

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Philipps-Universität Marburg
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. V. Stachniss
Abteilung für Zahnersatzkunde
Direktor (komm.): Prof. Dr. U. Lotzmann

**Klinische Nachuntersuchung
magnetretinierter Hybridprothesen**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin

dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Kriszti Prisender

aus Klausenburg

Marburg 2001

Angenommen von Fachbereich Humanmedizin

der Philipps-Universität Marburg am: 13.12.2001

Dekan: **Prof. Dr. Arnold**

Referent: Prof. Dr. U. Lotzmann

Korreferent: PD. Dr. R. Mengel

	Inhaltsverzeichnis	Seite
1.	EINLEITUNG	5
2.	LITERATUR	6
2.1.	Deckprothesen / Hybridprothesen	6
2.2.	Magnetprothesen	8
2.2.1.	Das Prinzip der Magnetretention	9
2.2.2.	Korrosion und Biokompatibilität	11
2.2.3.	Magnetsysteme	13
2.3.	Dyna® Magnetsystem	14
2.3.1.	Aufbau des Dyna®-Systems	15
2.3.2.	Untersuchungen zum Dyna® Magnetsystem	17
3.	ZIELSETZUNG	18
4.	MATERIAL UND METHODE	19
4.1.	Patientenauswahl	19
4.2.	Versorgung der Patienten mit Magnetprothese	19
4.2.1.	Magneteinheit	19
4.2.2.	Deckprothese / Hybridprothese	20
4.2.3.	Klinisches und labortechnisches Vorgehen	21
4.3.	Patientendaten	22
4.4.	Nachuntersuchungsaufbau	22
4.5.	Pfeilerbefundung	23
4.5.1.	Wurzelstiftkappenbefundung	24
4.5.2.	Minimagnetbefundung	25
4.5.3.	Prothesenbefundung	25
4.6.	Statistische Datenauswertung	25
4.6.1.	Kreuztabellen	26
4.6.2.	Überlebenswahrscheinlichkeiten	26

5.	ERGEBNISSE	28
5.1.	Patientendaten	28
5.1.1.	Patientenstamm	28
5.1.2.	Altersstruktur	29
5.1.3.	Geschlechtsverteilung	29
5.1.4.	Wurzelstiftkappen	30
5.1.5.	Tragedauer der Magnetversorgung	33
5.1.6.	Prothetischer Versorgungsgrad des Gegenkiefers	34
5.1.7.	Versorgungszustand der Magnetprothesen	34
5.2.	Untersuchungsergebnisse	35
5.2.1.	Pfeiler	35
5.2.2.	Wurzelstiftkappen	40
5.2.3.	Minimagnete	41
5.2.4.	Prothesen	42
5.3.	Kreuztabellen und Überlebenswahrscheinlichkeiten	43
5.3.1.	Kreuztabellen	43
5.3.2.	Überlebenswahrscheinlichkeiten	55
6.	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	55
6.1.	Patienten	55
6.2.	Pfeiler	57
6.3.	Wurzelstiftkappen	60
6.4.	Minimagnete	61
6.5.	Magnetprothesen	62
6.6.	Kreuztabellenanalyse	62
6.7.	Überlebenswahrscheinlichkeiten	64
6.8.	Schlußfolgerungen	65
7.	ZUSAMMENFASSUNG	67
8.	LITERATURVERZEICHNISS	70

1. EINLEITUNG

Die höhere Lebenserwartung der Bevölkerung und der längere Erhalt der eigenen Bezahnung stellen an die zahnärztliche Versorgung höhere und komplexere Anforderungen (Gerontoprothetik). Die Zahl der Patienten, die sich im fortgeschrittenen Alter auf neue Prothesen, auf eine neue Kaufunktion und auf neue Pflegegewohnheiten umstellen müssen, nimmt zu. Die Fähigkeiten dieser Personen, sich an eine neue Situation zu gewöhnen, sind unterschiedlich.

In der letzten Phase vor der totalen Zahnlosigkeit, wenn nur noch einzelne Zähne oder Zahnwurzeln vorhanden sind, besteht die Hauptaufgabe der Versorgung darin, den Patienten den optimalen Übergang zu der Totalprothese zu gewähren. Die magnetgehaltenen Deckprothesen (Magnetprothesen) mit ihrem einfachen Aufbau, Herstellung, Handhabung und mit der minimalen Pfeilerbelastung machen es möglich, bei einigen Patienten die vollständige Zahnlosigkeit zeitlich zu verschieben.

In der Abteilung für Zahnersatzkunde der Philipps-Universität Marburg wurden in den letzten neun Jahren bei 83 Patienten Dyna® Magnetattachments (Wurzelstiftkappe mit Minimagnet) zur Prothesenretention eingesetzt. Die Magnetversorgung wurde bei parodontal vorgeschädigten, lockeren Zähnen mit ungünstigen klinischen Krone/Wurzel-Proportionen und bei Patienten mit eingeschränkter manueller Geschicklichkeit, bei denen eine aufwändigere, genauere Retentionsform nicht mehr in Frage kam, angewandt.

Die Langzeitprognose dieser Versorgungen wurde bislang unzureichend untersucht. Lediglich mittelfristige Studien nach einer Tragezeit von 6-24 Monaten liessen auf eine gute Prognose dieser Versorgung schließen [COCA und WISSER 1993]. Daher war eine nochmalige Nachuntersuchung nach weiteren drei Jahren sinnvoll, um weitere Informationen über Prothesenakzeptanz, Pfeilerzustand, Magnetzustand, Tragekomfort und Bewährung der Magnetversorgung zu liefern.

2. LITERATUR

2.1. Deckprothesen / Hybridprothesen

Die Nomenklatur ist für diesen Prothesentyp nicht einheitlich. Die Bezeichnungen "Deckprothesen", "Cover-Denture", "Hybridprothesen", "Resilienzteleskop-Prothesen" sowie "Over-denture" werden oft synonym verwendet. Verstanden wird darunter einen mit versteckten (bedeckten) Halteelementen oder Zähnen verankerter Totalzahnersatz [BRUNNER 1977]. Gemeinsam ist allen die Funktion vom Übergang der partiellen zu totalen Prothesen [BRILL 1955, GENDUSA 1988].

Im Vergleich zu Totalprothesen haben die Deckprothesen einige Vorteile: besseren Prothesenhalt, günstigere Kaukraftverteilung, erhöhte Kaueffizienz [NAGASAWA 1979, SPOZETTI 1986], Erhalt des Alveolarknochens [CRUM und ROONEY 1978], Erhalt der propriozeptiven Mechanismen [KAY und ABES 1976], leichtere Adaptation und psychologische Wirkung [REITZ 1980, GENDUSA 1988].

Die Umgestaltung der Hybridprothesen in eine Totalprothese sollte ohne großen Aufwand möglich sein, daher werden bei der Anfertigung der Hybridprothesen die Richtlinien zur Totalprothetik mit berücksichtigt.

Ein Schwachpunkt der Hybridprothesen ist die oft ungünstige parodontal-hygienische Gestaltungsmöglichkeit. Die vollständige Abdeckung der Pfeilerzähne bis hin zur Umschlagfalte führt zur erhöhten Plaqueansammlung und Parodontalenentzündung. So sollte, wenn immer die Pfeilerlokalisierung und der Pfeilerzustand es zulassen, das marginale Parodontium freigelassen werden [REITZ 1980].

Klinische Nachuntersuchungen der Hybridprothesen [BRUNNER 1977, CRUM und ROONEY 1978] haben den besseren Halt, den geringeren Knochenabbau und die leichtere Adaptation im Vergleich zur Totalprothese nachgewiesen. Allerdings ist der Langzeiterfolg der Deckprothesen von mehreren Faktoren abhängig: von dem Ausgangsbefund der Pfeilerzähne und des Kieferknochens und von der Prothesengestaltung (Belastung der Pfeilerzähne, Okklusionsgestaltung). Darüber hinaus wird die Prognose von der Bereitschaft des Patienten, die regelmäßige zahnärztliche Kontrollen wahrzunehmen und eine gute Mund- und Prothesenpflege zu betreiben, mitbestimmt [ETTINGER 1988, BRUNNER 1989].

