich des Neoapex einen sicheren apikalen Abschluss gewährleistet und
- dem zylindrischen ossären Anteil, der die transdentale Fixation im Knochen ermöglicht

Die Stiftoberfläche ist glatt. Der apikale Stiftanteil ist dünner und kann gebogen werden, während der etwas dickere intradentale Stiftbereich im Zahn fest verankert bleibt. Der Querschnitt des bizylindrisch-konischen Stiftes beträgt 0,7, 0,9, 1,1 oder 1,3 mm apikal und 1,3, 1,5, 1,7 oder 1,9 mm koronal (Abb. 9b).

Durch entsprechende Ringkennzeichnung lässt sich der Übergang des konischen Anteils in den zylindrischen eindeutig erkennen. Der Stift kann sowohl koronal als auch apikal intraoperativ gekürzt werden. Die Kanalaufbereitung erfolgt mit einem Normbohrer. Die Vorgehensweise mit dem bizylindrisch-konischen Titanstiftimplantat ist in der Abb. 10 dargestellt.

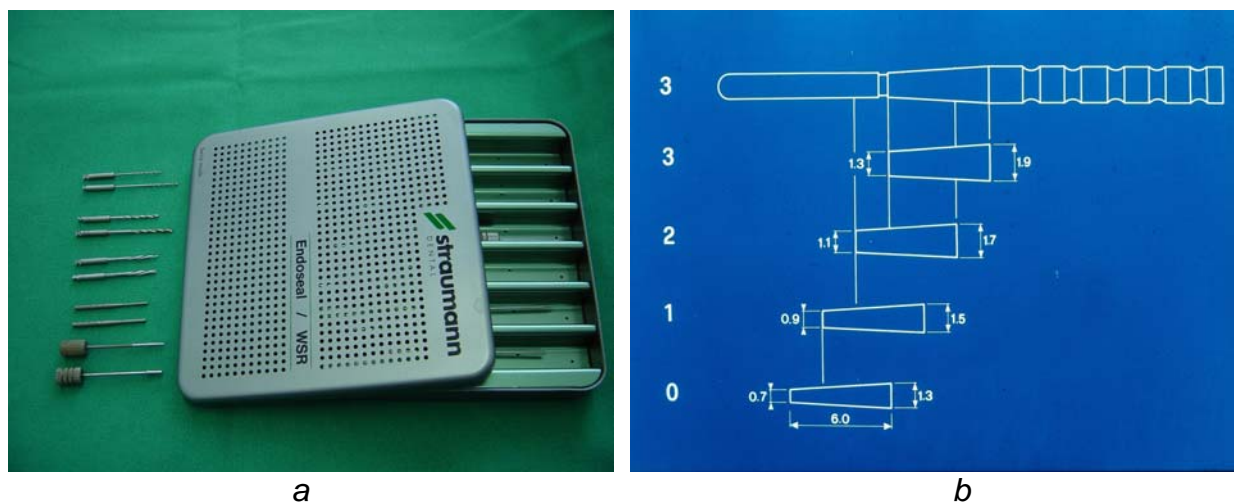
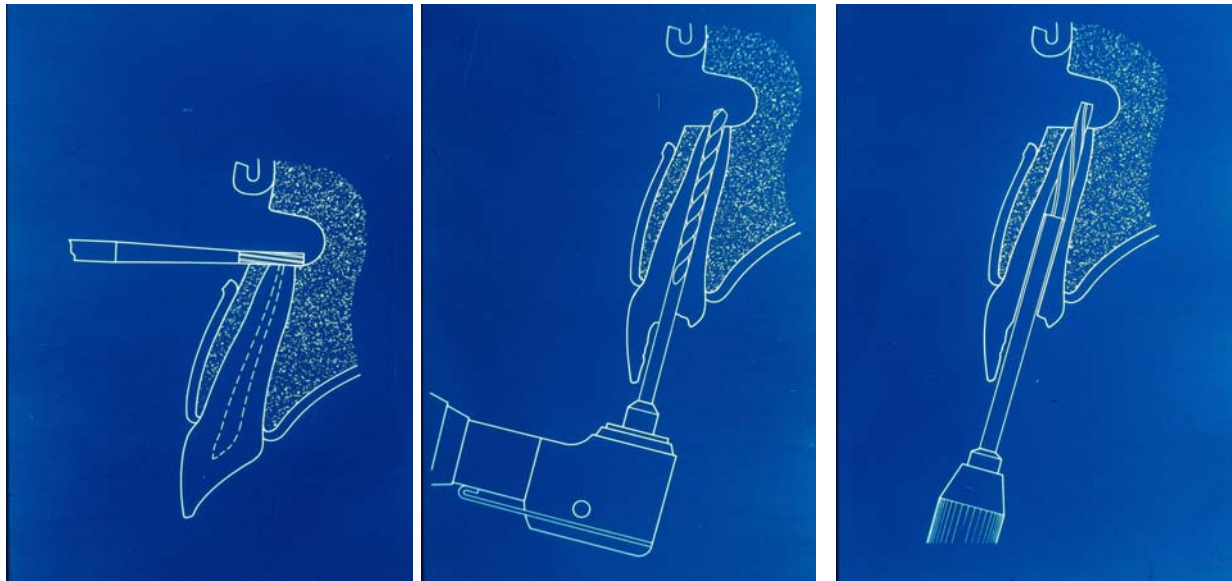


Abb.9 Bizylindrisch-konischer Stift® nach *Rixecker* & *Schilli* (1987)

a: Instrumentenbox mit Instrumenten;

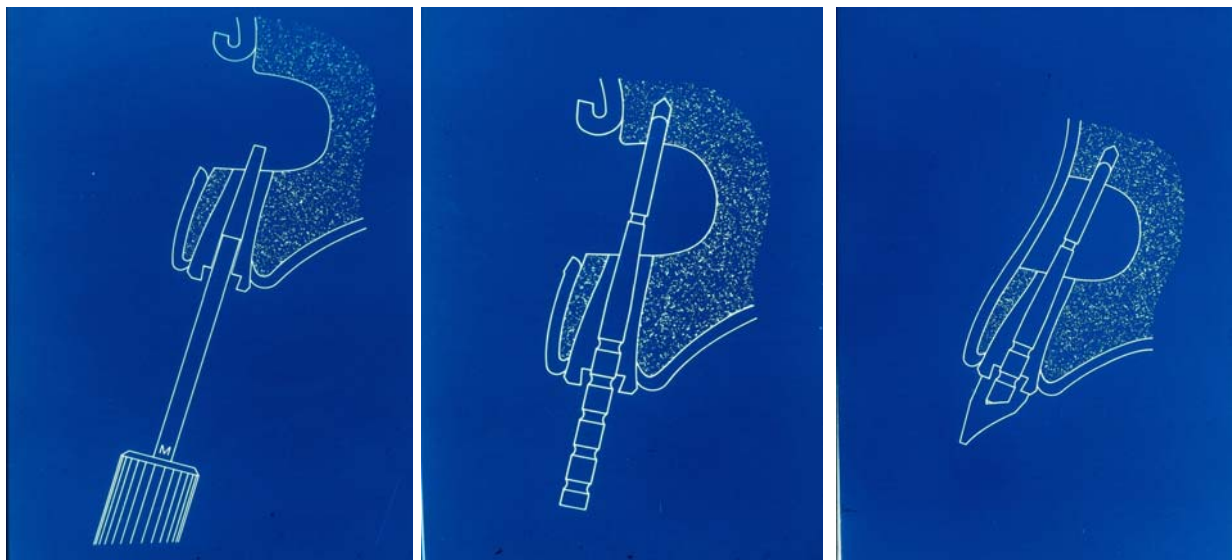
b: Bizylindrisch-konischer Stift® in verschiedenen Größen
(Institut Straumann AG, Waldenburg, Schweiz).



a

b

c



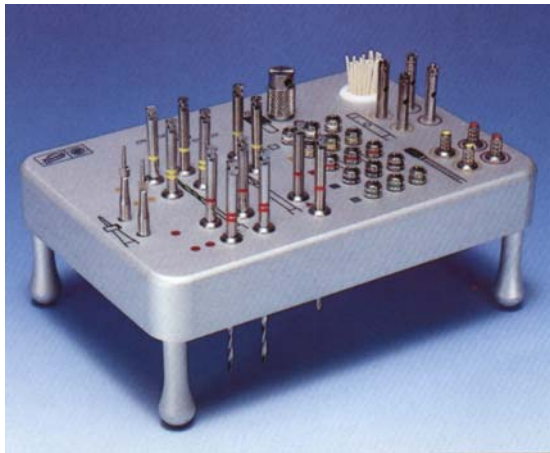
d

e

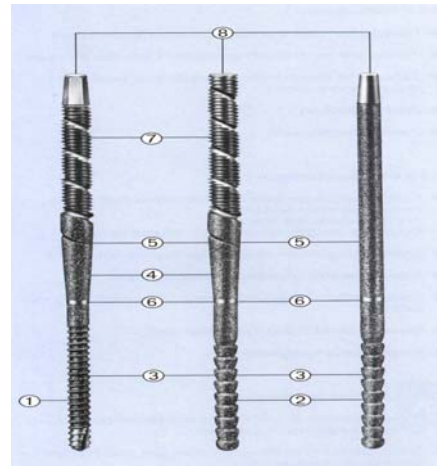
f

Abb.10 Vorgehensweise mit Bizylindrisch-konischem Stift® (Rixecker&Schilli 1987)
a: Nach Freilegung der apikalen Region wird mit einem Hartmetallfräser die Wurzelspitze abgetragen; **b:** Konventionelle Aufbereitung des Wurzelkanals bis ISO 60 (0,6 mm Durchmesser); **c:** Normierte Vorbohrung mit dem Zylinderbohrer des gewählten Durchmessers in aufsteigender Reihenfolge; **d:** Langsames Erweitern mit dem der ausgewählten Stiftgröße entsprechenden konischen Kanalfinierer. Kanalfinierer sind an ihrer Spitze nicht schneidend. Die Spitze des Finierers sollte ca. 1-2 mm aus der Resektionsstelle ragen; **e:** Der Stift wird vorsichtig mit der Einführsonde und mit wenig Druck in den vorbereiteten und mit einer Wurzelfüllpaste beschickten Kanal eingeführt und in Schlussposition gebracht. Das überschüssige Wurzelfüllmaterial wird mit Gaze entfernt; **f:** Situation mit z.B. definitiver VMK-Krone (Institut Straumann AG, Waldenburg, Schweiz).

Das in der Abb. 11 dargestellte Erlanger System zur transdentalen Fixation (ER-TDF®-System) nach Hofmann (1993a) basiert auf zylindrisch-konischen oder zylindrischen Stiften aus Reintitan mit gestrahlter Oberfläche. Der ossäre Anteil ist schraubenförmig bzw. mit Retentionsnuten versehen. Der apikale Stiftdurchmesser beträgt 1,1 mm (Größe 1) bzw. 1,3 mm (Größe 2). Die zylindrischen Stiftdesigns sind hauptsächlich für die transdentale Fixation bei schmalen Frontzähnen im Unterkiefer oder zum Erhalt der Integrität der Schneidekante bestimmt. Die operative Technik entspricht im Wesentlichen der mit dem *Bizylindrisch-konischen Stift*®, es wird jedoch eine manuelle Aufbereitung mit einem Normbohrer empfohlen.



a



b

Abb. 11 Das ER-TDF®-System nach Hofmann

a: Behandlungsständer mit Instrumenten;

b: Verschiedene Stiftdesigns mit gestrahlter Oberfläche

(von links nach rechts: zylindrisch-konischer Schraubstift, zylindrisch-konischer Steckstift, zylindrischer Stift)

Enossales Segment:

- (1) Hochretentives, selbstschneidendes, zylindrisches Gewinde mit Anschneidenuten für spannungsarmen enossalen Gewindesitz;
- (2) Retentionsnuten für eine hohe Retention im Knochen;
- (3) Aufgeraute Oberfläche für eine günstige Osseointegration;

Radikuläres Segment:

- (4) konisch - für einen dichten apikalen Verschluss;
- (5) Aufgeraute Oberfläche zur sicheren Retention im Wurzelkanal;
- (6) Zementierungsgrenze zur optischen Abgrenzung zwischen radikulärem und enossalem Segment;

Koronales Segment:

- (7) Aufbauteil mit rechts- und linksgewendeltem Gewinde für die sichere Retention von plastischen Aufbaumaterialien, Linksgewinde gleichzeitig als Abflussrinne für überschüssigen Zement;
 - (8) Anschluss für die Applikationsgriffe
- (Fa. Komet®, Gebr. Brasseler, Lemgo, Deutschland).

2.1.2 Patientengruppe Offene Implantate

Zu dieser Patientengruppe gehören diejenigen Patienten, die im Zeitraum von 1990 bis 1999 mit den offenen enossalen Implantaten versorgt wurden.

Es handelte sich meistens um Spätimplantationen und nur in Einzelfällen um Sofortimplantationen bzw. verzögerte Sofortimplantationen.

Von 1983 bis Anfang der 90er Jahre wurden fast ausschließlich die Leipziger Blattimplantate angewendet, die in den Folgejahren durch rotationssymmetrische Implantatsysteme ersetzt wurden. Bereits 1990 kam das ITI®-Bonafit-System zum Einsatz; seit 1995 wurde das Behandlungsspektrum durch das ANKYLOS®-Implantat-System erweitert.

Das Titanblattimplantat Typ Leipzig (Abb. 12) bestand aus einem lang gestreckten, gefensterten Implantatkörper mit der sandgestrahlten Oberfläche und aus einem schmalen, drehrunden Implantathals (1,8 mm Durchmesser, 4,5 mm lang).

Ein Instrumentenset für die Insertion des Leipziger Titanblattimplantates ist auf der Abb. 13 dargestellt.

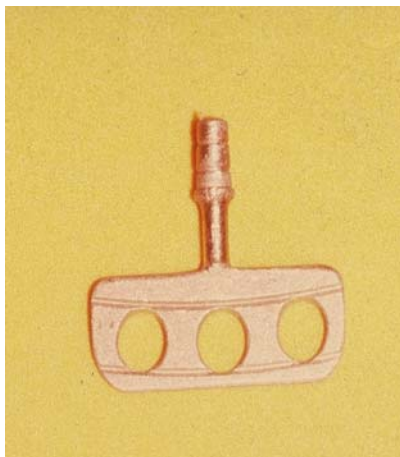


Abb. 12 Das Titanblattimplantat Typ Leipzig mit Standardoberfläche
(aus Graf und Knöfler 1986) .

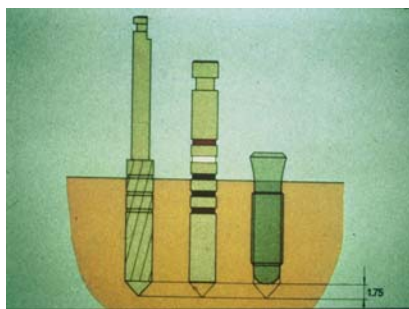


Abb. 13 Instrumentenset für die Insertion des Leipziger Titanblattimplantates.

Bei dem seit Anfang der 90er Jahre angewendeten **ITI®-Implantat-System** der Fa. *Straumann* (Abb. 14 und 15) kann zwischen Hohlzylinder-, Hohlschrauben- oder Vollkernschrauben-Implantaten gewählt werden. Ein ITI® -Implantat besteht aus Titan und ist im Gewindebereich mit Titan-Plasma beschichtet.

Der Indikation entsprechend stehen ein- und zweiteilige Implantate verschiedener Länge (6, 8, 10, 12, 14 und 16 mm) und verschiedenen Durchmessers (3,3; 3,5; 4,1 und 4,8 mm) zu Verfügung. Im zweiteiligen Sortiment sind auch um 15° abgewinkelte Pfosten zur Implantation im Frontzahnbereich des Oberkiefers vorhanden.

Das ITI®-Implantat-System lässt eine *offene transgingivale* Einheilung in der belastungsfreien Einheilphase zu.



a



b

Abb. 14 Das ITI®-System der Fa. *Straumann*

a: Schematische Darstellung der Operationstechnik mit offener Implantateinheilung (Institut Straumann AG, Waldenburg, Schweiz);

b: Verschiedene Implantatformen (von links nach rechts):

eine zweiteilige Voll- und Hohlschraube, ein zweiteiliger Hohlzylinder mit geradem und abgewinkeltem Pfosten – zur Aufnahme verschiedener Sekundärteile, einteilige Voll-, Hohlschraube und Zylinder.