Einen entscheidenden Einfluß auf die Retention und den Tragekomfort haben die unterschiedlichen Halteelemente oder Retentionselemente der Hybridprothesen.

Die verschiedenen Retentionsalternativen ermöglichen den längeren Erhalt der eigenen Zähne und damit eine zeitliche Verschiebung der totalen Zahnlosigkeit [GENDUSA 1988].

Osteointegrierte Implantate ermöglichen dem unbezahnten Patienten eine Rückkehr zu den Hybridprothesen, sogar zu den festsitzenden Kronen- oder Brückenversorgungen [MERICSKE-STERN 1992].

Abhängig von der Anzahl der Restzähne oder Implantate, von deren Verteilung im Kiefer, vom klinischen Zustand (Hartsubstanz, Parodontium), von der Mitarbeit und der manuellen Geschicklichkeit des Patienten werden die verschiedenen Verankerungsmöglichkeiten diskutiert.

Neben den bewährten Halteelementen wie Doppelkronen (Teleskopkronen, Konuskronen), Stege, Retentionszylinder, Druckknopfanker hat sich die Magnetretentionen in besonderen Fällen durchgesetzt [WIRZ 1990, COCA und WISSER 1993, STEMMANN 1995].

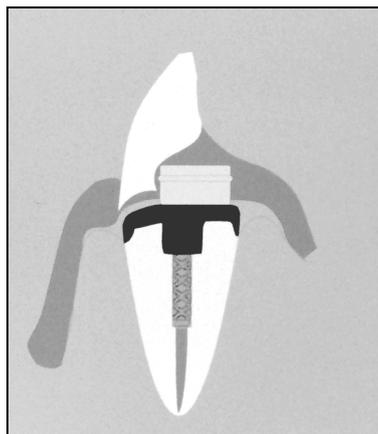


Abb.1: Magnetprothese (Schematischer Sagittalschnitt durch das Dyna-Magnetsystem)

Bisher wurde in der Zahnmedizin die Magnetkraft hauptsächlich in den Bereichen der Kieferorthopädie und der Prothetik eingesetzt. In der Kieferorthopädie wird die Anziehungskraft zur Zahnmobilisierung genutzt [SANDLER 1989, FRAUENHOFER 1992].

In der Zahnersatzkunde werden Magnete für die Prothesenretention (Teil-, Voll-, Deckprothesen), für die Retention von herausnehmbaren Brücken und Implantatsuprakonstruktionen, sowie von maxillo-facialen Prothesen eingesetzt [ROBINSON 1963, JAVID 1971, SASAKI 1980, VESPER 1999].

2.2. Magnetprothesen

Magnetprothesen sind Deckprothesen/Hybridprothesen, bei denen Magnete zur besseren Prothesenretention beitragen. Die zusätzliche Prothesenhaftung wird durch die abstoßende oder anziehende Magnetkraft (der verschiedenen Magnetpole) erreicht.

Bei völliger Zahnlosigkeit wurden früher in die Ober- und Unterkieferprothesen permanente, sich abstoßende Magnete eingebaut, die die Prothese in das Prothesenlager drücken.

Die Magnete wurden als Stangenmagnete [GOLDSCHMIDT 1955] oder als Hufeisenmagnete [FREEDMAN 1953] in die Prothesen eingebaut. FREEDMAN [1953] stellte fest, daß die Hauptschwierigkeit bei den Magneten die genaue Orientierung und Kontrolle der abstoßenden Kräfte ist. Aufgrund der erforderlichen Magnetgröße (Alnico Magnete), Magnetkorrosion, der unbalancierte Magnetabstoßung in der Funktion und der damit einhergehenden Förderung der Kieferkammatrophy, hat sich diese Art von Verankerung von Totalprothesen nicht bewährt [JACKSON 1986].

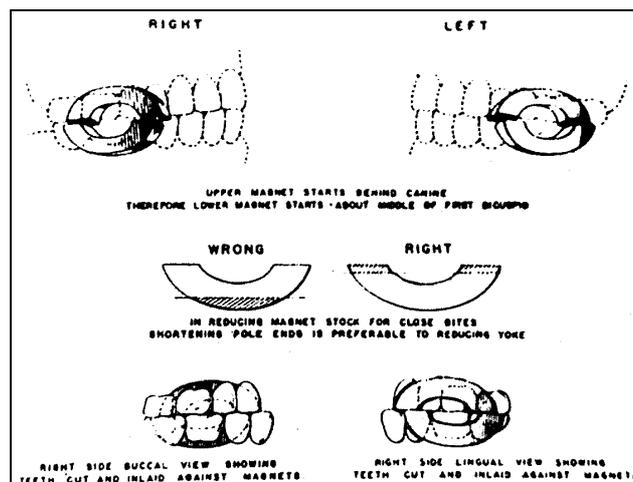


Abb.2: Magnetprothese nach Freedmann [1953]

Durch Implantation von subperiostalen Platten (Alnico, PtCo Magnete, ferromagnetische Legierungen) und Einsatz von Magneten in die entsprechende Prothesenbasis wurde versucht ein besseren Prothesenhalt zu erreichen [SENECKY 1963, BEHRMANN 1964].

Der Versuch, Wurzelreste unter den Prothesen zu belassen, hat gezeigt, daß der Knochenschwund im Wurzelbereich geringer war [CRUM und ROONEY 1978]. Die Verwendung der Wurzel zur Aufnahme von Retentionselementen (Druckknopfanker, Retentionszylinder, Magnete) hat die Wertigkeit der Wurzel noch weiter erhöht.

Durch die Herstellung von Magneten aus seltenen Erden wurde ein Durchbruch zur Verwendung von Magneten in der Zahnmedizin geschaffen. Die sehr guten Magneteigenschaften bei kleiner Dimensionierung haben es möglich gemacht, Magnete aus seltenen Erden in den ausgeschachteten Wurzelkanaleingang einzubringen. [TSUTSUI 1979, SASAKI 1984].

Am Anfang wurden die Magnete in die Wurzelkavitäten einzementiert und mit einer Amalgamfüllung oder einer Metallkappe abgedichtet [MOGHADAM 1979, MAROSO 1984, SZÖKE 1983]. Außer Magnete wurden auch verschiedene magnetisierbare Legierungen (ferromagnetische Legierungen) zur Prothesenretention in die Wurzeln eingebracht [GILLINGS 1983, SCHMIDT 1983]. Die Versorgung der Wurzel mit Wurzelstiftkappen folgte. Diese wurden aus magnetisierbarer Legierung individuell hergestellt [KINOUCI 1981]. Im weiteren sind Minimagnete in die Wurzelstiftkappen (aus Dentallegierung) eingeklebt worden [STEMMAN 1996].

Die subperiostalen und submucösen Implantate wurden von den osteointegrierten Implantaten abgelöst. Die Versorgungsvielfalt von osteointegrierten Implantaten umfaßt auch die schleimhautgetragene Suprakonstruktionen mit Steg-, Kugel- oder Magnetverankerung. Die Minimagnetversorgung wird bei geringer Implantatzahl und bei kurzen Implantaten (ab 3,5 mm) bevorzugt [CARLYLE 1986, MERICSKE-STERN 1988, PETROPOULOS 1997, WIRZ 1993].

2.2.1. Das Prinzip der Magnetretention

Heute haben sich zur Prothesenretention Magnete aus seltenen Erden durchgesetzt. Seltene Erden sind eine Gruppe aus 17 metallischen Elementen [GSCHNEIDNER 1989]. Die Magneteigenschaften der seltenen Erden Magnete sind denen anderer permanenter Magnete (Alnico, Ferrite, Pt-Co) deutlich überlegen [TSUTSUI 1979].

In der Zahnmedizin werden Magnete aus SmCo und NdFeB eingesetzt, wobei die magnetischen Parameter für NdFeB den SmCo Magneten überlegen sind [KITSUGI 1992]. Die Anwendung der NdFeB Magnete wird durch die niedrige Curie Temperatur (Entmagnetisierung) und maximale Einsatztemperatur eingeschränkt, während bei den SmCo die Magneteigenschaften bis 200° C unverändert bleiben (Curie Temperatur von SmCo₅ liegt bei ca.720° C) [TSUTSUI 1979].

Die geschlossenen Magnetsysteme (bei denen beide Magnetpole eingesetzt werden) haben eine größere Retentionskraft und eine geringere Feldstreuung als die offenen Systeme (bei denen nur ein Magnetpol eingebaut wird) [GILLINGS 1981, AKALTAN 1995]. Bei

geschlossenen Systemen werden zwei Magnete eingebaut (Magnet gegen Magnet), bei den offenen Systemen übernimmt die Funktion des zweiten Magneten eine magnetisierbare Legierung (Ferromagnet). Die ferromagnetische Legierung wird durch die Einwirkung eines äußeren Magnetfeldes magnetisiert. Dies erfolgt durch die Richtungsänderung der elementaren magnetischen Dipole (Weissche Bezirke oder Domänen) in die Feldrichtung (Drehprozesse) und durch Umklappen der angrenzenden Elementarmomente (Wandverschiebung).

Außer den inneren Magneteigenschaften ist die Retentionskraft von Abstand, Größe und Fläche der Magnete abhängig [TSUTSUI 1979, GILLINGS 1981, SASAKI 1984, HIGHTON 1986, JACKSON 1986, OKUNO 1991, WISSER 1996]. Die Untersuchungen haben gezeigt, daß in allen Fällen die Retentionskraft mit Erhöhung des Abstandes zwischen den Retentionselementen (Magnet/Magnet, Magnet/ferromagnetische Legierung) exponentiell abnimmt [SASAKI 1984, JACKSON 1986, WISSER 1996].

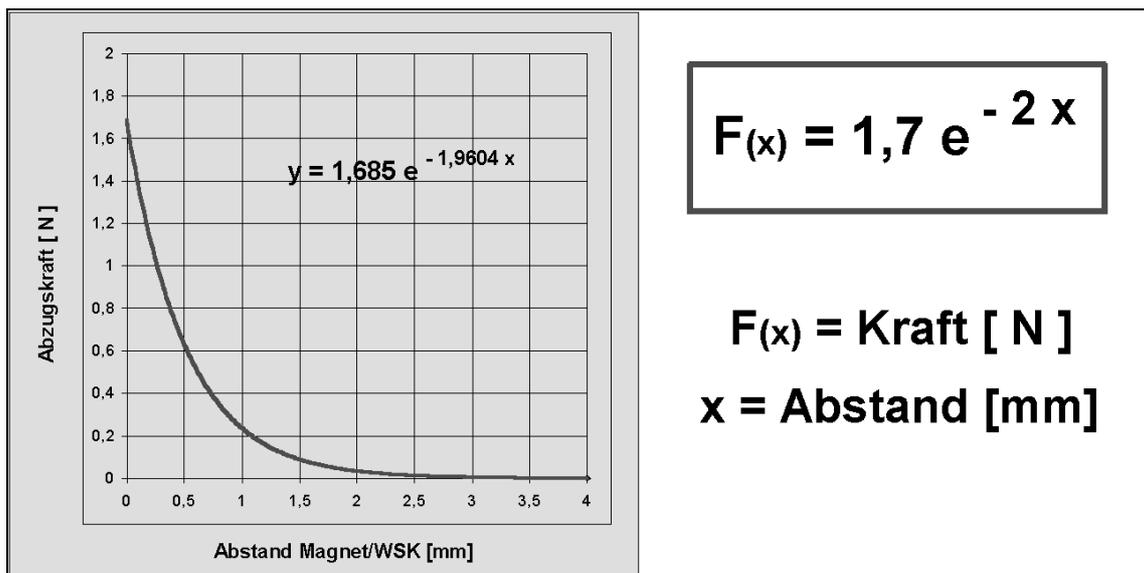


Abb.3: Kennlinie des Dyna-Magnetsystems „300 g“ [WISSER 1996]

Durch Abdeckung oder Umhüllung der Magnete, die zum Schutz vor Magnetkorrosion unerlässlich ist, wird ein künstlicher „Abstand“ induziert und die Magnetretention geschwächt [MOGHADAM 1979, MAROSO 1984, WISSER 1996].

2.2.2. Korrosion und Biokompatibilität

Dentallegierungen müssen in Hinblick auf schädigende Einflüsse auf den Organismus, auf das Gewebe und auf unerwünschte Materialveränderungen überprüft werden [REULING 1992].

Schon bei den ersten Versuchen, Magnete in der Zahnmedizin einzusetzen, wurde die Frage gestellt, ob schädigende Einflüsse auf den Organismus vorliegen. 1953 hat FREEDMAN unter den Magnetprothesen (permanente Magnete in die Prothese einpolymerisiert) Schleimhautrötung festgestellt. Die schädigende Wirkung der Magnetkraft, die Toxizität der Magnete und der Korrosionsbestandteile auf das Gewebe und den Gesamtorganismus wurden vielfach untersucht [TSUTSUI 1979, CERNY 1979, 1980, KAWATA 1980, ALTAY 1991].

2.2.2.1. Der Magnet

In in-vitro Studien wurde die Korrosionsbeständigkeit (Gewichtsabgabe, elektrochemisches Potential) der Magneten und der ferromagnetischen Legierungen unter dem Einfluß verschiedener Medien überprüft. Die Lösungen (künstlicher Speichel, NaCl, FeCl₃) hatten unterschiedliche pH-Werte und Temperaturen, die Probekörper wurden für einen bestimmten Zeitraum und unter unterschiedlichen Bedingungen (statisch, dynamisch, mit/ohne Belastung) den Einflüssen ausgesetzt.

Alle Ergebnisse zeigten eine deutlich Korrosionsanfälligkeit der Magnete. SmCo und NdFeB Magnete gehen schon im künstlichen Speichel bei pH-Wert von 6,7 in Lösung [TSUTSUI 1979, GILLINGS 1981, GENDUSA 1988, WIRZ 1990, 1993]. Die SmCo Magnete gehen leichter in Lösung als die NdFeB Magnete [KITSUGI 1992].

Durch die Korrosion nimmt die Magnetkraft deutlich ab [TSUTSUI 1979, DRAGO 1991, KITSUGI 1992].

Die SmCo und NdFeB Magnete zeigten eine geringere Toxizität als deren Korrosionsprodukte, hauptsächlich Cobalt wirkt stark zytotoxisch [TSUTSUI 1979].

Ein Schutz der Magnete vor mechanischen und chemischen Einflüssen kann nur durch eine dichte Umhüllung erfolgen. Die am Anfang verwendeten Epoxiharz kapseln ebenso wie die rostfreien Stahlhüllen waren nicht ausreichend korrosionsbeständig [GENDUSA 1988, WIRZ 1990, DRAGO 1991].

Um die Magnete bedenkenlos einsetzen zu können, benötigen sie eine gasdichte, bioinerte und biokompatible Umhüllung. Gute Ergebnisse wurden mit gasdichten Titanhüllen erreicht.

Die reinen Titanhüllen (laserverschweißt) zeigen eine gute Gewebeverträglichkeit und schützen die Magnete vor chemischen Einflüssen [WIRZ 1990, 1993, TILLER 1992, STEMMAN 1995].

Die Auswirkung des Magnetismus hat sich in in-vivo Studien als unbedenklich herausgestellt, wobei die geschlossenen Magnetsysteme weniger Einfluß gezeigt haben als die offenen Systeme. Die eingesetzten Magnetkörper haben begrenzte Fremdkörperreaktionen hervorgerufen, aber keine sonstigen pathologischen Gewebeveränderungen gezeigt [TSUTSUI 1979, CERNY 1980, ALTAY 1991].