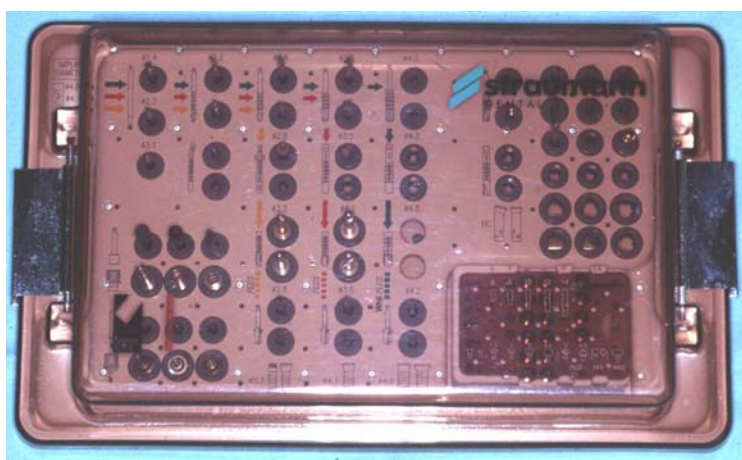


Abb. 15 Die ITI®-Chirurgiekassette

Das **ANKYLOS®-Implantat-System** (Abb. 16), das seit 1995 ebenfalls optimal angewendet wird, ist schraubenförmig und leicht konisch, mit kontinuierlich zunehmender Gewindetiefe konstruiert. Das enossale Teil des Implantats besteht aus Reintitan mit raustrukturierter Oberfläche und ist in verschiedenen Längen (8; 9,5; 11; 14 und 17 mm) und in vier Durchmessern (3,5; 4,5; 5,5 und 7,0 mm) vorhanden. Als Aufbauteile stehen gerade und 15° abgewinkelte Pfosten aus hochfester Titanlegierung zur Verfügung. Bei der Verwendung des ANKYLOS®-System findet eine *gedeckte* Einheilung statt, d.h. der Mukoperiostlappen wird über dem Implantat vernäht (Abb. 17).

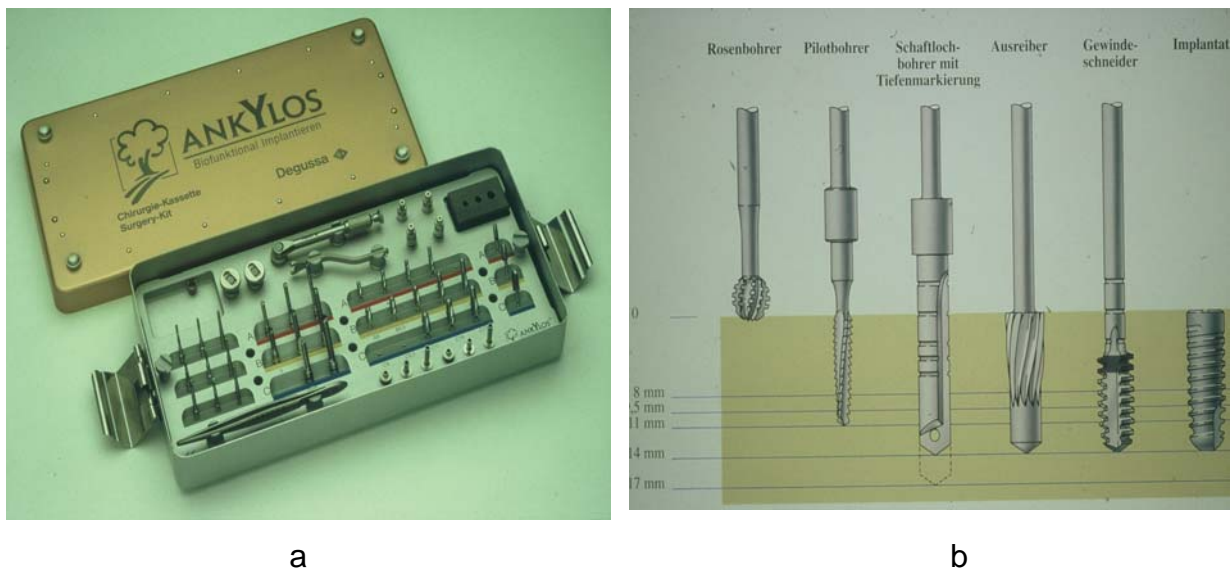


Abb. 16 Das ANKYLOS®-System
a: Chirurgiekassette;
b: schematische Darstellung der Operationstechnik
 (Degussa-Hüls AG, Hanau, Deutschland).

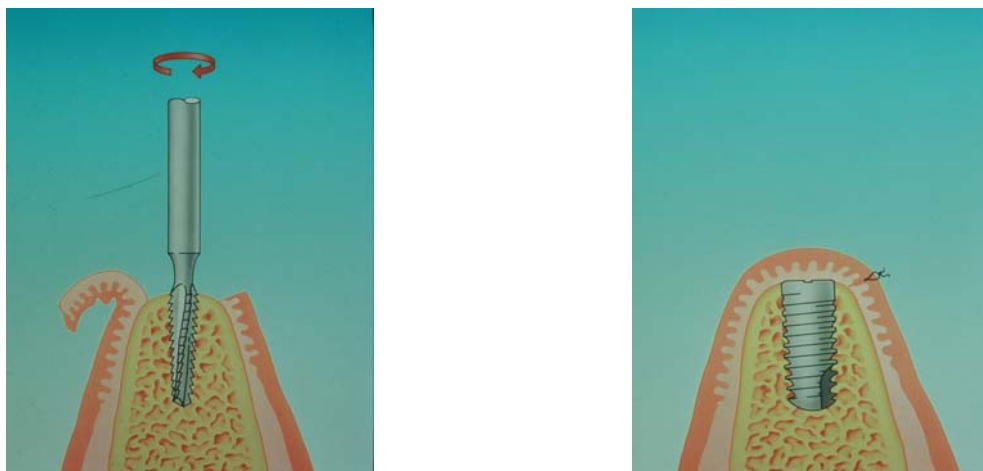


Abb. 17 Gedeckte Einheilung des ANKYLOS®-Implantats
 (Degussa-Hüls AG, Hanau, Deutschland).

2.2 Methodik

Zum Zwecke einer vergleichenden Untersuchung wurden die Daten der über einen Zeitraum von 1990 bis 1999 mit offenen und geschlossenen enossalen Implantaten versorgten Patienten entsprechend den Angaben aus den OP-Büchern der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald erhoben.

Anhand der Karteikarten konnten über beide Patientengruppen folgende Informationen dokumentiert werden:

- Anzahl der versorgten Patienten bzw. der inserierten Implantate
- Alter der Behandelten zum Zeitpunkt der Implantation
- Geschlechtsverteilung der Patienten
- Topographische Verteilung der Implantationen bzw. der transdentalen Fixationen
- Art der Versorgung (Implantat- bzw. Transfixationssystem)
- Indikationsbereiche für offene und geschlossene Implantationsverfahren
- Postoperative Komplikationen
- Liegedauer der Implantate
- Entzündungsparameter (Lockerungsgrad, Sulkusblutungsindex, Sondierungstiefe)
- Zustand des periapikalen/periimplantären Knochens anhand von Röntgenbildern.

Ferner wurden Nachforschungen bis in die 50er Jahre unternommen, um die frühere Entwicklung der enossalen Implantologie an der Universität Greifswald nachvollziehen zu können. Durch Literaturrecherche (u. a. Einsicht in die Promotions- und Habilitationsschrift von *Gerd Staegemann*) und Kontaktaufnahme mit seinem Sohn, Herrn Dr. Stefan Staegemann, konnten die Entwicklung der Methode zur Stiftverbolzung/endodontischen Stiftimplantation nach *Staegemann* und seine berufliche Laufbahn verfolgt werden.

2.2.1 Klinische Diagnostik

Die im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit von *Knuf* (2003) erhobenen klinischen Befunde bei Patienten, denen im Zeitraum von 1990-1999 an der Greifswalder Klinik offene enossale Implantate inseriert worden sind, wurden in die Auswertung miteinbezogen.

Innerhalb des regelmäßigen Recall-Systems fand im Dezember 2000 zusätzlich eine eigene klinische Untersuchung der mit den offenen enossalen Implantaten versorgten Patienten statt (n = 30).

Zur Bestimmung der *Sondierungstiefen* wurden vier Messungen pro Implantat (mesial-distal-vestibulär-oral) mit einer PCP 12 Parodontalsonde (Hu-Friedy) durchgeführt. Die Sondierungstiefe war als Mittelwert bestimmt, der sich aus der Summe der Messstrecken durch die Anzahl der Messpunkte ergab.

Das Ausmaß der periimplantären Entzündung ließ sich mit Hilfe der graduellen Erfassung einer auf Sondierung aufgetretenen Blutung bestimmen. Die Beurteilung verschiedener Entzündungsgrade erfolgte entsprechend dem Sulkusblutungsindex (SBI) nach *Mühlemann u. Son* (1971):

- Grad 0:** Keine Blutung
- Grad 1:** Isolierte Blutpunkte
- Grad 2:** Konfluierende, linienförmige Blutung
- Grad 3:** Massive Blutung, Spontanblutung

Die klinische Beweglichkeit der offenen enossalen Implantate ist nach den Richtlinien der *Deutschen Gesellschaft für Parodontologie* beurteilt worden (Lockerungsgrad 0 bis III). Da die meisten offenen enossalen Implantate in eine primäre Verblockung einbezogen waren, konnte der Lockerungsgrad nicht objektiv eingeschätzt werden.

Die Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung wurden in einem in der Abb. 18 dargestellten Untersuchungsbogen dokumentiert.

Patient(in).....

Geboren am:.....

OP-Datum:.....

- Liegedauer des Implantates.....
- Implantatart.....
- Lokalisation.....
- Postoperative Komplikationen (Art und Zeitpunkt)
.....
- Klinischer Befund:
Sondierungstiefe (4 Messpunkte).....
- SBI (Grad 0-3):.....
- Lockerungsgrad.....
- Röntgenologischer Befund:
(periimplantärer Knochenabbau in mm mesial und distal)
.....

Abb. 18 *Untersuchungsbogen für die mit offenen enossalen Implantaten versorgten Patienten*

Etwas komplizierter gestaltete sich die Datenerfassung bei den Patienten, die mit den geschlossenen enossalen Implantaten versorgt wurden. Die Tatsache, dass fast alle Patienten nach der Überweisung ihres Hauszahnarztes aus den teilweise weit entfernten Orten des Landes zur Behandlung kamen, machte regelmäßige Nachkontrollen an der Universität Greifswald so gut wie unmöglich. Das erneute Bestellen aller versorgten Patienten schien nicht realisierbar zu sein. Vermutlich haben viele seit 1990 den Wohnort gewechselt. Uns blieb die Hoffnung, dass die behandelnden Zahnärzte eine Auskunft über den Zustand der versorgten Zähne geben können. Zu diesem Zweck wurde für jeden überwiesenen Patienten ein Untersuchungsbogen erstellt (Abb. 19) und an die niedergelassenen Kollegen mit der Bitte verschickt, uns die Ergebnisse des Recalls mitzuteilen. Von 27 angeschriebenen Zahnärzten bekamen wir insgesamt 21 Antworten, welche die Recall-Ergebnisse von 14 Patienten beinhalteten. Für die bereitwillige Unterstützung bei der Erhebung der klinischen Daten bedanke ich mich ganz herzlich bei den Kollegen

I. & H.-W. Richter (Ahlbeck), Hr. Dr. W.-H. Welly (Demmin), Fr. ZÄ Ch. Knuth (Grammendorf), Fr. Dr. M. Brück, Drs. N. Exner & G. Klinke, Fr. ZÄ A. Koglin, Hr. Dr. R. Richter, Fr. ZÄ K. Rong und Fr. ZÄ M. Wiesner (Greifswald), Fr. ZÄ M. Behn (Kölpinsee), Hr. Dr. W. Beyer (Löcknitz), Fr. ZÄ R. Lahmann (Loitz), Fr. ZÄ Hawlitschek (Lubmin), Fr. Dr. M. Seide (Parow), Hr. ZA J. Kuhrke (Pasewalk), Hr. ZA H. Lampe (Tutow), Hr. Dr. B. Kmiecniak, ZA D. Kühne, Hr. Dr. U. Piarowski und Fr. Dr. S. Rasmus (Wolgast) sowie Fr. Dr. S. Abel (Züssow).

Ein Teil der Patienten war wegen des Wohnorts- oder Zahnarztwechsels nicht mehr für uns erreichbar.

Patient(in).....

Geboren am:.....

OP-Datum:.....

✓ Ist der mit dem transdentalen Stift versorgte Zahn noch in situ?

- Wenn nein, wann wurde der Zahn extrahiert?.....
- Wenn ja, beantworten Sie bitte folgende Fragen:

✓ Gibt es klinische Anzeichen einer Entzündung?

- Wenn ja, welche?
 - Blutung auf Sondierung.....
 - Sondierungstiefe
 - Lockerungsgrad des Zahnes

✓ Gab es Abszess- oder Fistelbildungen ausgehend vom transdental fixierten Zahn?

- Wenn ja, wann?.....

✓ Was ist auf dem Röntgenbild (falls vorhanden) im Bereich des Stiftimplantats zu erkennen?

- Apikal unauffällig strukturierter Knochen.....
- Anzeichen einer Knochenresorption bzw. Restaufhellung um den Stift herum.....
- Eine schmale transluzente Zone um den Stift herum

Abb. 19 *Untersuchungsbogen für die mit geschlossenen enossalen Implantaten versorgten Patienten*

2.2.2 Radiologische Diagnostik

Bei der Bewertung der im Rahmen des Recalls angefertigten Röntgenbilder (Zahnfilme in Rechtwinkeltechnik oder Orthopantomogramme) wurde der periimplantäre Knochenabbau mit Hilfe eines transparenten Lineals und einer Lupe ermittelt. Die Knochenabbaurate bei offenen enossalen Implantaten entsprach dabei dem Mittelwert der mesialen und distalen Messung am Röntgenbild (angulärer Knochendefekt). Als Referenz diente eine unmittelbar postoperativ angefertigte Röntgenaufnahme (i. R. ein Orthopantomogramm). Der röntgenologisch ermittelte Knochenverlust wurde anteilmäßig erfasst und in Bezug auf tatsächliche Implantatlänge entsprechend korrigiert berechnet.

Die knöcherne Situation im Bereich der geschlossenen enossalen Implantate wurde auf Anzeichen einer Knochenresorption bzw. deren Dynamik sowie auf Vorhandensein einer schmalen transluzenten Zone um das Implantat herum beurteilt.

2.3 Statistische Auswertung

Die ermittelten Daten wurden nach folgenden Kriterien statistisch ausgewertet:

- Alter und Geschlechtsverteilung;
- Häufigkeitsverteilung der durchgeführten offenen und geschlossenen Implantationen pro Jahr;
- Häufigkeitsverteilung verschiedener Implantations- bzw. Transfixationssysteme;
- Funktions- und Entzündungszustand anhand von parodontalen bzw. periimplantären Parametern.

Beide Implantationsverfahren wurden in Bezug auf topographische Verteilung, Indikationsbereiche, Häufigkeit der postoperativen Komplikationen sowie Überlebenszeit miteinander verglichen.

Alle in der Untersuchung erfassten Daten wurden mit Hilfe der deskriptiven Statistik (Häufigkeitsverteilung, Mittelwert, Standardabweichung) und explorativen Statistik (Verweildaueranalyse nach *Kaplan-Meier*) mit dem Programm MS-Excel 2000 for Windows (Microsoft Corp.) und Statistikprogramm SPSS 8.0 for Windows (SPSS Inc.) ausgewertet.

2.4 Methodenkritik

Die beschriebenen Untersuchungsparameter konnten nicht für alle in den OP-Büchern von 1990 bis 1999 eingetragenen Patienten ermittelt werden. Das lag daran, dass die Karteikarten von Patienten, die nach 1993 nicht mehr zur Behandlung erschienen, nicht weiter archiviert wurden bzw. in manchen vorhandenen Karteikarten bestimmte Angaben, z. B. über das eingesetzte Transfixationssystem oder den überweisenden Zahnarzt, fehlten.

So konnten von den insgesamt 116 mit geschlossenen enossalen Implantaten versorgten Patienten nur 27 überweisende Zahnärzte anhand eines vorliegenden Überweisungsscheines zurückverfolgt werden.

Da die meisten mit den offenen enossalen Implantaten versorgten Patienten (n=158) in ein regelmäßiges Recall-System einbezogen sind, war es möglich, die Ergebnisse der Nachsorge für diese Nachuntersuchung zu berücksichtigen. Eine objektive Beurteilung der geschlossenen enossalen Implantate wurde dagegen durch einen hohen drop out erschwert. Wegen der sich stark voneinander unterscheidenden Anzahl der nachuntersuchten Patienten und unterschiedlicher Indikationsstellung für offene und geschlossene enossale Implantate sind die in dieser Arbeit ermittelten Ergebnisse nur bedingt miteinander vergleichbar.