2.2.2.2. Die Wurzelstiftkappen

Derzeit gibt es noch keine absolut korrosionsresistente, gießbare Magnetlegierung [WIRZ 1994]. 1981 wurden drei PdCo Legierungen entwickelt, deren physikalische Eigenschaften (Gießbarkeit, Härte, Verarbeitung, Magnetisierbarkeit) gute Voraussetzungen für die Anwendung als Wurzelstiftkappen zur Magnetretention boten [KINOUCI 1981].

Die Korrosionsanfälligkeit der unterschiedlichen ferromagnetischen Legierungen wurde in in-vitro Studien untersucht. Keine Legierung hat sich bisher als völlig korrosionsresistent erwiesen. Eine relativ gute Korrosionsresistenz wies eine PdCoPt Legierung E.F.M.Alloy® der Firma Dyna Engineering (Bergen op Zoom, NL) auf [KINOUCI 1981, VRIJHOEF 1987, ANGELINI 1991, WIRZ 1993, 1994].

KINOUCI [1981] beurteilte die Abgabe von Bestandteilen aus dieser Legierung als unbedenklich. In vivo Untersuchungen über die Mundbeständigkeit der ferromagnetischen Wurzelstiftkappen wurden bislang noch nicht veröffentlicht.

Die Zytotoxizität der ferromagnetischen Legierungen wurde nach der Auswirkung auf die Wachstumsrate und Überlebensrate der Zellen beurteilt [KAWATA 1980]. Die verschiedenen Korrosionsbestandteile der magnetisierbaren Legierungen haben unterschiedliche Toxizitäten. Das leicht in Lösung gehende Cobalt gehört zu den aggressiveren Elementen. Wenn bei den PdCo Legierungen der Palladiumanteil erhöht wird, sinkt die Korrosionsanfälligkeit, wodurch der Ferromagnet gewebeverträglicher wird [TINSCHERT 1995].

Eine klinische Nachuntersuchung der eingebauten Dyna Wurzelstiftkappen (aus E.F.M.Alloy®) zeigte nach einer Tragedauer von sechs Monaten bis zu zwei Jahren sehr gute Ergebnisse [COCA und WISSER 1993]. Eine vergleichbare zytologische Untersuchung des marginalen Parodontiums liegt jedoch nicht vor.

2.2.3. Magnetsysteme

In den verschiedenen Untersuchungen über die Korrosionsbeständigkeit, Biokompatibilität und klinische Anwendung der Magnetsysteme haben zwei Systeme gute Ergebnisse gezeigt: Steco Titanmagnetics® (Lokstedter Dental-Depot, Hamburg) und Dyna System® (Dyna Dental Engineering, NL- Bergen op Zoom) [WIRZ 1990, 1991, 1993, 1994, TILLER 1992, STEMMANN 1995, TINSCHERT 1995].

Bei beiden Systemen besteht der Minimagnet aus SmCo in einer gasdichten laserverschweißten Titanhülle (aus Reintitan Ti4). Der Hauptunterschied zwischen den beiden Systemen liegt darin, daß die Firma Steco vorwiegend mit dem System „Magnet gegen Magnet“ und die Firma Dyna mit dem System „Magnet gegen ferromagnetische Legierung“ arbeitet [STEMMANN 1995, 1996].

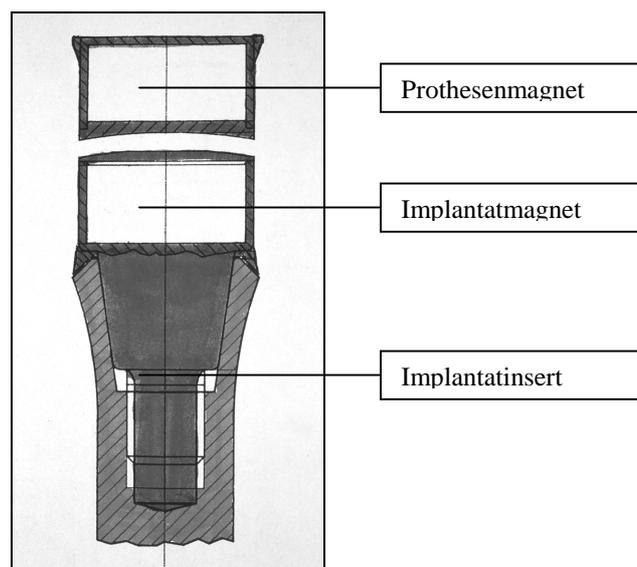


Abb.4: Steco Titanmagnetics auf Implantat

Somit sind die Magneteinsätze der beiden Systeme Steco und Dyna miteinander vergleichbar. Lediglich die Retentionsform auf den Zahnwurzeln ist unterschiedlich. Aufgrund der in-vitro nachgewiesenen Spaltkorrosion der ferromagnetischen Legierung wird von einigen Autoren das Steco System: Magnet gegen Magnet bevorzugt [STEMMANN 1995]. Klinische Untersuchungen konnten keine sichtbare Materialveränderung der PdCo Wurzelstiftkappen nachweisen [COCA und WISSER 1993].

Die **Vorteile** der Magnetretentionen im Vergleich zu anderen Attachments bestehen in den uneingeschränkten Freiheitsgraden der Prothesen. Bei Fehlbelastung der Prothesen wird die

Haftkraft aufgehoben, die Pfeiler sind damit keinen schädigenden Kräften ausgesetzt [GENDUSA 1988, HIGHTON 1988, GILLINGS 1990, WIRZ 1994, STEMMANN 1995]. Die Magnete behalten über 10 Jahre ihre Retentionskraft [BEHRMANN 1964, GILLINGS 1991, STEMMANN 1995]. Die Magnetprothesen sind in der Handhabung, in der Herstellung und in der Reparatur unproblematisch. Die Anfertigung einer Wurzelstiftkappe ist sogar möglich, wenn nur noch 5mm von der Zahnwurzel im Knochen verankert ist [SCHMIDT 1983].

Die **Nachteile** der Magnetprothesen liegen in der niedrigen Haftkraft und dem geringeren Tragekomfort für den Patienten [GILLINGS 1983, JACKSON 1986].

Eine Magnetverankerung ist kein Ersatz für die mechanischen Retentionselemente, sondern eine Ergänzung des Spektrums der Verankerungsmechanismen in besonderen Fällen [GILLINGS 1983, WIRZ 1991].

Die Magnetretention wird aufgrund der unproblematischen Herstellung und Reparatur und insbesondere der Pflegefreundlichkeit und leichten Handhabung als Einsatzmöglichkeit in der Gerontoprothetik geschätzt [SCHMIDT 1983, GILLINGS 1981, 1983, GENDUSA 1988, COCA und WISSER 1993].

Die beschriebenen Vor- und Nachteile der Magnetprothesen bestimmen auch bei den osteointegrierten Implantaten die Indikation der Magnetsuprakonstruktion. Die Totalprothesen können mit geringem Aufwand umgestaltet werden. Die subjektive Prothesenakzeptanz der verschiedenen Implantatsuprakonstruktionen (Steg-, Kugel-, Magnetattachment) ergab trotz geringerer Haftung der Magnetversorgung keine statistisch signifikanten Unterschiede [CARLYLE 1986, MERICSKE-STERN 1988, BURNS 1995, NAERT 1997].

2.3. Dyna® Magnetsystem

Das Dyna Magnetsystem wurde 1978 entwickelt. Die heute verwendete Struktur ist seit 1982 im klinischen Gebrauch. In der Zwischenzeit wurde das Angebot von Minimagneten um verschiedene Bauhöhen und verschiedene Retentionskräfte erweitert.

Unterschieden wird ein Magnetsystem für die Versorgung von Zahnwurzeln (**Dyna-Direct-System und Dyna-System**) und dem System für die Implantatversorgung (**Dyna-Implant-System**).