Es wurde jedoch angestrebt, beide Patientengruppen den gleichen Kriterien nach zu bewerten. Eine große Hilfe waren dabei die von den niedergelassenen Kollegen zurückgesandten Untersuchungsbogen, die Informationen über den klinischen und röntgenologischen Befund, eventuelle Komplikationen sowie Liegedauer der transdental fixierten Zähne beinhalteten.

3 Ergebnisse

3.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Patientengruppe Geschlossene Implantate

Von 1990 bis 1999 wurden bei 116 Patienten (55 Frauen und 61 Männer) 129 Zähne transdentale fixiert. Zum Zeitpunkt der Operation betrug das durchschnittliche Patientenalter 32,2 Jahre (min. 11 Jahre, max. 74 Jahre).

Patientengruppe Offene Implantate

Im gleichen Zeitraum wurden bei 158 Patienten (95 Frauen, 63 Männer) 269 offene endossale Implantate inseriert. Zum Zeitpunkt der Implantation betrug das durchschnittliche Patientenalter 41,7 Jahre (min. 15 Jahre, max. 77 Jahre).

Die Alters- und Geschlechtsverteilung der mit offenen und geschlossenen Implantaten versorgten Patienten ist in der Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1 Alters- und Geschlechtsverteilung der mit offenen und geschlossenen Implantaten versorgten Patienten

	Patientengruppe Geschlossene Implantate (n=116)	Patientengruppe Offene Implantate (n=158)
Geschlecht		
männlich	61	63
weiblich	55	95
Alter		
min.	11	15
Mittelwert	32,2	41,7
max.	74	77

3.2 Häufigkeitsverteilung der offenen und geschlossenen enossalen Implantationen

Die Anzahl der durchgeführten offenen und geschlossenen Implantationen hat sich über die Jahre 1990-1999 folgendermaßen verteilt (Abb. 20):

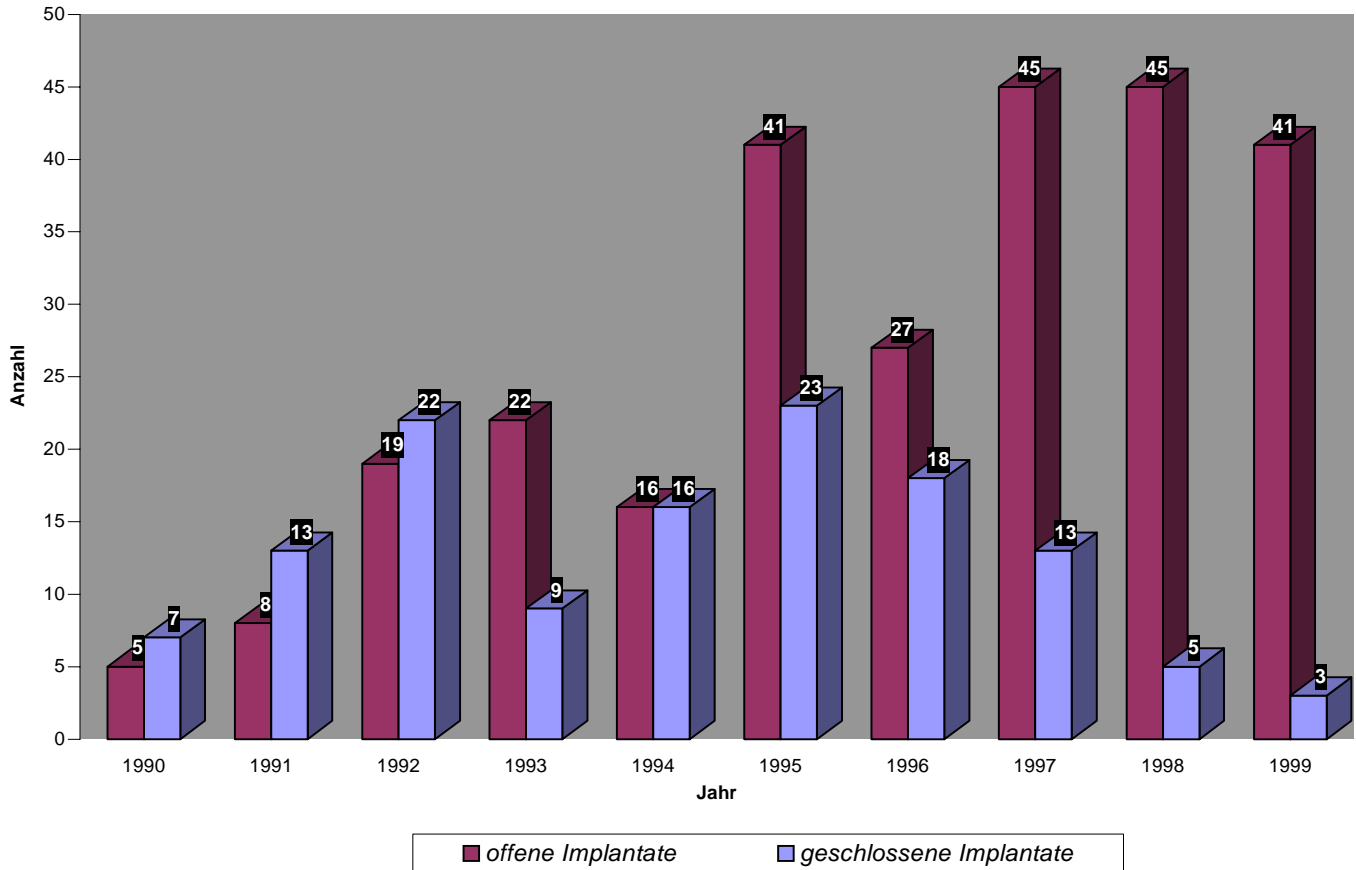


Abb. 20 Anzahl der durchgeführten offenen (n=269) und geschlossenen (n=129) enossalen Implantationen pro Jahr

3.3 Topografische Verteilung der offenen und geschlossenen enossalen Implantationen

Die geschlossenen enossalen Implantationen erfolgten mit 80,7 % überwiegend im Frontzahnbereich (n = 104); davon 56,6 % (n=73) alleine im Oberkieferfrontzahnbereich.

„Offene“ Implantationen wurden dagegen meistens in der Eckzahnregion (26,4 %, n=71) und im Seitenzahnbereich (26,0 %, n=70) des Unterkiefers durchgeführt.

Die Häufigkeitsverteilung der Lokalisation der offenen und geschlossenen enossalen Implantationen ist in der Abbildung 21 dargestellt.

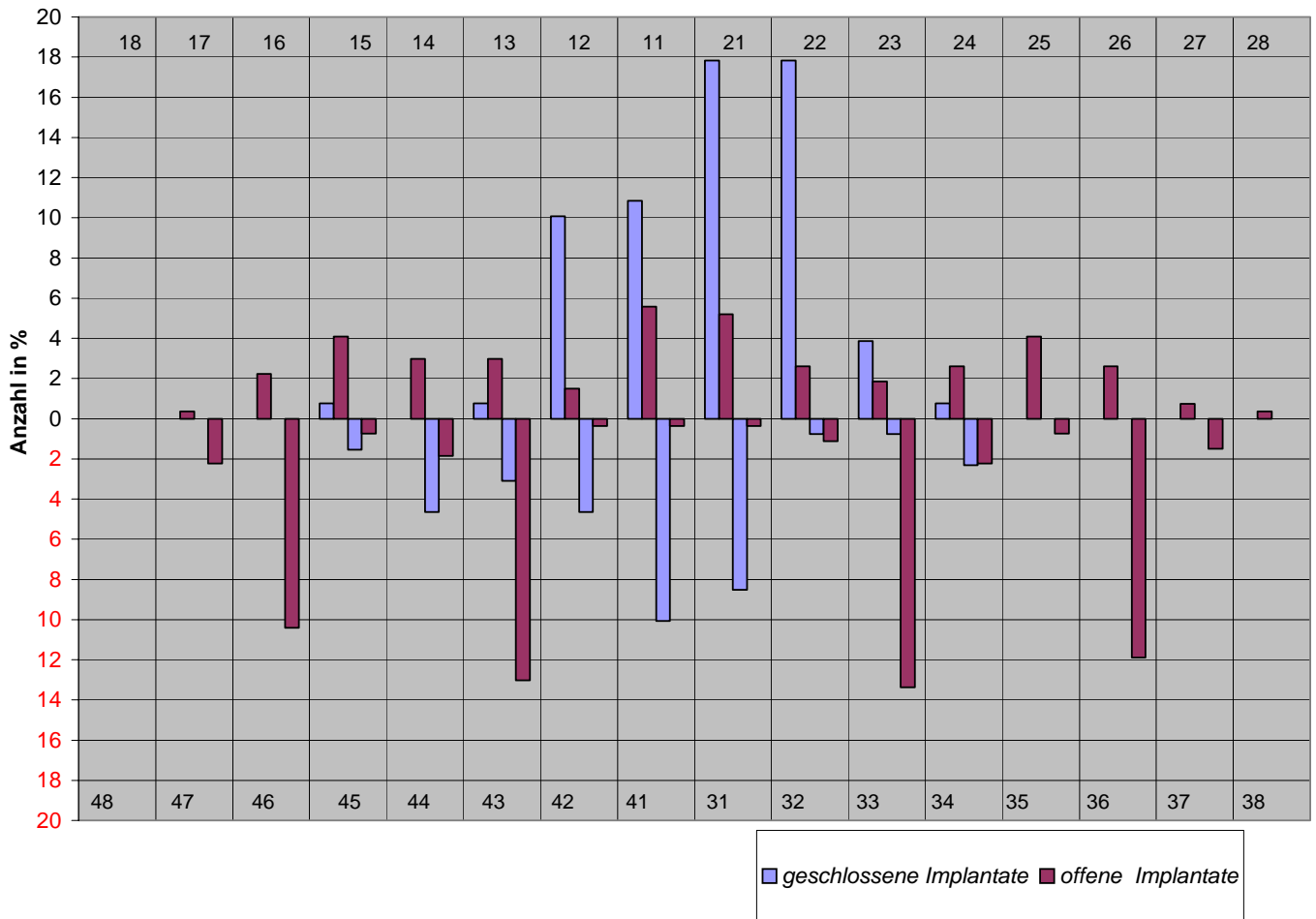


Abb. 21 Häufigkeitsverteilung der Lokalisation der offenen ($n = 269$) und geschlossenen ($n = 129$) enossalen Implantationen

3.4 Häufigkeitsverteilung der inserierten Implantatformen

Patientengruppe *Geschlossene Implantate*

Von 129 inserierten geschlossenen enossalen Implantaten konnte in 90 Fällen das angewendete Implantatsystem ermittelt werden.

In 81,1 % wurde der bizylindrisch-konische Stift® nach *Rixecker & Schilli* (Fa. Straumann) eingesetzt ($n = 73$). Das System zur endodontischen Stiftimplantation nach *Staeagemann* kam in 16,7% der Fälle zum Einsatz ($n = 15$). Nur in 2,2% wurde das ER-TDF®-System (Fa. Komet) angewendet ($n = 2$).

Tabelle 2 zeigt die Häufigkeitsverteilung der eingesetzten geschlossenen enossalen Implantate.

Tab. 2 Häufigkeitsverteilung der angewendeten Systeme zur geschlossenen enossalen Implantation (n = 90)

	n =	%
Bizylindrisch-konischer Stift®	73	81,1
System zur endodontischen Stiftimplantation nach <i>Staeegemann</i>	15	16,7
ER-TDF® -System	2	2,2

Patientengruppe *Offene Implantate*

Von insgesamt 269 eingesetzten offenen enossalen Implantaten konnte bei 254 das angewendete Implantatsystem eindeutig zugeordnet werden.

Überwiegend wurden die schraubenförmigen Implantate verwendet. Davon am häufigsten die ITI®-Vollschrauben in 55,9 % (n = 142), gefolgt von ANKYLOS®-Implantat-System in 23,6 % (n = 60) und ITI®-Hohlschrauben in 13,4 % (n = 34). Die Hohlzylinderimplantate (ITI®-System) kamen in 5,9 % zum Einsatz.

Die anfangs noch verwendeten Extensionsimplantate („Leipziger Blattimplantat“) wurden im Beobachtungszeitraum nur noch in 1,2 % der Fälle inseriert (n = 3).

Die Häufigkeitsverteilung der inserierten Implantatformen ist in der Tabelle 3 zu ersehen.

Tab.3 Häufigkeitsverteilung der inserierten Implantatformen (n = 254)

	n =	%
ITI®-System		
ITI®-Vollschraube	142	55,9
ITI®-Hohlschraube	34	13,4
ITI®-Hohlzylinder	15	5,9
ANKYLOS® -Implantat-System	60	23,6
Leipziger Blattimplantat	3	1,2

3.5 Indikationsbereiche für offene und geschlossene enossale Implantationen

Patientengruppe Geschlossene Implantate

Von 129 inserierten geschlossenen enossalen Implantaten konnte in 90 Fällen nachvollzogen werden, aus welchem Grund der Eingriff durchgeführt werden musste. Häufigster Anlass für die geschlossene enossale Implantation war ein stark reduzierter Zahnhalteapparat nach einer ausgedehnten Wurzelspitzenresektion bei 52,2 % (n = 47) oder Zystektomie bei 37,8 % (n = 34) aller vorgenommenen Eingriffe. Weitere Indikationen für die Stabilisierung gelockerter Zähne sind im Einzelnen in der Tabelle 4 zusammengefasst.

Tab.4 Indikationen für die geschlossenen enossalen Implantationen (n = 90)

	n =	%
Ausgedehnte Wurzelspitzenresektion mit reduziertem Restparodontium	47	52,2
Wurzelspitzenresektion mit gleichzeitiger Zystektomie	34	37,8
Wurzelfraktur im apikalen Drittel bzw.		
Wurzelspitzenresektion nach einem Frontzahntrauma	6	6,7
Zahnlockerung infolge Alveolarfortsatzfraktur	2	2,2
Wurzelspitzenresektion bei einer fortgeschrittenen marginalen Parodontitis	1	1,1

Patientengruppe Offene Implantate

Von insgesamt 269 waren in 254 Fällen Angaben über die für eine offene enossale Implantation gestellte Indikation vorhanden. Die häufigste Indikation war mit 37,8 % (n = 96) eine Freundsituation im Ober- und/oder Unterkiefer, was der Klasse II nach *Brinkmann* (1976) entspricht.

32,7 % (n =83) aller Implantate wurden wegen totaler Zahnlosigkeit inseriert (Klasse IV nach *Brinkmann*).

In einer unterbrochenen Zahnreihe (Klasse III nach *Brinkmann*) wurde in 16,5 % (n = 42) zwecks Pfeilervermehrung implantiert.

Ein Einzelzahnverlust, entsprechend der Klasse I nach *Brinkmann*, führte in 13,0 % (n = 33) der Fälle zur Indikationsstellung für eine Implantationstherapie.

Tab. 5 Indikationen für die offenen enossalen Implantationen (n = 254)

	n =	%
Freiendsituation im Ober- und Unterkiefer	96	37,8
<i>Totale Zahnlosigkeit</i>	83	32,7
Pfeilervermehrung in einer unterbrochenen Zahnreihe	42	16,5
<i>Einzelzahnverlust</i>	33	13,0

3.6 Postoperative Komplikationen

Patientengruppe *Geschlossene Implantate*

Aufgrund des hohen Drop out konnten die in der späten postoperativen Phase aufgetretenen Komplikationen lediglich in 50 Fällen nachvollzogen werden. Die am häufigsten vorgekommenen Komplikationen waren eine akute Exazerbation mit periradikulärer Osteolyse sowie ein von dem transdental fixierten Zahn ausgehender Abszess, jeweils in 14,0 % (n = 7) der Fälle.

Eine Übersicht aller aufgetretenen Komplikationen ist in der Tabelle 6 dargestellt.

Tab. 6 Postoperative Komplikationen nach einer geschlossenen enossalen Implantation (n = 50)

	n =	%
Periradikuläre Osteolyse	7	14,0
<i>Abszess</i>	7	14,0
Hochgradige Stiftlockerung und Korrosion	3	6,0
<i>Wurzel- bzw. Stiftfraktur infolge eines Traumas</i>	2	4,0
Keine Komplikationen	31	62

Patientengruppe *Offene Implantate*

Von 269 inserierten enossalen Implantaten konnten 225 auf späte postoperative Komplikationen beurteilt werden. Bei 16,0 % (n = 36) aller nachuntersuchten offenen enossalen Implantate war eine Wucherung des periimplantären Gewebes zu verzeichnen, wobei es sich meistens um Implantate im zahnlosen Unterkiefer handelte.

Eine Periimplantitis war bei 10,7 % (n = 24) aller inserierten Implantate festzustellen. Weitere Komplikationen sind in der Tabelle 7 zu ersehen.

Tab.7 *Postoperative Komplikationen nach einer offenen enossalen Implantation (n = 225)*

	n =	%
Wucherung des periimplantären Gewebes	36	16,0
<i>Periimplantitis</i>	24	10,7
Hochgradige Lockerung aufgrund fehlender Osseointegration	6	2,7
<i>Abbruch des Implantatpfostens</i>	3	1,3
Submuköser Abszess	2	0,9
<i>Sinusitische Beschwerden</i>	1	0,4
Keine Komplikationen	154	68

3.7 Ergebnisse der röntgenologischen Nachuntersuchung

Patientengruppe *Geschlossene Implantate*

Unter den im Rahmen des Recalls in der Greifswalder Poliklinik und teilweise von weiterbehandelnden Zahnärzten angefertigten Röntgenaufnahmen (Orthopantomogramme und Einzelzahnaufnahmen, n = 50) war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei 56% (n = 28) kein pathologischer Befund, d. h. apikal unauffällig strukturierter Knochen mit einer Verkleinerung der apikalen Aufhellung im

Vergleich zum postoperativen Kontrollbild, zu erkennen. In 30 % (n = 15) der Fälle war eine unscharf begrenzte Aufhellung mit einer Tendenz zur Vergrößerung und in 14 % (n = 7) eine unveränderte Restaufhellung zu finden.

Tab.8 Röntgenologischer Befund bei der Nachuntersuchung der geschlossenen enossalen Implantate (n = 50)

	n =	%
Verkleinerung der apikalen Aufhellung	28	56,0
<i>Vergrößerung der apikalen Aufhellung</i>	15	30,0
Unveränderte Restaufhellung	7	14,0

Patientengruppe Offene Implantate

Bei der röntgenologischen Nachuntersuchung der offenen enossalen Implantate war im periimplantären Bereich ein Knochenabbau verschiedenen Grades festzustellen. Zum Zeitpunkt der Untersuchung lagen 206 röntgenologische Befunde vor, die üblicherweise in unregelmäßigen Abständen (bei Bedarf) im Rahmen des Recalls erhoben wurden.

Die Befundergebnisse sind in der Tabelle 9 dargestellt.

Tab.9 Mittlere Knochenabbauraten bei der Nachuntersuchung der offenen enossalen Implantate (n = 206)

	n	%
≤ 1,0 mm	165	80,1
2,0 mm	12	5,8
1,5 mm	7	3,4
3,0 mm	7	3,4
2,5 mm	6	2,9
3,5 mm	4	2,0
4,5 mm	3	1,4
4,0 mm	1	0,5
6,0 mm	1	0,5

Nur in einem Fall betrug der anguläre Knochendefekt bei einem in situ befindlichen Implantat mehr als 3/10 des konstruktiv enossalen Implantatabschnittes (6,0 mm bei einer Implantatlänge von 8,0 mm).

3.8 Zahn- bzw. Implantatverluste

Patientengruppe *Geschlossene Implantate*

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren noch 80 % der transdental fixierten Zähne in situ (n = 40).

Der Beobachtungszeitraum der transfixierten Zähne betrug durchschnittlich 2,7 Jahre (Minimum 0,1 und Maximum 9,3 Jahre bei einer Standardabweichung von 2,12).

Die Tabelle 10 gibt Hinweis auf die Häufigkeitsverteilung der in situ befindlichen und extrahierten Zähne.

Tab. 10 Häufigkeitsverteilung der Zahnverluste und Ursachen für die Extraktion der transdental fixierten Zähne (n = 50)

	n =
In situ	40
Extrahiert	10
Ursachen für die Extraktion:	
Akute apikale Parodontitis	4
<i>Submuköser Abszess</i>	3
Hochgradige Stiftlockerung	2
<i>Stiffraktur</i>	1

Patientengruppe Offene Implantate

Von allen nachuntersuchten offenen enossalen Implantaten waren den Unterlagen zufolge noch 94,2 % in situ (n = 212). In 5,8 % (n = 13) der Fälle wurde explantiert bzw. Implantate waren nicht mehr funktionstüchtig (2 Implantate wurden nach dem Pfostenabbruch als *sleeping implants* belassen).

Die mittlere Liegedauer der nachuntersuchten Implantate betrug 3,3 Jahre (Minimum 0,1 und Maximum 9,5 Jahre bei einer Standardabweichung von 2,15).

Die häufigste Ursache für den Implantatverlust war eine fehlgeschlagene Osseointegration in der Einheilphase (2,7 %, n = 6), gefolgt von Periimplantitis (1,8 %, n = 4) und Pfostenfraktur (1,3 %, n = 3).

Die Häufigkeitsverteilung und die Ursachen für die Implantatverluste sind in der Tabelle 11 dargestellt.

Tab. 11 Häufigkeitsverteilung der Implantatverluste und Ursachen für den Misserfolg (n = 225)

	n =	%
In situ	212	94,2
Explantiert	13	5,8
Ursachen für den Implantatverlust:		
<i>Lockerung aufgrund fehlender Osseointegration</i>	6	2,7
Periimplantitis / infektiionsbedingter Knochenverlust	4	1,8
<i>Abbruch des Implantatpfostens</i>	3	1,3

3.9 Desmodontale bzw. periimplantäre Parameter

Patientengruppe *Geschlossene Implantate*

Bei 19 Patienten war es möglich, den prä- und postoperativen Lockerungsgrad der transfixierten Zähne anhand der ausgefüllten Untersuchungsbogen und Karteikartendaten zu beurteilen (Abb. 22).

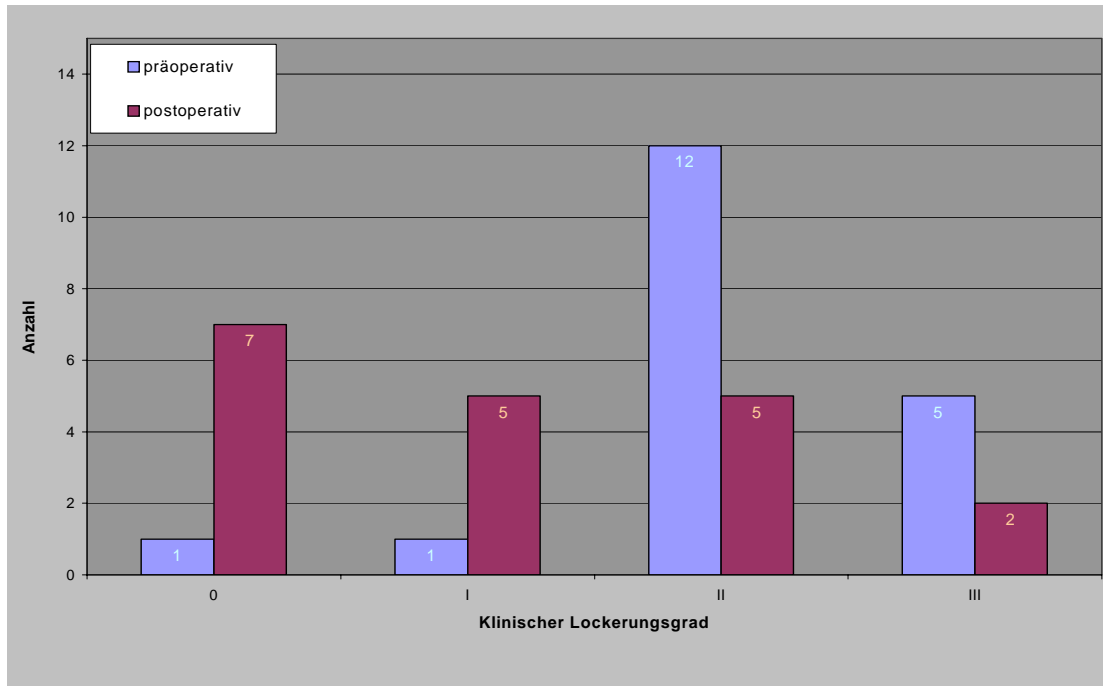


Abb. 22 Lockerungsgrad der transdentally fixierten Zähne im Vergleich (n = 19)

Die Entzündungsreaktion der transdentally fixierten Zähne wurde anhand einer bei der Sondierung aufgetretenen Reizblutung beurteilt. Der Sulkusblutungsindex konnte mit Hilfe der von Hauszahnärzten ausgefüllten Untersuchungsbogen bei 12 Patienten bestimmt werden. Bei 9 Patienten wurde eine Sondierungsblutung entsprechend dem SBI-Grad 1 bis 2 festgestellt (Tab. 12).

Tab. 12 Sulkusblutungsindex bei der Untersuchung der transdentally fixierten Zähne (n = 12)

Sulkusblutungsindex	n =
Grad 0 (keine Blutung)	3
Grad 1 bis 2 (punkt- bzw. linienförmige Blutung)	9
Grad 3 (Spontanblutung)	0

Die aus den gleichen Unterlagen stammenden Angaben über die *Sondierungstiefen* sind in der Tabelle 13 dargestellt. Angegeben ist jeweils der Mittelwert von den vier an jedem Zahn durchgeführten Messungen (n = 12).

Tab. 13 Mittlere Sondierungstiefen der transdental fixierten Zähne bei der Nachuntersuchung (n = 12)

	n =
2,0 mm	4
2,5 mm	3
3,0 mm	3
3,5 mm	2

Patientengruppe Offene Implantate

Bei der Bestimmung der Sondierungstiefen wurde in 28,6 % der Fälle eine positive Entzündungsreaktion in Form einer Sondierungsblutung festgestellt (n = 58).

Die Häufigkeitsverteilung der festgestellten Sondierungsblutung ist in der Tabelle 14 präsentiert.

Tab. 14 Sulkusblutungsindex im Bereich der offenen enossalen Implantate (n = 203)

	n =	%
Grad 0 (keine Blutung)	145	71,4
<i>Grad 1 bis 2 (punkt- bzw. linienförmige Sondierungsblutung), davon</i>	58	28,6
<i>bei Implantaten im zahnlosen Unterkiefer</i>	24	11,8
<i>bei Implantaten mit festsitzender Versorgung (Ober- und Unterkiefer) beim Einzelzahnersatz</i>	21	10,3
	13	6,5
<i>Grad 3 (Spontanblutung)</i>	0	0%

Die gemessenen *Sondierungstiefen* sind in der Tabelle 15 zu ersehen. Angegeben ist jeweils der Mittelwert der an vier Messpunkten durchgeführten Messungen (n = 203).

Tab. 15 *Mittlere Sondierungstiefen bei der Nachuntersuchung der offenen enossalen Implantate (n = 203)*

	n =	%
2,5 mm	93	45,8
2,0 mm	35	17,2
3,5 mm	33	16,3
3,0 mm	23	11,3
1,5 mm	12	5,9
4,0 mm	3	1,5
4,5 mm	2	1,0
6,0 mm	1	0,5
8,0 mm	1	0,5

3.10 Verweildaueranalyse für offene und geschlossene enossale Implantate

Zur Bestimmung der Verweildauer wurden 225 offene und 50 geschlossene enossale Implantate miteinbezogen. Das Liegedauerverhalten wurde nach dem Kriterium „Implantat in situ oder Implantatverlust“ bewertet, wenn der Zeitpunkt des Implantatverlustes genau bekannt war.

Das Ergebnis der Verweildaueranalyse nach *Kaplan-Meier* zeigt für offene enossale Implantate eine Verweildauerwahrscheinlichkeit von 97% für 1 Jahr und von 93% für die maximale Beobachtungsdauer von 9,5 Jahren.

Die Verweildauerwahrscheinlichkeit der geschlossenen enossalen Implantate wird auf 91% nach einem Jahr und auf 57% nach der maximalen Beobachtungszeit von 9,3 Jahren geschätzt (Abb. 23).

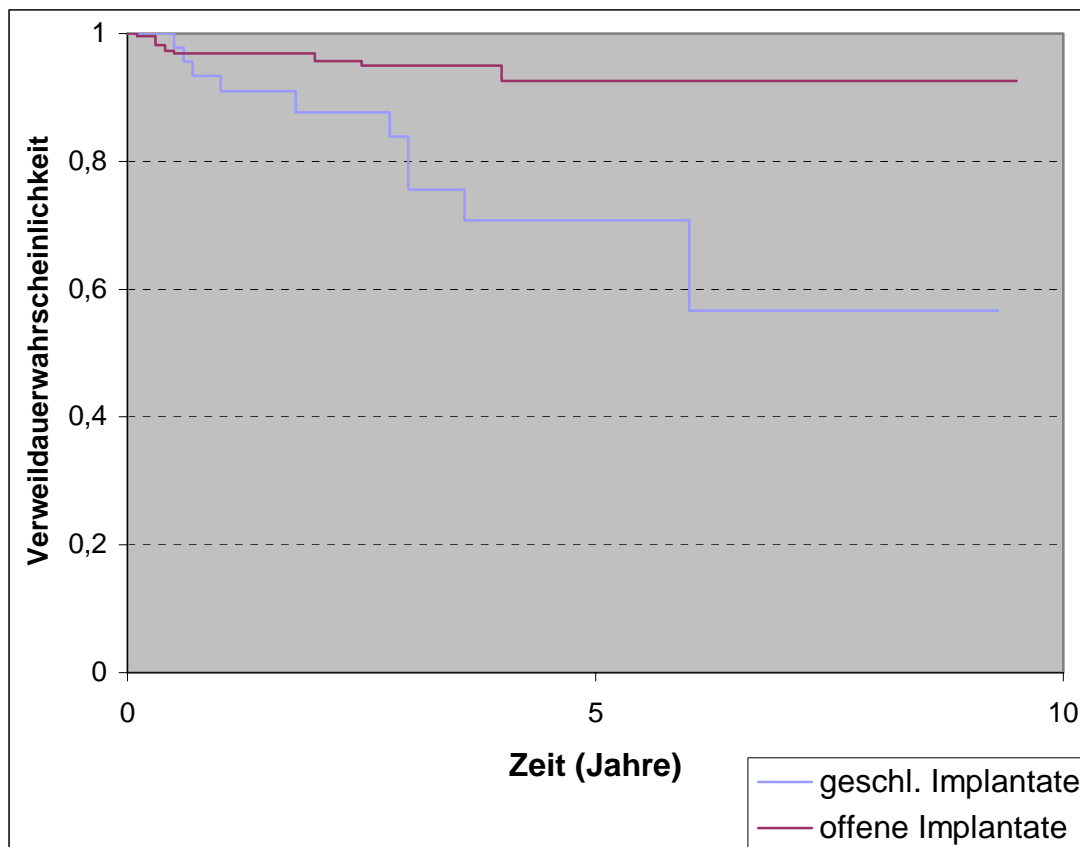


Abb. 23 Verweildaueranalyse nach Kaplan-Meier für offene (n=225) und geschlossene (n=50) endossale Implantate mit Kriterium „Implantatverlust“

Der Unterschied in der Verweilwahrscheinlichkeit für offene und geschlossene endossale Implantate ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,001$ statistisch höchstsignifikant.

Die zusammenfassende Tabelle 16 zeigt anhand der Ergebnisse der *Kaplan-Meier*-Analyse die unterschiedlichen Überlebensprognosen für offene und geschlossene enossale Implantate.

Tabelle 16 Verweilwahrscheinlichkeiten nach Kaplan-Meier für offene (n = 225) und geschlossene (n = 50) enossale Implantate

Implantatart	Verweilwahrscheinlichkeit		
	nach 1 Jahr	nach 5 Jahren	nach max. Beobachtungszeit
Offene enossale Implantate	96,8 %	92,5 %	92,5 % nach 9,5 Jahren
Geschlossene enossale Implantate	90,9 %	70,8 %	56,6 % nach 9,3 Jahren

4 Kasuistik

Es wird ein Patientenfall dargestellt, der beispielhaft den Behandlungsablauf sowohl mit geschlossenen als auch mit offenen enossalen Implantaten über Jahre verfolgen lässt.

Der 45-jährige männliche Patient stellte sich 1997 in der Implantatsprechstunde der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Greifswald vor. Er klagte über starke Lockerung der Zähne 31 und 32 bei Zustand nach einer Wurzelspitzenresektion und transdentaler Fixation der o. g. Zähne vor 10 Jahren. Klinisch zeigten sich stark bewegliche (Lockerungsgrad III), klopfempfindliche Zähne 31 und 32, röntgenologisch eine ausgedehnte Osteolyse und Wurzelresorption der transdental fixierten Zähne 31, 32 (Abb. 24a). Die Extraktion der nicht erhaltbaren Zähne war beim Hauszahnarzt bereits geplant; der Patient wollte sich hinsichtlich einer möglichen Implantattherapie beraten lassen. Die Abbildung 24b zeigt den Zustand nach der Extraktion der Zähne 31 und 32 mit einem ausgeprägten Knochenabbau.