2.3.1. Aufbau des Dyna®-Systems

Das System besteht aus zwei Komponenten:

a) einer Wurzelstiftkappe aus ferromagnetischer Legierung (E.F.M.Alloy®) und einem Minimagneten (SmCo).

a) Die Wurzelstiftkappe

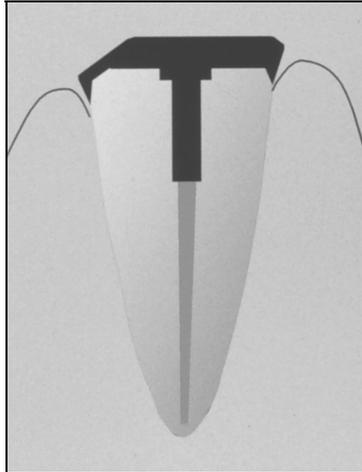


Abb.5: Darstellung der Wurzelstiftkappe [WISSER 1996]

Technische Daten von E.F.M.Alloy® [Herstellerangaben]:

- Zusammensetzung: Pd 60%, Co 38%, Pt 1%, In <1%, Ga <1%.
- Vickershärte: 295 kg/mm²
- Gußtemperatur: 1350 C
- Schmelzintervall: 1195- 1210 C
- Magnetische Permeabilität: 240 UM
- Flußdichte: 10,0 kg
- Retentionskraft: 5,7 Oested

Die Wurzelstiftkappen werden aus der Legierung (E.F.M.Alloy®) individuell gußtechnisch hergestellt. Laut Hersteller muß die Oberfläche der Wurzelstiftkappe eine waagerechte Fläche haben und einen Mindestdurchmesser von 2 mm aufweisen.

Untersuchungen zum Design der Wurzelstiftkappen (System Dyna) haben folgendes ergeben:

- okklusale Wurzelstiftkappenstärke von 1 mm und das Planschleifen der okklusalen

Auflagefläche ist unerlässlich; - Stiftlänge und Ausdehnung des Eingangsinlays haben keine klinisch relevante Auswirkung für die Retentionskraft [WISSER 1996, RUPPEL-SCHÖNEWOLF 1997].

a) Der Minimagnet



Abb.6: Dyna Minimagnet

Physikalische Eigenschaften [Herstellerangaben]

- Härte: 600 Hv
- Dichte: 8,3 Mg/m³
- Retentionskraft: 700 kA/m

Die SmCo Magnete sind sehr brüchig, nicht mundbeständig und nicht korrosionsresistent, deswegen ist eine gasdichte Umhüllung unerlässlich [TSUTSUI 1979, GILLINGS 1981, SZÖKE 1983, OKUNO 1991].

Die Hülle besteht aus Reintitan (Ti 4), 0,3 mm stark und wird gasdicht laserverschweißt.

Die Minimagnete werden in drei Größen angeboten:

- 4 mm Durchmesser, 2,5 mm Höhe mit einer Retentionskraft von 300 g
- 4 mm Durchmesser, 1,5 mm Höhe mit einer Retentionskraft von 300 g
- 4 mm Durchmesser, 2,5 mm Höhe mit einer Retentionskraft von 500 g.

Zum Einbau der Minimagnete in die Prothesenbasis wird eine Positionierungsmanschette verwendet, die eine genaue Plazierung des Magneten oberhalb der Wurzelstiftkappe ermöglicht und einen Abstand (Resilienzspielraum) von 0,3 mm zwischen dem Magneten und dem Ferromagneten schafft.

2.3.2. Untersuchungen zum Dyna® Magnetsystem

Die Haftkraft des Magnetsystems wurde in in-vitro Studien mehrfach untersucht. Die Ergebnisse haben die Abhängigkeit der Magnetkraft vom Abstand zwischen den Magneten/Wurzelstiftkappe und von dem adäquaten Wurzelstiftkappendesign bewiesen. Die vom Hersteller angegebenen Retentionskräfte wurden jedoch in keiner Untersuchung erreicht [AKALTAN 1995, JACKSON 1986, WISSER 1996, RUPPEL-SCHÖNEWOLF 1997].

Das Dyna-System ist ein offenes Magnetsystem. Die Haftkraft ist kleiner als bei den geschlossenen Systemen [GILLINGS 1981, SASAKI 1984, HIGHTON 1986, AKALTAN 1995]. Die Dyna Minimagnete haben im Vergleich zu Rotermann Anker und Ceka Anker eine deutlich geringere Retentionskraft [JACKSON 1986].

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß die gekapselten Dyna Minimagnete zu den mundbeständigsten gehören. Bei Korrosionsuntersuchungen in vitro hat die laserverschweisste Titanhülle die Korrosion des SmCo Magneten verhindern können [WIRZ 1990, 1993, TILLER 1992, STEMMANN 1995].

Die Gegenlegierung stellt sich problematischer dar. Alle Untersuchungen haben Korrosionsprodukte nachweisen können. Cobalt und auch Palladium sind in Lösung gegangen [WIRZ 1994]. Im Vergleich zu den anderen Ferromagneten hat die PdCoPt Legierung der Firma Dyna noch die geringsten Korrosionsraten gezeigt [VRIJHOEF 1987].

Eine in vivo Kontrolle der Gewebeschädlichkeit bei Wurzelstiftkappen der Korrosionsprodukte steht noch aus. COCA und WISSER [1993] folgern aus ihrer Nachuntersuchung einen klinischen Erfolg der Magnetversorgung mit Dyna Wurzelstiftkappen und Minimagneten.

3. ZIELSETZUNG

Die retrospektive Nachkontrolle der verwendeten Dyna Magnetattachments soll ein Bild liefern über die klinische Bewährung des Systems. Aus den Ergebnissen dieser Arbeit sollten neben Aussagen zur Prognose der Pfeilerzähne und der Magnetprothesen auch eventuell erforderliche Veränderungen des Systems betreffend der technischen Ausführung sowie des Indikationsspektrums ermittelt werden.

4. MATERIAL UND METHODE

4.1. Patientenauswahl

Im Rahmen dieser Studie wurden ausschließlich Patienten nachuntersucht, die im Zeitraum 1987 bis 1995 am Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität Marburg mit Magnetprothesen versorgt worden waren. Es handelte sich insgesamt um 83 Patienten.

Die Indikation zur Anfertigung einer Magnetprothese wurde gestellt bei:

- Parodontal stark vorgeschädigten Restzähnen (Knochenabbau, Zahnlockerung), die nicht mehr zur Versorgung mit Doppelkronen geeignet waren und bei denen eine Stegversorgung aufgrund ungünstiger Lokalisation der Pfeilerzähne nicht möglich war.
- Einzelstehenden, letzten Pfeilerzähnen mit ungünstiger Lokalisation und Prognose.
- Patienten mit beschränkten manuellen Fähigkeiten (Morbus Parkinson, Chorea Huntington oder Hemi- und Paraplegien)
- Gerontoprothetik.
- Reparaturmöglichkeit bei Kronenfrakturen unter Doppelkronen.

4.2. Versorgung der Patienten mit Magnetprothese

Die Versorgung bestand aus der Magneteinheit und der Deckprothese.

4.2.1. Magneteinheit

Alle nachuntersuchten Patienten waren mit dem Dyna-System versorgt worden, bestehend aus:

Der **Wurzelstiftkappe** (E.F.M.Alloy® der Firma Dyna, Bergen op Zoom, NL) mit der folgenden Zusammensetzung: Pd 60%, Co 38%, Pt 1%, In<1%, Ga<1%.

Den titangekapselten, gasdicht verschweißten **SmCo-Magneten** mit einem Durchmesser von 4mm, eine Höhe von 2,5mm und einer angegebenen Retentionskraft von 300g (Titanium Normal Strength).

Das Dyna-System wurde wegen der guten in vitro Untersuchungsergebnisse und der einfachen Verarbeitung der Wurzelstiftkappenlegierung ausgewählt.

4.2.2. Deckprothese/Hybridprothese

Die magnetgehaltenen Prothesen sind größtenteils schleimhautgetragene Prothesen (Deckprothesen), die nach den Regeln der Totalprothetik hergestellt wurden.