Vor der geplanten Versorgung mit offenen enossalen Implantaten war eine Augmentation mittels eines kortikospongiosen Spanes aus der Kinnregion in das Implantationsgebiet erforderlich, die im November 1998 durchgeführt wurde (Abb. 24 c, d).

Nach erfolgreicher Transplantateinheilung wurden im Mai 1999 zwei ITI®-Narrow Neck Implantate in regio 31 und 32 inseriert und nach einer halbjährigen Einheilungsphase mit einer prothetischen Suprakonstruktion versorgt (Abb. 24 e, f). Bei der letzten Recall-Untersuchung im Dezember 2001 zeigten sich reizlose periimplantäre Verhältnisse.



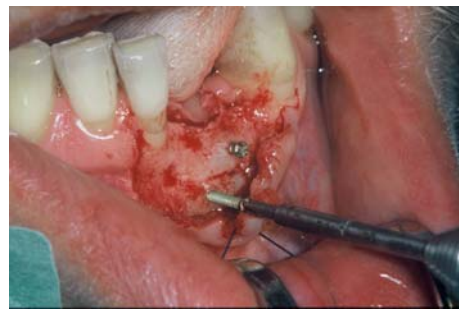
a



b



c



d



e



f

Abb. 24 Darstellung eines klinischen Falles (aus dem Archiv von Herrn Prof. Dr. W. Sümnick, Poliklinik für MKG-Chirurgie, Universität Greifswald).

a: Zustand nach transdentaler Fixation der Zähne 31,32 mit fortgeschrittenem entzündlichem Knochenabbau (Zahnfilm);

b: Zustand nach Extraktion 31,32 (Zahnfilm);

c: Knochenaugmentation in regio 31,32 aus der Kinnregion, intraoperative Aufnahme (offene enossale Implantation geplant);

d: Zustand nach Transplantateinheilung, Entfernung der Schrauben;

e: Positionierung der offenen enossalen Implantate in regio 31,32;

f: Zustand nach Implantateinheilung und Einbringen der Implantatpfosten 31,32.

5 Diskussion der Ergebnisse

Die Entwicklung der enossalen Implantologie in Greifswald begann Mitte der 50er Jahre des vergangenen Jahrhunderts, eingeleitet von *Gerd Staegemann*, der 1957 die Ergebnisse seiner Untersuchung zur operativen Verbesserung von Brückenfeilern mit reduzierter Wurzellänge erstmals veröffentlichte. Seine Forschung begann mit Tierversuchen Ende der 40er Jahre. Das Thema seiner Dissertation lautete: „Freie Transplantationen von Zahnkeimen im Hunderversuch“ (1950), zum Thema der Fremdkörperwirkungen hatte er 1956 habilitiert. Mit Einführung seines Verfahrens der Stiftverbolzung ist die geschlossene enossale Implantologie ein fester Bestandteil der zahnärztlichen Chirurgie in Greifswald geworden.

Die ersten Erfahrungen mit den offenen enossalen Implantationsverfahren wurden erst 25 Jahre später mit der Anwendung der Leipziger Blattimplantate an der Greifswalder Klinik durch J.-U. Möller und W. Sümnick gesammelt.

In der vorliegenden Untersuchung werden Ergebnisse der Implantationstherapie mit offenen und geschlossenen enossalen Implantaten von 1990 bis 1999 vorgestellt. Beide Verfahren wurden in Hinsicht auf Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten, topographische Verteilung, Indikationsbereiche, Häufigkeit der postoperativen Komplikationen, parodontale bzw. periimplantäre Parameter sowie Verweilwahrscheinlichkeit der Implantate miteinander verglichen.

Die Auswertung der Altersverteilung zeigt, dass die Patienten mit transdental fixierten Zähnen im Durchschnitt jünger sind, als diejenigen mit offenen enossalen Implantaten (entsprechend 32,2 Jahre und 41,7 Jahre). Das ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass „offene“ Implantate am häufigsten (in 70,5 % der Fälle) bei einer Freiendsituation oder aufgrund totaler Zahnlosigkeit inseriert wurden, was hauptsächlich bei den älteren Patienten indiziert war. Die geschlossenen enossalen Implantationen wurden dagegen fast ausschließlich im Frontzahnbereich durchgeführt (80,7 %), da zur Durchführung dieses operativen Eingriffes nur einwurzelige Zähne mit geraden Kanälen geeignet sind.

Ein wesentlich höheres Durchschnittsalter (47,2 Jahre) der mit geschlossenen enossalen Implantaten versorgten Patienten geben *Morneburg* und *Hofmann* (1998) an. Die Altersdifferenz könnte man durch die unterschiedliche häufigste

Indikationsstellung erklären: Progressive marginale Parodontitis bei 63,6 % der Patienten in der Untersuchung von *Morneburg* und *Hofmann* (1998) und ausgedehnte Wurzelspitzenresektion mit oder ohne gleichzeitige Zystektomie bei insgesamt 90,0% der von uns untersuchten Patienten. Die Anwendung des ER-TDF®-Systems lässt auch eine so genannte apikal geschlossene transdentale Fixation parodontal geschwächter Zähne zu, die nicht mit einer Wurzelspitzenresektion verbunden ist (Hofmann 1993b).

Das in einer Untersuchung von *Traxler* et al. (1995) ermittelte Durchschnittsalter betrug 31,7 Jahre, wobei bei der Indikationsstellung eine Zahnlockerung durch periapikale Veränderungen im Vordergrund stand, was auch unseren Resultaten entspricht.

Die transdentale Fixation ist dabei immer in Verbindung mit einer Wurzelspitzenresektion durchgeführt worden.

Laut *Staegemann* (1971) waren seine Probanden zwischen 30 und 40 Jahre alt, was auch unseren Ergebnissen ähnelt; in seinen früheren Veröffentlichungen sind keine Altersangaben zu finden.

Das in unserer Untersuchung ermittelte Durchschnittsalter der mit den offenen enossalen Implantaten versorgten Patienten ist mit den Angaben von *Romanos* et al. (2000), der ein Patientengut mit Implantationen in einer Freundsituation nachuntersuchte, vergleichbar (entsprechend 41,7 Jahre und 45,1).

Die von *Richter* et al. (1992) angegebene Altersverteilung der im interforaminalen Bereich des zahnlosen Unterkiefers versorgten Patienten (die meisten waren zwischen 50 und 70 Jahre alt) weicht erheblich von unseren Ergebnissen ab, ebenso wie das von *Künzel* et al. (2002) angegebene Durchschnittsalter (55,7 Jahre) bei der häufigsten Indikationsstellung „zahnloser Unterkiefer“.

Somit scheint ein Zusammenhang zwischen dem Durchschnittsalter der Patienten und der Indikationsstellung sowohl für geschlossene als auch für offene enossale Implantationen zu bestehen.

Für offene enossale Implantationen wurden überwiegend die ITI®-Vollschrauben verwendet (55,9 %). Das ist durch die Anwendung dieser Implantatform hauptsächlich in der Freundsituation und in der Unterkiefereckzahnregion – den häufigsten

Indikationsbereichen – zu erklären. In weiteren Indikationsbereichen wurde in 23,6 % das ANKYLOS® -Implantat-System eingesetzt, ferner – die ITI®-Hohlschrauben und -Zylinder (13,4% bzw. 5,9 %). Die in einer Freundsituation noch anfangs verwendeten Extensionsimplantate („Leipziger Blattimplantat“) wurden nur in 1,2 % inseriert und seit 1991 vollständig durch andere Implantatarten ersetzt. Wegen ihrer positiven biomechanischen Eigenschaften werden zur heutigen Zeit die schraubenförmigen Implantatformen weitgehend favorisiert (*Schmid et al. 2002*).

Als endodontisch-enossales Implantat wurde am häufigsten der bilyndrisch-konische® Stift nach *Rixecker & Schilli* angewendet (81,1 %). Dieses System hat das herkömmliche und vor 1990 meist verwendete System zur Stiftverbolzung nach *Staegemann* abgelöst. Das letztere kam nur noch in 16,7 % zum Einsatz.

Anhand dieser Entwicklungstendenzen lässt sich ein Generationenwechsel der enossalen Implantationssysteme im letzten Jahrzehnt mitverfolgen, der jedoch auf der über mehrere Jahrzehnte zuvor gesammelten Erfahrung mit herkömmlichen Systemen basiert.

Die am häufigsten vorgekommenen späten Komplikationen nach der Behandlung mit den geschlossenen enossalen Implantaten waren akute Exazerbationen mit periradikulärer Osteolyse sowie submuköse Abszesse (jeweils in 14,0 % der Fälle), die meistens zum Verlust der transdental fixierten Zähne geführt haben. Progrediente entzündliche Prozesse mit Abszedierung oder Fistelbildung haben auch *Zimmerman* und *Schlegel* (1991) als Verlustursachen genannt. Des Weiteren sieht *Zimmermann et al.* (1990) einen Schwachpunkt der transdentalen Fixation in einem nicht bakteriendichten Abschluss am Neopapex, der zu erneuten apikalen Osteolysen führen kann. In seiner Untersuchung zeigte *Körner* (1996) die möglichen Misserfolgsursachen bei Verwendung unterschiedlicher Implantatstiftformen an histologisch aufgearbeiteten Querschnittsbildern der transdental fixierten Zähne: Während bei einem mit zylindrischem Stift versorgten Zahn eine unvollständige Aufbereitung des sanduhrförmigen Wurzelkanals zu sehen ist, kann es bei konischen Stiften aufgrund der erforderlichen Klemmpassung zur Wurzelfrakturen kommen.

Bei den „offenen“ Implantaten war eine Wucherung des periimplantären Gewebes sowie eine Periimplantitis am häufigsten zu beobachten (16,0 % bzw. 10,7 %). Diese Befunde lassen in beiden Fällen auf eine entzündlich-bakterielle Ursache schließen.

Bei der Bestimmung des SBI haben 28,6 % aller nachuntersuchten offenen enossalen Implantate mit einer unterschiedlich ausgeprägten Blutung auf Sondierung reagiert. Dabei war der Sulkusblutungsindex sowohl bei pathologisch auffälligen Taschentiefen (zum Teil durch die Wucherung des periimplantären Gewebes – Pseudotaschen – bedingt) als auch bei geringen periimplantären Sondierungstiefen positiv ausgefallen (Grad 1 bis 2). Auffällig war dabei der große Anteil von Implantaten, die im zahnlosen Unterkiefer zur Aufnahme einer totalen Prothese inseriert waren. Diese Tatsache ist wahrscheinlich mit der erschwerten Pflege der Implantatpfeiler unter einer Totalprothese sowie dem eingeschränkten Zugang für die natürlichen Reinigungsmechanismen durch den Speichel zu erklären.

Ähnliche Ursachen für eine periimplantäre Entzündung bei ITI®-Vollschrauben-Implantaten fand auch *Künzel et al. (2002)*, der erhöhte Indizes für Plaque, marginale Entzündung und Sondierungstiefen überwiegend bei Patienten, die altersbedingt keine optimale Reinigung mehr durchführen konnten, registrierte. Solche zur Risikogruppe gehörenden Patienten sollten in kürzeren Abständen zum Recall einbestellt werden.

Der Lockerungsgrad der offenen enossalen Implantate konnte größtenteils nicht objektiv eingeschätzt werden, da die meisten in eine primäre Verblockung einbezogen waren. Sogar bei einem Knochenverlust von maximal bis zu 6 mm ließ sich die Beweglichkeit des gesamten Blocks als „gerade fühlbar“ beurteilen.

Laut den von Heimatzahnärzten ausgefüllten Fragebogen wurde bei der Bestimmung der Sondierungstiefen der transdental fixierten Zähne bei 9 von 12 untersuchten Patienten eine Blutung auf Sondierung registriert. In einem Fall ist dieser Befund auf eine Schwangerschaftsgingivitis zurückzuführen, bei einem anderen Patienten liegt eine Behinderung vor, welche die Mundpflege erschwert. Dabei war nur bei 3 Patienten eine Sondierungstiefe über 3 mm zu verzeichnen.

Die Anzahl der Patienten ist jedoch zu gering, um einen signifikanten Bezug zwischen diesen diagnostischen Parametern feststellen und einen aussagekräftigen Vergleich mit Angaben anderer Autoren durchführen zu können.

Anhand der präoperativ und postoperativ dokumentierten Angaben über die klinische Beweglichkeit ist eine Stabilisierung der transdental fixierten Zähne festzustellen.

Den größten Teil der nach diesem Kriterium beurteilten Zähne konnte man als klinisch unbeweglich bezeichnen. Aufgrund der fehlenden Daten war es nicht möglich, die Art der prothetischen Versorgung (primäre / sekundäre / keine Verblockung) und ihren Einfluss auf die Festigung der Wurzeln zu berücksichtigen. Nach Angaben von *Morneburg und Hofmann (1998)* führt eine Kombination aus TDF und einer Stabilisierung durch die prothetische Verblockung langfristig zu den besten Resultaten.

Die röntgenologischen Befunde (n=50) bei der Nachuntersuchung der transdental fixierten Zähne zeigten in 56,0 % der Fälle eine Verkleinerung der apikalen Aufhellung im Vergleich zum postoperativen Kontrollbild. Bei 30,0 % aller nachuntersuchten Zähne waren unscharf begrenzte apikale Aufhellungen zu erkennen. Bei 14,0 % blieb die apikale Aufhellung im Vergleich zum postoperativen Befund unverändert. Laut *Zimmermann et al. (1990)* fand bei 50 % der 66 mittels der bilyndrisch-konischen Titanstifte sowie SAPHILOX- und BIOLOX-Stifte aus Aluminiumoxidkeramik versorgten Zähne eine vollständige Reossifikation statt, wobei in allen Fällen ein ca. 0,4 mm breiter periimplantärer Spaltraum vorzufinden war. Vermutlich könnte die knöcherne Ausheilung in diesem Fall durch die Verwendung der Aluminiumoxidkeramik-Stifte positiv beeinflusst worden sein. *Traxler et al. (1995)* geben dagegen bei 17 von insgesamt 19 mit bilyndrisch-konischen Titanstiften transdental fixierten Zähnen unterschiedlich stark ausgeprägte Resorptionszonen um den Apex bzw. um den Stift und nur bei 2 Zähnen eine zufrieden stellende Reossifikation an. Derartigen Befund führen die Autoren auf die Tatsache zurück, dass eine direkte Knochenanlagerung an das Stiftimplantat unter klinischen Bedingungen aufgrund der am Neoapex auftretenden Spannungskonzentrationen nicht zu erwarten ist. Zusammenfassend stellen *Traxler et al. (1995)* fest, dass die transdentale Fixation ein nicht zufrieden stellendes Langzeitergebnis zeigt.

Bei der röntgenologischen Untersuchung der offenen enossalen Implantate war bei 80,1 % (n=206) lediglich ein leichter Knochenverlust zu erkennen, bedingt durch die physiologischen Umbauvorgänge während der Wundheilung bzw. nach prothetischer Belastung. Dieses Ergebnis kann jedoch angesichts der noch zu geringen Beobachtungsdauer der meisten Implantate (1 bis 3 Jahre) nicht als definitiv betrachtet werden.

Ferner war ein mittelschwerer Knochenverlust festzustellen, der jedoch nicht mehr als 3/10 der Implantatlänge betrug. Nur in einem Fall überschritt der Knochenabbau 3/10 des konstruktiv enossalen Implantatabschnittes, so dass dieses Implantat nicht mehr als erfolgreich gewertet werden kann, obwohl es sich noch in situ befindet.

Laut *Schlegel et al. (1997)*, der 102 ITI®- und 114 ANKYLOS®-Implantate nachuntersuchte, zeigte sich beim ITI®-System in 89,8 % und bei den ANKYLOS®-Implantaten in 94,6 % kein bzw. ein geringer Knochenabbau bis zu einem Viertel der Implantatlänge, was auch mit unseren Ergebnissen vergleichbar ist.

Bei den offenen enossalen Implantaten führte eine fehlgeschlagene Osseointegration am häufigsten zu einem Implantatverlust in der postoperativen Phase (2,7 %). Ein infektionsbedingter Knochenabbau infolge einer Periimplantitis verursachte in 1,8 % der Fälle den Misserfolg.

Sowohl bei offenen als auch bei geschlossenen enossalen Implantaten waren die Implantatverluste auch auf biomechanische Ursachen zurückzuführen.

Die transdentale Stifte wiesen in 6,0 % eine Stifftraktur bzw. eine hochgradige Stifflockerung mit Korrosionserscheinungen auf.

Ein Abbruch des Implantatpfostens führte in 1,3 % zu einer Explantation bzw. zum Belassen des Implantates als nichtfunktionsfähiger „Sleeper“ schleimhautbedeckt im Knochen.

Eine Übersicht über den zeitlichen Ablauf der Zahn- bzw. Implantatverluste ist in dem Diagramm nach *Kaplan-Meier* dargestellt. Die häufigsten Misserfolge bei den offenen enossalen Implantaten stellten sich innerhalb des ersten Jahres ein, verursacht durch eine fehlgeschlagene Osseointegration in der postoperativen Phase. Die Verluste der transdental fixierten Zähne waren dagegen zunehmend über die Jahre verteilt.

In der Literatur wird bei analogen Nachuntersuchungen die Überlebenswahrscheinlichkeit für offene enossale Implantate zwischen 90,0 % (*Graf u. Knöfler 1986*) und 98,0 % (*Schlegel et al. 1997*) bei einer mittleren Beobachtungsdauer von 2,5 bzw. 2,3 Jahren angegeben (Tab. 17). Die in unserer Untersuchung ermittelte

Überlebenswahrscheinlichkeit von 92,5% für die maximale Beobachtungsdauer von 9,5 Jahren ist mit anderen Studien vergleichbar.

Tab. 17 Übersicht analoger Nachuntersuchungen der offenen enossalen Implantate in der Literatur (max. – maximale Beobachtungszeit in Jahren)

Studie	Implantatart	n =	mittlere/max. Beobachtungszeit (Jahre)	Überlebensrate bzw. -wahrscheinlichkeit
<i>Graf u. Knöfler 1986</i>	Leipziger Blattimplantat	80	2,5	90,0 %
<i>Strub et al. 1987</i>	Linkow-Blattimplantat	19	max. 5,0	94,7 %
<i>Nentwig et al. 1993</i>	ANKYLOS®-System	585	max. 4	96,0 %
<i>D'Hoedt et al. 1996</i>	ITI®-System	50	max. 3,4	96,0 %
<i>Schlegel et al. 1997</i>	ITI®-System	102	1,3	96,0 %
	ANKYLOS®-System	114	2,3	98,0 %
<i>Romanos und Nentwig 2000</i>	ANKYLOS®-System	58	2,5	96,5 %
<i>Künzel 2002</i>	ITI®-System	225	max. 10	96,4 %
<i>Buch et al. 2003</i>	u. a. ITI®-System	508	max. 6	93,0 %
Eigene Untersuchung	ITI®- und ANKYLOS®-System	225	max. 9,5	92,5 %

Die Erfolgsbewertung in der offenen enossalen Implantologie ist mit großer Streubreite der Ergebnisse verbunden, was auf der Verwendung verschiedener Implantatsysteme und den unterschiedlichen Beurteilungskriterien der jeweiligen Autoren beruht (*Buch et al. 2003*).

In den vergangenen Jahren wurden verschiedene Maßstäbe erarbeitet, wonach der Erfolg einer Implantation unter Einbeziehung klinischer und röntgenologischer Parameter beurteilt werden sollte.

Die Arbeitsgruppe um *Albrektsson* (1986) führte folgende **Erfolgskriterien** für offene enossale Implantate ein:

- Überlebensrate: nach 5 Jahren mindestens 85%
 nach 10 Jahren mindestens 80%
- Lockerungsgrad = 0 (klinisch unbeweglich)
- Vertikaler Knochenabbau nicht mehr als 0,2 mm pro Jahr
- Keine Symptome von Schmerz, Infektion, Neuropathien und Parästhesien.

Nach *Jahn und d'Hoedt* (1992) muss ein erfolgreich bewertetes Implantat folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Das Implantat ist in situ
- Die klinische Beweglichkeit darf den Lockerungsgrad I nicht übersteigen
- Die Sulkustiefe darf nicht mehr als 4 mm bei 2 aufeinanderfolgenden Kontrollen betragen
- Röntgenologisch:
 - Keine durchgehende Radioluszenz im Bereich des Implantats mit einer Breite größer als 0,5 mm
 - Der anguläre Knochendefekt (Mittelwert der mesialen und distalen Messung am Röntgenbild) darf nicht mehr als 3/10 des konstruktiv enossalen Implantatabschnittes betragen
- Die subjektive Bewertung des Implantates durch den Patienten darf nicht schlechter als „befriedigend“ beurteilt werden.

Die Erfolgskriterien nach *Snauwaert et al.* (2000) setzen zusätzlich zu den üblichen Kriterien wie „*Implantat in situ*“ und „*Keine periimplantäre Radiotransluzenz*“ die prothetische Nutzung des Implantats zum Zeitpunkt der Untersuchung voraus.

Die in unserer Untersuchung ermittelte Überlebenswahrscheinlichkeit betrug sowohl nach 5 Jahren als auch nach maximaler Beobachtungszeit von 9,5 Jahren 92,5 %, was den Anforderungen von *Albrektsson et al.* (1986) entspricht.

Aus der graphischen Darstellung der Verweildaueranalyse nach *Kaplan-Meier* wird deutlich, dass die meisten Verluste der offenen enossalen Implantate in der postoperativen Einheilphase aufgetreten sind, was bereits von verschiedenen Autoren beobachtet wurde (*Heners et al.* 1991, *d'Hoedt et al.* 1996). Unter Berücksichtigung der späteren Implantatverlustzeitpunkte sinkt die Kurve bis zu einer Liegedauer von 4 Jahren leicht ab und stabilisiert sich im weiteren Verlauf.

Als mögliche Ursachen für die Frühverluste werden bakterielle Infektion, intraoperative thermische Schädigung und vorzeitige Belastung diskutiert (*Schulte et al.* 1992).

Die Rolle der **bakteriellen Infektion** bei der Entstehung von periimplantären Destruktionen ist bewiesen worden (*Ericsson et al.* 1992, *Lang* 1993).

Das mikrobiologische Bild einer periimplantären Entzündung ist demjenigen einer Erwachsenenparodontitis ähnlich. In einer klinischen Studie wurde bei fehlgeschlagenen Implantaten überwiegend eine gramnegative Bakterienflora mit anaeroben Stäbchen aufgefunden (*Mombelli et al.* 1987).

Interessant ist der Befund bei den Patienten, die im gleichen Kiefer Implantate und natürliche Bezahnung aufwiesen. Die Prozentanteile von beweglichen Stäbchen und Spirochäten in der Mikroflora um offene enossale Implantate waren bei diesen Patienten signifikant höher, als analoge Werte bei zahnlosen Patienten (*Quirynen und Listgarten* 1990). Daraus lässt sich vermuten, dass natürliche Zähne als ein Reservoir für die bakterielle Besiedelung von benachbarten Titan-Implantaten dienen können, und die Mikroflora um Implantate bei teilbezahnten Patienten potentiell pathogener ist als bei den Zahnlosen.

Von entscheidender Bedeutung ist es, das Knochen- und Markgewebe so zu behandeln, dass es als hochdifferenziertes Gewebe verheilt und nicht durch gering differenziertes Narbengewebe ersetzt wird. Dies ist beim Einhalten der Prinzipien schonender Knochenpräparation (niedertouriges Präparieren mit Wasserkühlung) gegeben (*Strub et al.* 1994). Von weiterer Bedeutung sind eine übersichtliche

Darstellung des Operationsfeldes, die Schaffung eines kongruenten Implantatbettes und die Vermeidung von stumpfen Traumen.

Die vorzeitige Belastung eines offenen enossalen Implantates in der postoperativen Einheilphase verhindert die Bildung eines direkten funktionellen und strukturellen Verbundes zwischen dem organisierten, lebenden Knochengewebe und der Implantatoberfläche und führt zur einer bindegewebigen Einscheidung des Implantates. Die bakterielle Infektion verstärkt dabei den Knochenabbauvorgang mit zunehmender Lockerung des Implantatpfostens, woraus ein Misserfolg resultiert.

Berücksichtigt man neben dem Implantatverlust noch weitere Kriterien wie Knochenabbau mehr als 3/10 des konstruktiv enossalen Implantatabschnittes und klinisch auffällige Taschen, können nicht alle in situ befindliche Implantate zwangsläufig als Erfolg gewertet werden. Unter Einbeziehung der verschiedenen Nachkontrollvariablen ergeben sich nach *Dietrich et al.* (1993) und *Buch et al.* (2003) im Vergleich zu ausschließlicher Betrachtung des Implantatverlustes deutliche Unterschiede zwischen Überlebens- und Erfolgsraten.

Bei der Untersuchung von *D'Hoedt et al.* (1996) zeigten die Diagramme der Verweildaueranalyse nach *Kaplan-Meier* (Bewertungskriterium „Implantatverlust“) und *Cutler-Ederer* (unter Einbeziehung verschiedener Nachkontrollvariablen) für einige Implantatsysteme einen ähnlichen Verlauf. Solche Ergebnisse resultieren, wenn die Anzahl von verletzten Erfolgskriterien mit der Anzahl der Explantationen größtenteils übereinstimmt.

Laut Ergebnissen unserer Nachuntersuchung wurden auffällige Taschentiefen (mehr als 4 mm bei 2 aufeinanderfolgenden Kontrollen) und als Folge eine hochgradige Lockerung lediglich bei den Implantaten mit einer verlorengegangenen Osseointegration vorgefunden, worauf in der Regel eine Explantation folgte.

Diese Tatsache lässt darauf schließen, dass die Verweildaueranalyse nach *Kaplan-Meier* in diesem Fall eine verlässliche Aussagekraft in Hinsicht auf die Erfolgsbewertung der offenen enossalen Implantate besitzt.

Die beiden Diagramme der Verweildaueranalyse nach *Kaplan-Meier* zeigen für offene und geschlossene enossale Implantate unterschiedliche Verläufe. Sie divergieren mit zunehmender Liegedauer und weisen für die transdental fixierten Zähne eine deutliche Verringerung der Verweilwahrscheinlichkeit im Laufe der Zeit auf.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit der endodontisch-enossalen Implantate fällt von 91,0 % nach einem Jahr Liegedauer auf 57,0 % nach der maximalen Liegedauer von 9,3 Jahren, der offenen enossalen Implantate dagegen lediglich von 96,8 % nach 1 Jahr Liegedauer auf 92,5 % nach maximaler Beobachtungszeit von 9,5 Jahren.

Noch in 70er Jahren wurde den offenen Implantaten dennoch eine weitaus höhere Misserfolgsrate bescheinigt. Von *Tetsch* und *Pepmeier* (1973) wurden 173 offene enossale Nadel-, Schrauben- und Extensionsimplantate gegenüber 54 geschlossener enossaler Implantate (keine Systemdefinition) untersucht. Die Auswertung ergab eine frühe Misserfolgsquote von 14,8 % bei transdentalen Fixationen und 23,5 % bei offenen Implantaten, zum größten Anteil durch die nadelförmigen Implantate bedingt. Derartige Erfahrungen lassen erklären, dass geschlossene enossale Implantationsverfahren vor mehreren Jahrzehnten als Methode der Wahl galten und in verschiedenen Modifikationen angewendet wurden (*Staegemann* 1957, 1989; *Wirz* 1970). Mit der fortschreitenden Entwicklung der offenen enossalen Implantationsverfahren wurde die transdentale Fixation in ihrer gesamten Indikationsbreite nach und nach durch die offenen Implantate ersetzt, was durch die dynamische Darstellung der jährlichen Anzahl der offenen und geschlossenen Implantationen in vorliegender Arbeit deutlich gezeigt wird. Ein weiteres Beispiel dafür ist ein in der Kasuistik dargestellter Patientenfall, der beispielhaft den Behandlungsablauf sowohl mit geschlossenen als auch mit offenen enossalen Implantaten über Jahre verfolgen lässt. Dieses klinische Beispiel zeigt, dass eine rechtzeitige Extraktion den infolge des Erhaltungsversuches durch die transdentale Fixation aufgetretenen ausgeprägten entzündlichen Knochenabbau vermeiden ließe.

In der Literatur werden bei der Nachuntersuchung der Patienten mit transdentale fixierten Zähnen Erfolgsraten zwischen 56% (*Körner und Kreuzsch* 1996) und 94% (*Häußler und Maier* 1987) bei einer Beobachtungsdauer von 5,8 bzw. 2,5 Jahren angegeben. Die Resultate unserer Nachuntersuchung der transdentale fixierten Zähne unterscheiden sich kaum von den 1971 von *Staegemann* beschriebenen Erfolgsraten und ähneln sich den Ergebnissen von *Körner und Kreuzsch* (Tab. 18).

Tabelle 18 Übersicht analoger Nachuntersuchungen der geschlossenen endossalen Implantate in der Literatur

Studie	Nach- untersuchte Zähne	Mittlere/maximale Beobachtungszeit (Jahre)	Überlebensrate bzw. -wahrscheinlichkeit
<i>Staegemann</i> 1960	64	bis max. 4,0	90,4 %
1971	17	4,4 bzw. 6,7	76,5 % bzw. 58,8 %
<i>Tetsch und Peppmeier</i> 1973	54	1,1	85 %
<i>Herforth</i> 1983	42	4,1	91 %
<i>Häußler und Maier</i> 1987	16	bis max. 2,5	94 %
<i>Schramm-Scherer et al.</i> 1987	100	1,3	86 %
<i>Bechtold et al.</i> 1987	39	2,5	83 %
<i>Rixecker</i> 1988	69	1,3	79,7 %
<i>Körner und Kreuzsch</i> 1996	84	5,8	56 %
<i>Morneburg und Hofmann</i> 1998	75	3,8	93,0 %
		bis max. über 9,0	93,0 %
Eigene Untersuchung	50	2,7	87,7 %
		bis max. 9,3	56,6 %

Im Vergleich zu anderen Studien mit einer geringen oder nicht exakt angegebenen postoperativen Beobachtungszeit ist in unserer Untersuchung eine lange maximale Beobachtungsdauer der nachuntersuchten Zähne positiv zu bewerten.

Laut der Untersuchung von *Morneburg* und *Hofmann* (1998) ist die Verweilwahrscheinlichkeit der mit dem ER-TDF-System nach *Hofmann* fixierten Pfeiler mit 93,0 % bei einer maximalen Beobachtungsdauer von über 9 Jahren deutlich höher als die von uns ermittelten Werte (56,6 % bei maximaler Beobachtungszeit von 9,3 Jahren). Das positive Ergebnis führen die Autoren auf die raue, gestrahlte Oberfläche der ER-TDF-Stifte und eine Stabilisierung der Zähne für 6 Wochen in der Einheilphase zurück, was eine dichte Anlagerung des Knochens an den Stift im Sinne einer Osseointegration ermöglicht.

Die in unserer Nachuntersuchung ermittelten Ergebnisse sind einerseits durch Anwendung von unterschiedlichen Transfixationssystemen andererseits durch einen hohen drop out beeinflusst worden. Von insgesamt 116 Patienten mit 129 transdental fixierten Zähnen konnten die wenigsten in ein regelmäßiges Recall einbezogen werden, die Weiterbehandlung erfolgte zum größten Teil durch die Heimatzahnärzte. Zur Bestimmung der Überlebensrate konnten die Untersuchungsergebnisse von lediglich 50 transdental fixierten Zähnen, wovon zum Zeitpunkt der Untersuchung 10 bereits extrahiert wurden, erfasst werden. Die geringe Anzahl der auf Lockerungsgrad (n=19), Sondierungstiefen (n=12) und Sondierungsblutung (n=12) untersuchten Patienten lässt keine aussagekräftige Auswertung dieser Ergebnisse zu.

Als **Erfolgskriterien** für die transdentale Fixation gelten die postoperativ erreichte **Stabilisierung** des Zahnes und die damit wiedergewonnene **Funktionsfähigkeit**. Nach *Morneburg* und *Hofmann* (1998) bewirkt die transdentale Fixation eine deutliche Stabilisierung der versorgten Zähne. Die durchschnittlich erreichte Festigung aller in situ befindlichen transdental fixierten Zähne entsprach einem klinischen Lockerungsgrad zwischen 0 und I oder Periotestwerten von ca. 10-20 (*d'Hoedt* et al. 1985).

Dabei beeinflusste die Art der prothetischen Versorgung die Festigung der Zahnwurzeln:

- **Primär verblockte Pfeiler** zeigten bei der Nachuntersuchung die größte Festigkeit mit einem durchschnittlichen Periotestwert von **7,5**.
Auf Grund des definitiv zementierten Zahnersatzes konnte nur die Beweglichkeit des gesamten Blockes gemessen werden.
- **Ohne Verblockung des Zahnes**, allein durch die transdentale Fixation festigten sich die Zähne auf einen Wert von durchschnittlich **11,5** (Periotest).
- **Sekundär verblockte Pfeiler** zeigten die geringste Stabilisierung mit einem Periotestwert von durchschnittlich **17,2**.

Das positive klinische Bild, d.h. Zunahme der Festigkeit des Zahnes, parodontale Unauffälligkeit, keine Druckdolenz, entspricht dabei nicht immer dem röntgenologischen Befund. Nach Angaben verschiedener Autoren sind in vielen Fällen unscharf begrenzte apikale Aufhellungen oder ein periimplantärer Spalt von 0,2-0,8 mm Breite bei sonst vollständig erfolgter knöcherner Regeneration zu finden (*Staegemann 1973, Haessler et al. 1989, Zimmermann et al. 1991*).