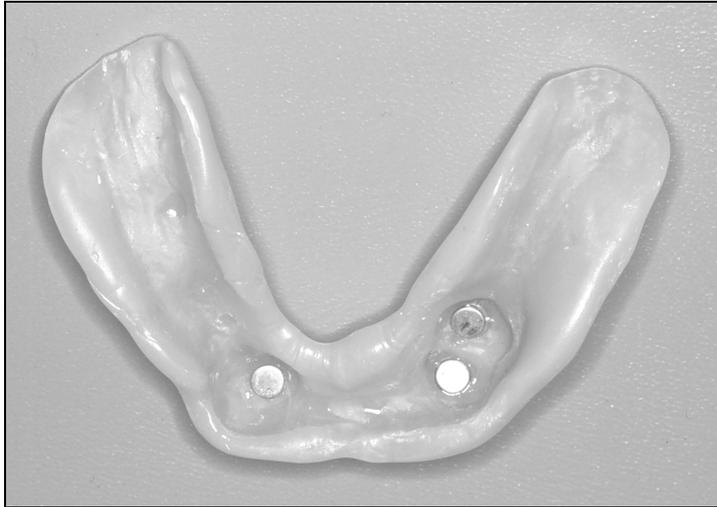


Abb.7: Unterkiefermagnetprothese



Abb.8: Dyna® Wurzelstiftkappen

In seltenen Fällen wurden die Dyna-Magneteinheiten als zusätzliche Retentionen bei klammergetragenen Teilprothesen verwendet.

Nachuntersucht wurden ebenfalls Patienten, bei denen infolge einer Kronenfraktur unter Doppelkronenversorgung Wurzelstiftkappen und Magnete als Ersatz eingesetzt wurden.

4.2.3. Klinisches und labortechnisches Vorgehen

Die nachuntersuchten Patienten waren wie folgt versorgt:

- Eine lege artis ausgeführte Wurzelfüllung galt als Voraussetzung zur Wurzelstiftkappenversorgung.

- Präparation der **Wurzelstiftkappe**.

Die Wurzelstiftkappe wurde mit einer cirkulären Hohlkehle ca. 1mm subgingival präpariert. Die Zahnwurzel wurde bis knapp unter Gingivaniveau gekürzt. Zur Rotationssicherung wurde ein minimales Eingangsinlay präpariert. Eine Wurzelstiftlänge von ca. 5mm galt aus ausreichend.

- Abformung der Zahnwurzel.

Doppelmischabformung oder die Kupferring-Kerr-Cardex Abformung für Einzelstifte wurde angewendet.

- Herstellung der Wurzelstiftkappen.

Die Modellation erfolgte mit einem vorgefertigten ausbrennbaren Stift, die approximalen Seiten der Wurzelstiftkappen wurden leicht divergierend modelliert. Die Wurzelstiftkappen wurden in einem Stück gegossen und auf das Modell angepaßt. Verwendet wurde in allen Fällen die E.F.M.Alloy®-Legierung der Firma Dyna.

- Einzementierung der Wurzelstiftkappe.

Die Wurzelstiftkappen wurden mit Phosphatzement eingesetzt.

- Anfertigung der Prothesen.

Die Deckprothesen wurden in folgenden Schritten angefertigt: anatomische Abformung, Funktionsabformung, Kieferrelationsbestimmung, Zahnaufstellung, Fertigstellung, Remontage und Eingliederung der Deckprothesen.

- Einbau der Magnete erfolgte nach der Adaptationszeit (an die Prothese).

In der Regel wurden nach 2 Wochen Tragezeit auf der Basis einer Teil- oder Totalunterfütterungsabformung die Minimagnete im indirekten Verfahren im zahntechnischen Labor eingebaut.

4.3. Patientendaten

Aus den Patientenkarten wurden folgende Daten entnommen:

- Alter,
- Geschlecht,
- Allgemeinerkrankungen,
- Eingliederungsdatum der Magnetversorgung,
- Lokalisation der Magnetpfeiler,
- Art der Suprakonstruktion,
- Behandlungen und Reparaturen in der Tragezeit,
- Röntgenbefunde der Pfeilerzähne.

4.4. Nachuntersuchungsaufbau

Die Patienten wurden wiederholt postalisch zur Kontrolle eingeladen. Letztlich stellten sich 66 Patienten für die klinische Nachuntersuchung zur Verfügung.

Die zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten wurden betreffend ihrer Magnetversorgung befragt. Zielrichtung der Fragen waren: der Tragekomfort, der Prothesenhalt, die Trage- und Pflegegewohnheiten sowie Probleme beim Essen und Sprechen.

Die klinische Untersuchung erfolgte anhand eines Befundbogens. Die Magnetpfeiler wurden nach Lockerung, Kariesbefall, Gingivitis, Sondierungstiefen und Knochenverlust untersucht. Die Wurzelstiftkappen und Minimagete wurden auf Materialveränderungen überprüft. Die Mundhygiene und die Reparaturbedürftigkeit wurden beurteilt.

4.5. Pfeilerbefundung

Bei den mit Wurzelstiftkappen versorgten Zähne wurden folgende Befunde erhoben:

- **Lockerungsgrad:** Nach den Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Parodontologie.
 - Grad 0: physiologische, nicht erhöhte Zahnbeweglichkeit,
 - Grad I: spürbar erhöhte Zahnbeweglichkeit,
 - Grad II: sichtbar erhöhte Zahnbeweglichkeit über 1mm horizontal,
 - Grad III: erhöhte Zahnbeweglichkeit, beweglich auf Lippen- und Zungendruck und/oder in axialer Richtung,
- **Kariesbefall:**
 - Grad 0: ohne Karies,
 - Grad 1: Wurzelkaries.
- **freiliegende, sichtbare Zahnwurzeln** unter den Wurzelstiftkappen: Bei Neuanfertigung lagen alle Ränder der Wurzelstiftkappen subgingival. Die freiliegenden Zahnwurzeln bedeuten somit Gingivarezession,
- **Gingivaentzündung:** Nach dem Gingival Index (GI) nach Loe & Silness [LÖE 1967]
 - Grad 0: entzündungsfreie Gingiva,
 - Grad 1: geringe Entzündung,
 - Grad 2: mäßige Entzündung mit Blutung nach Sondieren,
 - Grad 3: schwere Entzündung mit Ulzeration und Tendenz zu spontanen Blutungen.
- **Sondierungstiefen:**
 - Grad 0: Sondierungstiefe 0-3mm,
 - Grad 1: Sondierungstiefe zwischen 3 und 5mm,
 - Grad 2: Taschen über 5mm.
- **Knochenabbau:** Bei Verdacht auf Parodontalerkrankungen oder apikale Prozesse wurden Röntgenaufnahmen (Zahnfilme) angefertigt. Als Ausgangsbefund dienten die nach der Wurzelfüllung angefertigten Röntgenbilder. Der Knochenabbau wurde dahingehend bewertet, welcher Anteil der Restwurzel noch im Knochen verankert ist:

- Grad 0: kein Knochenabbau,
 - Grad 1: $\frac{3}{4}$ der Wurzellänge noch im Knochen verankert,
 - Grad 2: Knochenabbau bis $\frac{1}{2}$ der Wurzel,
 - Grad 3: Knochenverlust über $\frac{1}{2}$ der Wurzellänge.
- **Mundhygiene:** modifiziert nach den Plaque Index (PI) von Loe & Silness [LÖE 1967].
- Die Mundhygiene wurde als **ausreichend** eingestuft wenn, der **Plaque Index 0** (keine Plaque) oder **Plaque Index Grad 1** (dünner Plaquefilm, mit der Sonde erkennbar) war.
 - Eine **verbesserungsbedürftige** Mundhygiene bestand bei Patienten mit einem **Plaque Index 2** (mäßige Plaqueansammlung, mit bloßem Auge sichtbar) oder Plaque **Index Grad 3** (großflächige Plaqueansammlung).

4.5.1. Wurzelstiftkappenbefundung

- Die **Wurzelstiftkappen** wurden auf Verfärbungen, mechanische Oberflächenveränderungen (Scheuerstellen) und Erneuerungsbedürftigkeit kontrolliert.
- Verfärbung: eine schwer entfernbare Auflagerung aufgrund einer wahrscheinlichen Korrosion oder von Korrosionsbestandteilen auf der Wurzelstiftkappenoberfläche. Nicht dazu zählen Zahnstein, Plaque oder Verfärbungen aufgrund von Speiseresten.
- mechanische Oberflächenveränderung (Scheuerstellen): deutliche hochglanz polierte Spuren auf den Wurzelstiftkappenoberflächen. Der fehlende Abstand zwischen der Wurzelstiftkappe und den Minimagneten wurde mit Hilfe eines dünnfließenden Silikons (Fit Checker ® GC Corporation, Tokyo, Japan) überprüft.
- Erneuerungsbedürftigkeit bestand aufgrund von:
 - Wurzelkaries;
 - Verlust der Wurzelstiftkappe;
 - Gingivale Rezession > 3mm.

4.5.2. Minimagnetbefundung

Die **Minimagnete** wurden auf Verfärbungen (Korrosion), Hüllenbeschädigung und Erneuerungsbedürftigkeit hin untersucht.

- Verfärbung: eine schwer entfernbare Auflagerung aufgrund einer wahrscheinlichen Korrosion oder von Korrosionsbestandteilen auf der Minimagnetoberfläche. Nicht dazu zählen Zahnstein, Plaque oder Verfärbungen aufgrund von Speiseresten.
- Hüllenbeschädigung: aufgrund Überbelastung des Minimagneten, aufgrund technischer Fehler beim Einbau.
- Erneuerungsbedürftigkeit: bestand bei Hüllenbeschädigung, Verlust der Magnetkraft, Verlust des Minimagneten, Prothesenreparatur.

4.5.3. Prothesenbefundung

Die **Prothesen** wurden auf Veränderungen des Prothesenmaterials, insbesondere Risse und Verfärbungen im Kunststoff, zusätzlich angebrachte Verstärkungsbügel und Unterfütterungsnotwendigkeit überprüft. Die Unterfütterungsnotwendigkeit wurde indiziert aufgrund mangelnden Prothesenhaltes, Speiseresteinlagerungen unter den Prothesen und persistierenden Druckstellen. Eine mangelnde Kongruenz des Prothesenlagers zur Prothesenbasis wurde mit einem dünnfließenden Silikon (Fit Checker® GC Corporation, Tokyo, Japan) festgestellt.

Die bei der Nachuntersuchung festgestellten erforderlichen Behandlungen (Erneuerung der Wurzelstiftkappen, Extraktion der Zahnwurzeln, Einbau von Minimagneten, Prothesenunterfütterung, -verstärkung und -reparatur) wurden unverzüglich eingeleitet.

4.6. Statistische Datenauswertung

Die Patientendaten aus den Patientenkarten, die Untersuchungsergebnisse und die Ergebnisse der Patientenbefragung wurden mit Hilfe des Statistikprogramm Statical Package Social Science (SPSS) ausgewertet [ZÖFEL 1992].

Mittelwerte und Häufigkeiten (deskriptive Statistik) wurden in Tabellen sowie in Grafiken dargestellt.

4.6.1. Kreuztabellen

Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Parametern wurden mit Hilfe von Kreuztabellen aufgezeigt. Kreuztabellen ermöglichen es, die kombinierte Häufigkeitsverteilung zweier Variablen darzustellen. Weiterhin bieten Kreuztabellen die Möglichkeit, statistische Tests durchzuführen um festzustellen, ob mögliche Zusammenhänge zwischen den beiden Variablen bestehen. Einer der Signifikanztests ist der Chi-Quadrat-Test. Der Chi-Quadrat-Test basiert auf einem Vergleich der erwarteten und den beobachteten Häufigkeiten. Statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen den Parametern bestand, wenn der nach Chi-Quadrat-Test ausgerechnete Pearson Koeffizient $p < 0,05$ war. Die Signifikanztestung kann nur zuverlässig durchgeführt werden, wenn in nicht mehr als ca. 20% die erwarteten Häufigkeiten in den einzelnen Tabellenfeldern geringer waren als 5. Die in dieser Untersuchung dargestellten Kreuztabellen haben diese Anforderung nicht immer erfüllen können [BROSIUS 1995].

Es wurden Zusammenhänge untersucht zwischen:

- Patientenerscheinen **und** Patientenalter, Patientengeschlecht;
- Tragedauer der Magnetversorgung **und** Zustand der Wurzelstiftkappen, Zustand der Minimagneten, Pfeilerbefunde;
- Mundhygiene **und** Patientenalter, Patientenbefunde (Lockerungsgrad, Entzündung, Sondierungstiefe, Gingivarezession, Knochenabbau und Karies), Zustand der Wurzelstiftkappen, Zustand der Minimagneten;
- Zustand der Wurzelstiftkappen **und** Pfeilerbefunde (Entzündung, Sondierungstiefen, Gingivarezession, Knochenabbau);
- Zustand der Minimagnete **und** Pfeilerbefunde (Zahnfleischentzündung, Sondierungstiefen, Knochenabbau);
- Zustand der Wurzelstiftkappen **und** Zustand der Minimagnete.

4.6.2. Überlebenswahrscheinlichkeiten

Die **Zahnwurzeln** wurden extrahiert bei:

- a) Wurzelkaries bis unter Limbus alveolaris;

- b) persistierender Parodontitis marginalis profunda mit Knochenabbau über $\frac{1}{2}$ der Wurzellänge und mit akuten Entzündungsphasen;
- c) Wurzelfraktur;
- d) Parodontitis apicalis chronica.

Die **Wurzelstiftkappen** wurden erneuert bei:

- a) Verlust der Wurzelstiftkappe;
- b) Wurzelkaries;
- c) Korrosion;
- d) Gingivale Rezession (mit Verschlechterung der Hebelverhältnissen).

Die **Minimagnete** wurden ausgetauscht bei:

- a) Hüllenbeschädigung;
- b) Magnetverlust;
- c) Prothesenreparatur.

Die Überlebenswahrscheinlichkeiten von Wurzelstiftkappenfeilern, Wurzelstiftkappen und Minimagneten wurden nach Kaplan-Meier berechnet. Die Überlebenswahrscheinlichkeit wurde grafisch dargestellt, außerdem wurde die durchschnittliche Überlebenszeit errechnet [KAPLAN 1958].

5. ERGEBNISSE

5.1. Patientendaten

5.1.1. Patientenstamm

Seit 1987 werden in der Prothetischen Abteilung des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität Marburg Magnetattachments der Firma Dyna zur Prothesenretention eingesetzt. Bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt wurden insgesamt 83 Patienten versorgt.

Zwischenzeitlich sind von dieser Patientengruppe 4 Personen verstorben und bei 5 Patienten konnte aus der Karteikarte entnommen werden, daß die letzten Wurzelstiftkappenfeiler extrahiert waren.

Die restlichen 74 Personen wurden zu einer Nachuntersuchung eingeladen. 66 (79,5 %) Patienten sind zu dem Kontrolltermin erschienen (Abb.9), weitere 4 Patienten haben krankheitsbedingt abgesagt (schwere Allgemeinerkrankung, Tumorleiden, Querschnittslähmung). Bei den 4 Personen, die ohne Absage nicht gekommen sind, konnte kein Grund für deren Nichterscheinen eruiert werden.