Die schmale transluzente Zone um den Stift herum, die als ein Zeichen für bindegewebige Einheilung gewertet wird, sei nicht auf mangelnde Kontaktosteo-genese-fähigkeit des Implantatmaterials zurückzuführen, sondern auf die funktionelle Belastung bei physiologischer Zahnbeweglichkeit während der Einheilung (*Kirsch 1980, Rixecker et al. 1987*). *Pohl et al.* (2000) fanden heraus, dass die transdentale Fixation der reimplantierten Zähne – von Autoren auto-alloplastische Reimplantation genannt – den Heilungsprozess zwar nicht negativ beeinflusst hatte, eine knöcherne Einheilung der inserierten Stifte konnte jedoch nicht nachgewiesen werden.

Als Ursachen für die Resorptionserscheinungen im periapikalen Bereich der transdental fixierten Zähne werden neben den entzündlich-bakteriellen Faktoren auch biomechanische Faktoren diskutiert (*Asundi u. Kischen 1999*). *Morneburg und Hofmann* (1998) führten die apikalen Resorptionen an den klinisch unauffälligen transfixierten Zähnen auf eine Einschränkung der Beweglichkeit der Wurzelspitze und die hohe Belastung des Stiftes an der Eintrittsstelle in den Knochen zurück. Dabei ist die Funktionsfähigkeit der stabilisierten Zähne meistens immer noch gewährleistet.

Angesichts der von uns ermittelten häufigsten Misserfolgsursachen ließen sich die Erfolgsaussichten für geschlossene enossale Implantate durch eine dichtere Knochenanlagerung an den Stift und eine sichere Retention des Transfixationsstiftes im Wurzelkanal verbessern.

Diese Voraussetzungen können am besten bei Verwendung von Systemen zur transdentale Fixation mit einer strukturierten Oberfläche (analog zu offenen enossalen Implantaten) und einer konisch-radikulären Stiftform erfüllt werden. Das Erlanger TDF-System nach *Hofmann* entspricht diesen Anforderungen und kann unter Berücksichtigung der von *Morneburg* und *Hofmann* (1998) angegebenen hohen Erfolgsraten für weitere Anwendung bei entsprechender Indikation empfohlen werden.

6 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel, die Entwicklung der offenen und geschlossenen enossalen Implantationsverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Greifswalder Universität darzustellen.

Speziell wurde auf die Geschichte der Stiftverbolzung/endodontischen Stiftimplantation nach *Staegemann* näher eingegangen. Die Anfänge der offenen enossalen Implantologie mit dem Leipziger Blattimplantat sowie weitere Entwicklung der enossalen Implantationsverfahren vom 1990 bis 1999 wurden verfolgt.

Um die Überlebenswahrscheinlichkeit der offenen und geschlossenen enossalen Implantate einzuschätzen sowie die häufigsten Ursachen für deren Misserfolg zu ermitteln, sind alle Patienten, bei denen in der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald im Zeitraum von 1990 bis 1999 offene und geschlossene enossale Implantate inseriert wurden, in die vorliegende Studie konsekutiv aufgenommen worden.

Von insgesamt 274 Patienten wurden 158 mit 269 offenen und 116 Patienten mit 129 geschlossenen enossalen Implantaten versorgt.

Da die meisten mit den offenen enossalen Implantaten versorgten Patienten in ein regelmäßiges Recall-System einbezogen waren, konnten die Ergebnisse dieser Nachsorge einschließlich der eigenen klinischen Nachuntersuchung im Rahmen dieser Arbeit ausgewertet werden. Eine objektive Beurteilung der geschlossenen enossalen Implantate wurde dagegen durch einen hohen drop out erschwert.

Dank der von den niedergelassenen Kollegen zurückgesandten Fragebogen, die Informationen über den klinischen und röntgenologischen Befund, postoperative Komplikationen sowie Liegedauer der transdental fixierten Zähne beinhalteten, war es möglich, den in die Nachuntersuchung einbezogenen Patientenkollektiv um einiges zu erweitern.

Vergleicht man die bevorzugten Lokalisationen der offenen und geschlossenen enossalen Implantate, ergibt sich folgendes Bild:

- **Die geschlossenen enossalen Implantationen** wurden hauptsächlich im Bereich der **Frontzähne** durchgeführt (80,7 %), meistens im **Oberkiefer**
- **Die offenen enossalen Implantate** wurden mit 52,4 % allein im **Eckzahn-** und **Seitenzahnbereich** des **Unterkiefers** inseriert

Bei der Indikationsstellung haben sich für beide Implantationsverfahren folgende Schwerpunkte herauskristallisiert:

- **Die geschlossenen enossalen Implantationen** wurden in 90,0 % der Fälle aufgrund einer umfangreichen **Wurzelspitzenresektion mit oder ohne Zystektomie** durchgeführt
- Die häufigsten Indikationen für **eine offene enossale Implantation** waren eine **Freiendsituation** im Ober- und Unterkiefer sowie **totale Zahnlosigkeit**, hauptsächlich im Unterkiefer.

Vergleicht man die Häufigkeitsverteilung der offenen und geschlossenen Implantationen, wird eine konstante **Steigerung der Anzahl der offenen enossalen Implantationen** im 10-Jahreszeitraum deutlich, die seit 1997 ungefähr auf dem gleichen Niveau bleibt. Die Anzahl der transdentale Fixationen fällt dagegen seit 1995 kontinuierlich ab.

Sowohl bei offenen als auch bei geschlossenen enossalen Implantaten war der Misserfolg auf entzündlich-bakterielle Ursachen und Materialmängel zurückzuführen, wobei der Anteil der infektionsbedingten Verluste und Implantatfrakturen bzw. -lockerungen bei den transdental fixierten Zähnen deutlich höher war (20,0 % bei geschlossenen gegenüber 5,8 % bei offenen enossalen Implantaten).

Laut unserer Untersuchung ist die Überlebenswahrscheinlichkeit der offenen enossalen Implantate wesentlich höher einzuschätzen als die der geschlossenen (92,5 % gegenüber 56,6 % nach maximaler Liegedauer von 9,5 bzw. 9,3 Jahren).

Zu Ihrer Zeit war die geschlossene enossale Implantation eine adäquate Methode, welche die Möglichkeiten der chirurgischen Zahnerhaltung erweiterte.

Gegenwärtig kann der Einsatz von geschlossenen enossalen Implantaten allenfalls für eine temporäre Zahnerhaltung gerechtfertigt werden oder wenn eine offene enossale Implantation aus anderweitigen Gründen nicht möglich ist.

Angesichts der höheren Erfolgsquoten stellt ein gut eingeeiltes „offenes“ enossales Implantat durchaus ein prognostisch günstigeres Behandlungsergebnis dar als Belassen eines stabilisierten avitalen Zahnes.

7 Literaturverzeichnis

1. Albrektsson T., Zarb G., Worthington P., Eriksson A. R.:
The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success.
Int J Oral Maxillofac Impl 1986; 1: 11-25
2. Anjard R.: Mayan dental wonders.
J Oral Implantol 1981; 9: 423-426
3. Asundi A., Kischen A.: Biomechanics of endodontic endosseous implants – a comparative photoelastic evaluation.
Endod Dent Traumatol 1999; 2: 83-87
4. Bauer A.: Versuche zur Erhaltung statisch insuffizienter Zähne durch Wurzelspitzenresektion und modifizierte Wurzelfüllung mit Knochennagelung.
Med. Diss., Jena 1960
5. Bechtold H., Bull H. G., Schubert F.: Ergebnisse der transdentalen Stabilisierung gelockerter und wurzelfrakturierter Zähne.
Dtsch Zahnärztl Z 1987; 42: 295-298
6. Berens A., Schlipf H., Dilmaghani S., Schuster A.: Einfluss von Glaskeramiken auf die Knochenneubildung in Calvariadefekten.
Mund Kiefer GesichtsChir 2000; 2: 522-526
7. Branemark P.-I., Breine U., Adell R., Hansson B. O., Lindström J., Ohlsson A.: Intraosseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies.
Scand J Plast Reconstr Surg 1969; 3: 81-100
8. Brinkmann E.: Indikation zur enossalen Implantation.
Dtsch Zahnärztl Z 1976; 33: 557-559
9. Buch R. S. R., Weibrich G., Wagner W.: Erfolgskriterien in der Implantologie.
Mund Kiefer GesichtsChir 2003; 1: 42-46
10. d'Hoedt B., Lukas D., Mühlbradt L., Scholz F., Schulte W., Quante F., Topkaya A.: Das Periotestverfahren – Entwicklung und klinische Prüfung.
Dtsch Zahnärztl Z 1985; 40: 113-125

11. d'Hoedt B., Handtmann S., Gomez-Roman G., Axmann D., Jahn M., Schulte W.: Verweildaueranalysen nach Kaplan-Meier und Cutler-Ederer für enossale Implantate verschiedener Systeme.
Z Zahnärztl Implantol 1996; 12: 110-120
12. Dietrich U., Skop P., Lippold R., Behneke N., Wagner W.: Vergleich verschiedener Implantatsysteme und deren Prognose im zahnlosen Unterkiefer.
Dtsch Zahnärztl Z 1993; 48: 793-796
13. Ericsson I., Breglundh T., Marinello C., Liljenberg B., Lindhe J.: Long-standing plaque and gingivitis at implants and teeth in the dog.
Clin Oral Impl Res 1992; 3: 99-103
14. Frank A. L., Abrams A. M.: Histologic evaluation of endodontic implants.
J Am Dent Assoc 1969; 78: 520-524
15. Gaggl A., Schultes G., Rainer H., Kärcher H.: Histologische und histomorphometrische Ergebnisse der Implantation dentaler Implantate bei Früh- oder Spätimplantationen.
Mund Kiefer GesichtsChir 2000; 5: 278-284
16. Gerber Ch., Hardt N., von Arx Th.: „Esthetic plus“-ITI-Implantate (TPS): Eine prospektive klinische Studie.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 2003; 1: 12-19
17. Geu B.: Prospektive klinische Studie zur Beschreibung des klinischen Verhaltens des ZL-Duraplant-Implantatsystems.
Med. Diss., Leipzig 1998
18. Gould T. R., Westbury L., Brunette D. M.: Ultrastructural study of the attachment of human gingiva to titanium in vivo.
J Prosthet Dent 1984; 52: 418-420
19. Graf H.-L., Knöfler W.: Indikation und Anwendung unbeschichteter und beschichteter MLW-Titan-Blattimplantate des Typs Leipzig.
Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Stomatologie, 1986
20. Graf H.-L., Knöfler W., Reichart P., Becker J., Clostermann V., Möllerfeld W.: ZL-Duraplant-Implantatsystem.
In: Jahrbuch für orale Implantologie 1992: 165-171

21. Graf H.-L., Ohneseit A., Hemprich A.: Vergleichende Untersuchungen der Osteozyten- und Osteoblastenzahl an Implantatmaterialien.
Z Zahnärztl Implantol 2000; 16: 87-93
22. Graf H.-L., Geu B., Knöfler W., Hemprich A.: Klinisches Verhalten des ZL-Duraplant®-Implantatsystems mit Ticer®-Oberfläche.
Mitteilung I: Überlebensraten.
Z Zahnärztl Implantol 2001; 3: 124-131
23. Graf H.-L., Geu B., Knöfler W., Hemprich A.: Klinisches Verhalten des ZL-Duraplant®-Implantatsystems mit Ticer®-Oberfläche.
Mitteilung II: Zustandsbeschreibende Parameter.
Z Zahnärztl Implantol 2002; 3: 169-176
24. Haessler D., Knopf W., Foitzik C.: Grenzfallbehandlung in der zahnerhaltenden Chirurgie durch transdentale Fixation (I).
Quintessenz 1989; 11: 1963-1973
25. Hammer H.: Replantation and implantation of teeth.
Internat Dent J 1955; 5: 439-456
26. Häußler F., Meier K. H.: Indikationen und Erfahrungen der chirurgischen Zahnerhaltung durch transdentale Fixation.
Dtsch Zahnärztl Z 1987; 42: 290-291
27. Heinrich B.: Entwicklung und Anwendung der Helikoidal-Tantal-Schraube.
Med. Diss., Hamburg, 1972
28. Heners M., Walther W., Wörle M.: Langzeiterfolge verschiedener Implantattypen - eine 15-Jahre-Studie.
Dtsch Zahnärztl Z 1991; 46: 672-675
29. Hermann D.: Schienung marginal parodontitischer Zähne durch enossale Stiffixation.
Dtsch Zahnärztl Z 1956; 23: 1392-1396
30. Hermann J. S., Buser D., Scenk R. K., Cochran D. L.: Crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible.
J Periodontol 2000; 9: 1412-1424

31. Hofmann M.: Das Erlanger TDF-System für die enossale Stabilisierung von Zähnen (I).
Quintessenz 1993(a); 44: 293-301
32. Hofmann M.: Die transdentale Fixation parodontal geschwächter Zähne.
ZWR 1993(b); 4: 230-238
33. Jahn M., d'Hoedt B.: Zur Definition des Erfolges bei dentalen Implantaten.
Z Zahnärztl Implantol 1992; 8: 221-226
34. Kawahara H., Kawahara D., Mimura Y., Takashima Y., Ong J. L.:
Morphologic studies on the biologic seal of titanium dental implants.
Report II. In vivo study on the defending mechanism of epithelial
adhesions/attachment against invasive factors.
Int J Oral Maxillofac Impl 1998; 4: 465-473
35. Kirsch A.: Titanspritzbeschichtetes Zahnwurzelimplantat unter
physiologischer Belastung beim Menschen.
Dtsch Zahnärztl Z 1980; 35: 112-114
36. Klokkevold P. R., Johnson P., Dadgostari S., Caputo A., Davies J. E.,
Nishimura R. D.: Early endosseous integration enhanced by dual acid
etching of titanium: a torque removal study in the rabbit.
Clin Oral Impl Res 2001; 4: 350-357
37. Knuf A.: Zur Prognose von enossalen Implantaten unter besonderer
Berücksichtigung eines regelmäßigen Recalls – dargestellt am
Krankengut der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und
Gesichtschirurgie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.
Med. Diss., Greifswald 2003
38. Koch W. L.: Die zweiphasige enossale Implantation von intramobilen
Zylinderimplantaten-IMZ.
Quintessenz 1976; 2: 23-31, 3: 21-27, 4: 39-46
39. Kolmari J.: Gleichzeitige Schienung transradikulär fixierter Zähne.
Zahnärztl Welt/Reform 1970; 79: 203-209
40. Körner T., Kreuzsch T.: Das Für und Wieder der transdentalen Fixation.
Z Zahnärztl Implantol 1996; 12: 25-28

41. Krekeler G.: Periimplantäre Probleme. In: Schröder A., Sutter F., Krekeler G. (Hrsg.): Orale Implantologie. Thieme, Stuttgart 1988, 271-284
42. Krekeler G.: 20 Jahre ITI – Ein Internationales Team für Orale Implantologie. Zahnärztl Mitt 2000; 24: 3012-3014
43. Künzel A. R., Schiel H. J., Lambrecht J. Th.: Langzeitergebnisse mit ITI®-Vollschraubenimplantaten. Schweiz Monatsschr Zahnmed 2002; 1: 20-35
44. Lang N. P., Brägger U., Walter D., Beamer B., Kornman K. S.: Ligature-induced periimplant infection in cynomolgus monkeys. Clinical and radiographic findings. Clin Oral Impl Res 1993; 4: 2-11
45. Ledermann P. D.: Das TPS-Schraubenimplantat nach 7jähriger Anwendung. Quintessenz 1984; 35: 2031-2041
46. Linkow L. I.: The blade vent – a new dimension in endosseous implant. J Oral Impl Transpl Surg 1966; 12: 35-44
47. Maniatopoulos C., Pilliar R. M., Smith D. C.: Evaluation of the retention of endodontic implants. J Prosthet Dent 1988; 59: 438-446
48. Mombelli A., van Oosten M. A C., Schürch E., Lang N. P.: The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. Oral Microbiol Immunol 1987; 2: 145-151
49. Morneburg Th., Schulz A.: Zur Frage der Dichtigkeit der endodontisch-
enossaler Stiftimplantate. Z Zahnärztl Implantol 1994; 10: 219-224
50. Morneburg Th., Hofmann M.: Ist die transdentale Fixation ein erfolgreiches
Behandlungsmittel zur Stabilisierung parodontal geschwächter Zähne?
Z Zahnärztl Implantol 1998; 14: 158-166
51. Morse D. R.: Endodontic implants. New York State Dent J 1969; 1: 5-12
52. Moser W., Nentwig G.-H.: Zur Problematik von Titan-Spritzbeschichtungen. Z Zahnärztl Implantol 1987; 3: 282-285

53. Moser W., Nentwig G.-H.: Finite-Element-Studien zur Optimierung von Implantatgewindeformen.
Z Zahnärztl Implantol 1989; 5: 29-32
54. Mühlemann H. R., Son S.: Gingival sulcus bleeding – a leading symptom in initial gingivitis.
Helv Odontol Acta 1971; 15: 107-113
55. Nentwig G. H., Moser W., Mairgünther R.: Das Ankylos®-Implantatsystem. Konzept, klinische Anwendung, Ergebnisse.
Implantologie 1993; 3: 225-237
56. Orlay H. G.: Endodontic splinting treatment in periodontal disease.
Brit Dent J 1960; 108: 118-121
57. Osborn J. F., Weiss T.: Hydroxylapatitkeramik – ein knochenähnlicher Biowerkstoff.
Schweiz Mschr Zahnheilk 1978; 88: 1166-1172
58. Piesold J. U.: Vergleichende Untersuchungen zur Eignung von Stiftsystemen mit glatter und strukturierter Oberfläche für die transdentale Fixation – Eine experimentelle Studie.
Quintessenz 1991; 11: 1817-1824
59. Pistorius A., Willershausen B.: Biocompatibility of dental materials in two human cell lines.
Eur J Med Res 2002; 2: 81-88
60. Pohl Y., Filippi A., Tekin U., Kirschner H.: Periodontal healing after intentional auto-alloplastic reimplantation of injured immature upper front teeth.
J Clin Periodontol 2000; 3: 198-204
61. Quirynen M., Listgarten M. A.: The distribution of bacterial morphotypes around natural teeth and titanium implants ad modum Branemark.
Clin Oral Impl Res 1990; 1: 8-12
62. Richter E.-J., Jansen V., Spiekermann H., Jovanovic S. A.:
Langzeitergebnisse von IMZ- und TPS-Implantaten im interforaminalen Bereich des zahnlosen Unterkiefers.
Dtsch Zahnärztl Z 1992; 7: 449-454

63. Ritacco A. A., Ritacco N. C.: Pernos endodonticos intraoseos para estabilizacion dentaria.
Rev assoc edont argent 1966; 54: 327-333
64. Rixecker H., Schilli W.: Erste Erfahrungen mit dem bizylindrisch-konischen Titanstiftimplantat zur transdentalen Fixation.
Dtsch Zahnärztl Z 1987; 42: 299-301
65. Rixecker H.: Ergebnisse nach 2,5 Jahren transdentaler Fixation mit dem bizylindrisch-konischen Titanstiftimplantat.
Dtsch Zahnärztl Z 1988; 43: 361-363
66. Romanos G. E., Nentwig G. H.: Single molar replacement with a progressive thread design implant system: a retrospective clinical report.
Int J Oral Maxillofac Impl 2000; 6: 831-836
67. Schlegel K. A., Egerer E., Egerer R.: Transgingival einheilendes ITI-Implantatsystem und gedeckt einheilendes Ankylos-System.
ZWR 1997; 3: 90-97
68. Schlegel K. A., Schultze-Mosgau S., Wiltfang J.: Implantologie in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie.
HNO 2002; 50: 699-718
69. Schramm-Scherer B., Tetsch P., Trippler S., Brüderle U.: Stabilisierung einwurzeliger Zähne durch Transfixationsstifte.
Dtsch Zahnärztl Z 1987; 42: 302-304
70. Schmid M. R., Schiel H. J., Lambrecht J. Th.: Untersuchungen über Drehmomente enossaler oraler Schraubenimplantate.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 2002; 8: 804-813
71. Schröder A., Pohler O., Sutter F.: Gewebsreaktion auf ein Titan-Hohlzylinderimplantat mit Titanspritzschichtoberfläche. Schweiz Mschr Zahnheilk 1976, 86: 713-727
72. Schröder A.: Geschichtsabriss der Implantologie. In: Schröder A., Sutter F., Krekeler G. (Hrsg.): Orale Implantologie.
Thieme, Stuttgart 1988(a), 60-65
73. Schröder A.: Gewebsreaktionen. In: Schröder A., Sutter F., Krekeler G. (Hrsg.): Orale Implantologie.
Thieme, Stuttgart 1988(b), 91-115

74. Schulte W.: Das Tübinger Sofortimplantat.
Quintessenz 1976; 27: 17-23
75. Schulte W., d'Hoedt B., Axmann D., Gomez-Roman G.: 15 Jahre Tübinger
Implantat und seine Weiterentwicklung zum Frialit-2-System.
Z Zahnärztl implantol 1992; 8: 77-96
76. Schultze-Mosgau S., Schliephake H., Radespiel-Troger M., Neukam F. W.:
Osseointegration of endodontic endosseous cones: zirconium oxide
versus titanium.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2000; 1: 91-98
77. Scialom J.: Immediate needle implants. Inform Dent 1962; 44: 1606-1616
78. Snauwaert K., Duyck J., van Steenberghe D., Quirynen M., Naert I.:
Time dependent failure rate and marginal bone loss of implant
supported prostheses: a 15-year follow-up study.
Clin Oral Invest 2000; 4: 13-20
79. Staegemann G.: Freie Transplantationen von Zahnkeimen im Hundeversuch.
Med. Diss., Greifswald 1950.
80. Staegemann G.: Fremdkörperwirkungen. Habil-Schrift, Greifswald 1956
81. Staegemann, G.: Die operative Verbesserung von Brückenpfeilern mit
reduzierter Wurzellänge.
Dtsch Zahnärztl Z 1957; 12: 1502-1504
82. Staegemann, G.: Die Stiftverbolzung gelockerter Zähne.
Zahnärztl. Rdsch. 1958; 67: 263-266
83. Staegemann, G.: Die Stiftverbolzung von Zähnen. Indikation, Methodik,
Resultate.
Dtsch Zahnärztl Z 1960; 15: 1094-1101
84. Staegemann, G.: 15jährige Erfahrung mit der enossalen Stiftverbolzung aus
prothetischer Indikation.
Dtsch Stomat 1971; 21: 454-459
85. Staegemann, G.: Die Stiftverbolzung von Zähnen - eine Methode der
geschlossenen Implantation.
Stomatol DDR 1973; 23: 162-171

86. Staegemann, G.: Endodontische Stiftimplantation – Transfixation.
In: Breustedt A., Lenz E., Musil R., Staegemann G., Taege F., Weiskopf J. (Hrsg.): Grundlagen der prothetischen Stomatologie. 2 Aufl., J. A. Barth, Leipzig 1987, 122-130
87. Staegemann, G., Köhler Ch., Richter G.: Optimierung der chirurgischen Zahnerhaltung durch ein vollkonfektioniertes Stiftimplantat-Aufbausystem zur endodontischen Implantation.
Zahn Mund Kieferheilkd 1989; 77: 414-420
88. Strock A. E., Strock M. S.: Method of reinforcing pulpless anterior teeth – preliminary report.
J Oral Surg 1943; 1: 252-255
89. Strub J. R., Rohner D., Schärer P.: Die Versorgung des Lückengebisses mit implantatgetragenen Brücken. Eine Longitudinalstudie über 7,5 Jahre.
Z Zahnärztl Implantol 1987; 3: 242-254
90. Strub J. R., Türp J. C., Witkowski S., Hürzeler M. B., Kern M.: Ursachen und Therapie der periimplantären Destruktion.
In: Kombinierte und abnehmbare Prothetik, Implantologie, Nachsorge, Psychologie. Curriculum Prothetik, Bd.3. Quintessenz. Berlin, Chicago, London, S. Paulo, Tokio, Moskau, Prag und Warschau 1994, 1153-1160
91. Strunz V., Gross U., Kirsch A. : Transfixation von Zähnen mit Titanplasma-beschichteten Stiften im Tierexperiment.
Dtsch Zahnärztl Z 1987; 42: 292-294
92. Tetsch P., Peppmeier F.: Klinische und röntgenologische Untersuchungen über verschiedene enossale Implantationsverfahren.
Dtsch Zahnärztl Z 1973; 28: 895-900
93. Traxler M., Gsellmann B., Fürhauser R.: Die transdentale Fixation zur chirurgischen Erhaltung gelockerter Zähne.
DFZ 1995; 4: 52-56
94. v. Schwanewede H., Fock G., Behrend D., Schmitz K.-P.: Optimization of the neck region of dental implants with a bioaktive, resorbable coating.
Biomed Tech 2002; 1: 479-481

95. Wahlmann U., Wagner W.: Implantatprognose und Implantatentwicklung.
Wehrmed. Mschr. 2000; 44: 17-20
96. Watzek, G., Blahout, R.: Historischer Rückblick. In: Watzek, G.:
Enossale Implantate in der oralen Chirurgie.
Quintessenz. Berlin, Chicago, London, S. Paulo, Tokio, Moskau, Prag
und Warschau 1993, 17-19
97. Weine F. S., Frank A. L.: Survival of the endodontic endosseous implant.
J Am Dent Assoc 1993; 19: 524-528
98. Wirz J.: Die Transfixation von Stegpfeilern im Unterkiefer.
Zahnärztl Welt 1970; 79: 721-726
99. Zimmermann M., Nentwig G.-H., Egerer R.: Rastelektronen- und
auflichtmikroskopische Untersuchungen zur apikalen
Verschlussqualität praxisüblicher Transfixationssysteme.
Quintessenz 1990; 9: 1417-1424
100. Zimmermann M., Schlegel D.: Nachuntersuchungsergebnisse zur
chirurgischen Zahnerhaltung mittels konischer Transfixationsstifte.
Z Zahnärztl Implantol 1991; 7: 243-246

8 Abbildungsverzeichnis

		Seite
Abb. 1	Prof. Dr. Gerd Staegemann	9
Abb. 2	Gebäude auf dem Gelände der Greifswalder Klinik, wo G. Staegemann seine Tierversuche durchführte	10
Abb. 3	Die Methode der Stiftverbolzung gelockerter Zähne nach Staegemann	11
Abb. 4	Vollkonfektionierte Implantataufbauten aus Reintitan, Durchmesser 3,5 mm und 4,0 mm sowie Sitzfräser (links) und Kontrollaufbau (rechts)	13
Abb. 5	Schematische Darstellung des vollkonfektionierten Stiftimplantat-Aufbau-Systems nach Staegemann	13
Abb. 6	Algorithmus der möglichen Behandlungsabläufe eines gelockerten Zahnes	15
Abb. 7	Implantationsbesteck für Stiftverbolzung und Transfixation (MLW Medizinmechanik Suhl)	22
Abb. 8	Das Verfahren der Stiftverbolzung nach Staegemann	22
Abb. 9	Bizylindrisch-konischer Stift® nach Rixecker&Schilli	23
Abb. 10	Vorgehensweise mit Bizylindrisch-konischem Stift® nach Rixecker&Schilli	24
Abb. 11	Das ER-TDF®-System nach Hofmann	25
Abb. 12	Das Titanblattimplantat Typ Leipzig mit Standardoberfläche	26
Abb. 13	Instrumentenset für die Insertion des Leipziger Titanblattimplantates	26
Abb. 14	Das ITI®-System der Fa. Straumann	27
Abb. 15	Die ITI®-Chirurgiekassette	27
Abb. 16	Das ANKYLOS®-System	28
Abb. 17	Gedeckte Einheilung des ANKYLOS®-Implantats	28
Abb. 18	Untersuchungsbogen für die mit offenen enossalen Implantaten versorgten Patienten	31
Abb. 19	Untersuchungsbogen für die mit geschlossenen enossalen Implantaten versorgten Patienten	33
Abb. 20	Anzahl der durchgeführten offenen und geschlossenen enossalen Implantationen pro Jahr	37
Abb. 21	Häufigkeitsverteilung der Lokalisation der offenen und geschlossenen enossalen Implantationen	38
Abb. 22	Lockerungsgrad der transdental fixierten Zähne im Vergleich	46
Abb. 23	Verweildaueranalyse nach Kaplan-Meier für offene und geschlossene enossale Implantate mit Kriterium „Implantatverlust“	49
Abb. 24	Darstellung eines klinischen Falles aus dem Archiv von Herrn Prof. Dr. Sümnick	52

9 Tabellenverzeichnis

		Seite
Tab. 1	Alters- und Geschlechtsverteilung der mit offenen und geschlossenen Implantaten versorgten Patienten	36
Tab. 2	Häufigkeitsverteilung der angewendeten Systeme zur geschlossenen enossalen Implantation	39
Tab. 3	Häufigkeitsverteilung der inserierten Implantatformen	39
Tab. 4	Indikationen für die geschlossenen enossalen Implantationen	40
Tab. 5	Indikationen für die offenen enossalen Implantationen	41
Tab. 6	Postoperative Komplikationen nach einer geschlossenen enossalen Implantation	41
Tab. 7	Postoperative Komplikationen nach einer offenen enossalen Implantation	42
Tab.8	Röntgenologischer Befund bei der Nachuntersuchung der geschlossenen enossalen Implantate	43
Tab. 9	Mittlere Knochenabbauraten bei der Nachuntersuchung der offenen enossalen Implantate	43
Tab. 10	Häufigkeitsverteilung der Zahnverluste und Ursachen für die Extraktion der transdental fixierten Zähne	44
Tab. 11	Häufigkeitsverteilung der Implantatverluste und Ursachen für den Misserfolg	45
Tab. 12	Sulkusblutungsindex bei der Untersuchung der transdental fixierten Zähne	46
Tab. 13	Mittlere Sondierungstiefen der transdental fixierten Zähne bei der Nachuntersuchung	47
Tab. 14	Sulkusblutungsindex im Bereich der offenen enossalen Implantate	47
Tab.15	Mittlere Sondierungstiefen bei der Nachuntersuchung der offenen enossalen Implantate	48
Tab. 16	Verweilwahrscheinlichkeiten nach <i>Kaplan-Meier</i> für offene und geschlossenen enossale Implantate im Vergleich	50
Tab. 17	Übersicht analoger Nachuntersuchungen der offenen enossalen Implantate in der Literatur	59
Tab. 18	Übersicht analoger Nachuntersuchungen der geschlossenen enossalen Implantate in der Literatur	64

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät vorgelegt worden.

Ich erkläre, dass ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und dass eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.

Anna Müller

LEBENS LAUF

PERSÖNLICHE INFORMATION

- Anna Müller, geb. Belolipetskaja
- Familienstand: verheiratet
- Staatsangehörigkeit: Deutsch
- Alter: 31
- Geburtsort: Voronesch/Russland

AUSBILDUNG

1989	Abschluss der Schulausbildung mit der Hochschulreife in Voronesch/Russland
1989-1994	Staatliche Medizinische Universität „I.P.Pawlow“ St.Petersburg/Russland, Zahnmedizinische Fakultät, Abschluss mit dem Diplom einer Zahnärztin

BERUFSERFAHRUNG

1994	Umzug nach Deutschland
1996	Anerkennung des Diploms als Zahnärztin durch das Sozialministerium Mecklenburg/Vorpommern, Erteilung einer Berufserlaubnis zur Ausübung der Zahnheilkunde
1996-1997	Anpassungsjahr in drei Zahnarztpraxen in Neubrandenburg, mit den Schwerpunkten: Kieferorthopädie, Oralchirurgie, Prothetik
1997-1999	Vorbereitungsassistentin in der Zahnarztpraxis Fr. I. Müller, Neubrandenburg
1999-2000	Hospitation im Zentrum für Zahn-, Mund und Kieferheilkunde der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
Oktober 2000	Bestehen der Gleichwertigkeitsprüfung zur Erlangung der deutschen Approbation
Dezember 2000	Erteilung der Approbation als Zahnärztin
Seit 01.06.01	Oralchirurgische Weiterbildung an der Klinik für Mund-, Kiefer- u. Gesichtschirurgie/plastische Operationen des Dietrich Bonhoeffer Klinikum Neubrandenburg

Danksagung

Ich danke Herrn Professor Dr. W. Sümrig für die Überlassung des Themas und die fachliche Förderung und Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt den Schwestern der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie und den Mitarbeiterinnen der Patientenaufnahme für Ihre Hilfsbereitschaft bei der Bearbeitung der Patientenunterlagen sowie den Mitarbeiterinnen der medizinischen Fachbibliothek des Dietrich-Bonhoeffer-Klinikum Neubrandenburg Frau Riedel und Frau Winkel für die freundliche Unterstützung bei der Literaturrecherche.

Außerdem möchte ich Frau Berg von GEBR. BRASSELER GmbH&Co. KG für die Bereitstellung der Produktinformation und der Fachliteratur sowie den an unserer Umfrage teilgenommenen Kollegen und insbesondere Herrn Dr. Stefan Staegemann ganz herzlich danken.