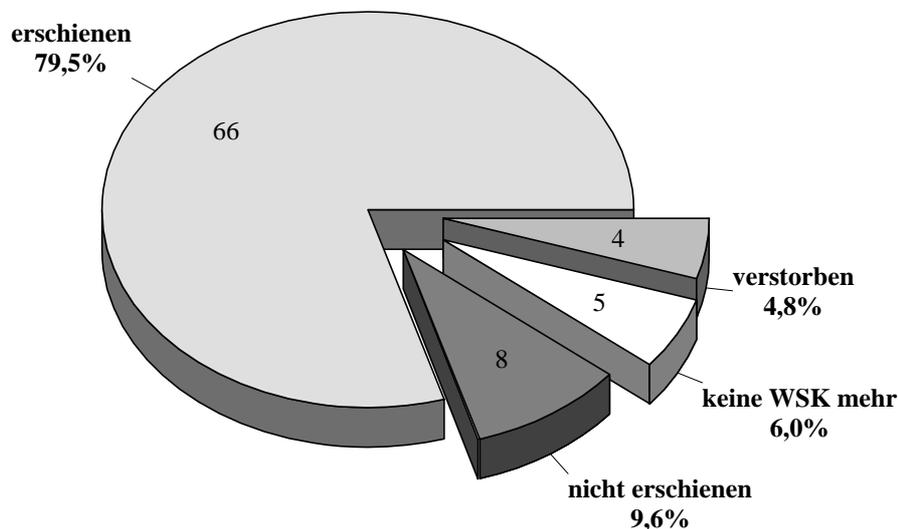
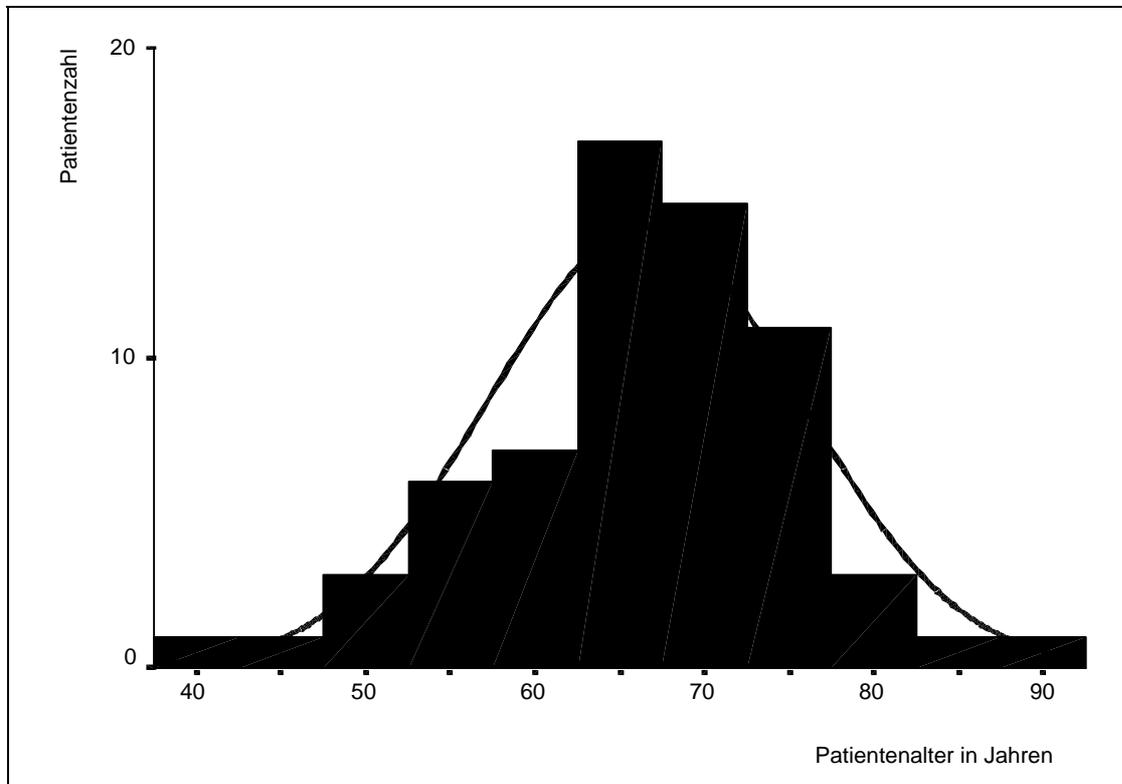


Abb.9: Erscheinen/Nichterscheinen der Patienten zur Nachuntersuchung (WSK=Wurzelstiftkappen)

5.1.2. Altersstruktur

Der **Altersdurchschnitt** der untersuchten Patienten lag bei 66,5 Jahren, der jüngste Patient war 42 Jahre und der älteste 90 Jahre alt (Abb.10).



Alterskategorien	n	%
41 bis 50 Jahren	4	6,1
51 bis 60 Jahren	11	16,7
61 bis 70 Jahren	27	40,9
71 bis 80 Jahren	19	28,8
über 80 Jahren	5	7,6
gesamt	66	100,0

Abb.10 : Altersstruktur der untersuchten Patienten

5.1.3. Geschlechtsverteilung

Von den untersuchten Personen waren 38 (57,6%) weiblich und 28 (42,2%) männlich. Der Altersdurchschnitt der Männer lag mit 67,5 Jahren höher als der der Frauen mit 65,7 Jahren (Abb.11).

Patienten	n	%
männlich	28	42,4
weiblich	38	57,6
gesamt	66	100,0

Abb.11: Geschlechtsverteilung der untersuchten Patienten

5.1.4. Wurzelstiftkappen

5.1.4.1. Zahl der eingesetzten Wurzelstiftkappen

In der Abteilung für Zahnersatzkunde des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität Marburg wurden insgesamt 121 Zahnwurzeln bei 83 Patienten mit Wurzelstiftkappen aus E.F.M.Alloy® (Bergen op Zoom, NL) versorgt.

Bei den 66 nachuntersuchten Patienten waren insgesamt 99 mit Wurzelstiftkappen versorgte Zahnwurzeln vorhanden. 54,4% (n=36) der Patienten waren mit nur einer Wurzelstiftkappe versorgt. Zwei Wurzelstiftkappen waren bei 40,9% (n=27) der Patienten eingesetzt worden, bei 3% (n=2) der Probanden waren drei Zahnwurzeln mit Wurzelstiftkappen versorgt und lediglich bei einer einzigen Patientin waren 5 Wurzelstiftkappen eingesetzt worden (Abb.12).

Wurzelstiftkappen/Patient	n	%
1 WSK	36	54,5
2 WSK	27	40,9
3 und mehr WSK	3	4,5
gesamt	66	100,0

Abb.12: Verteilung der Wurzelstiftkappen bei den untersuchten Patienten (WSK=Wurzelstiftkappe)

5.1.4.2. Verteilung der Wurzelstiftkappen auf den Ober- und den Unterkiefer

5.1.4.2.1. Unterkiefer (UK)

Die meisten Wurzelstiftkappen befanden sich im Unterkiefer, 83 (83,8%) von den 99 untersuchten Wurzelstiftkappen. Bei 30 Patienten war nur eine einzige Wurzel zur Magnetretention verwendet worden, bei 25 Patienten waren es zwei und nur in einem Fall waren drei Wurzeln mit Wurzelstiftkappen versorgt worden.

5.1.4.2.2. Oberkiefer (OK)

Im Oberkiefer waren 16 Wurzelstiftkappen (16,2%) vorhanden, bei 9 Patienten wurde je eine Wurzelstiftkappe für Magnetretention eingesetzt, bei 2 Personen waren es zwei und bei einem einzigen Patienten wurden drei Zähne/Wurzeln mit Wurzelstiftkappen versorgt.

In den meisten Fällen (97,0%) war nur in einem Kiefer eine Magnetprothese eingegliedert worden. Bei 54 Patienten (81,8%) befanden sich die Magnetretentionen nur im Unterkiefer, bei 10 Patienten (15,2%) nur im Oberkiefer und nur bei zwei Personen (3,0%) wurden Magnetattachments in beiden Kiefern verwendet (Abb.13).

Prothese	n	%
OK	10	15,2
UK	54	81,8
beide	2	3,0
gesamt	66	100,0

Abb.13: Ober-, Unterkieferversorgung mit Magnetprothesen (OK=Oberkiefer, UK=Unterkiefer)

Die prothetische Versorgung (Suprakonstruktion) über die Wurzelstiftkappen waren zu 93,8% Deckprothesen und zur 6,2% Modellgußprothesen.

5.1.4.3. Lokalisation der Wurzelstiftkappen

5.1.4.3.1. Lokalisation der Wurzelstiftkappen bei den versorgten Patienten

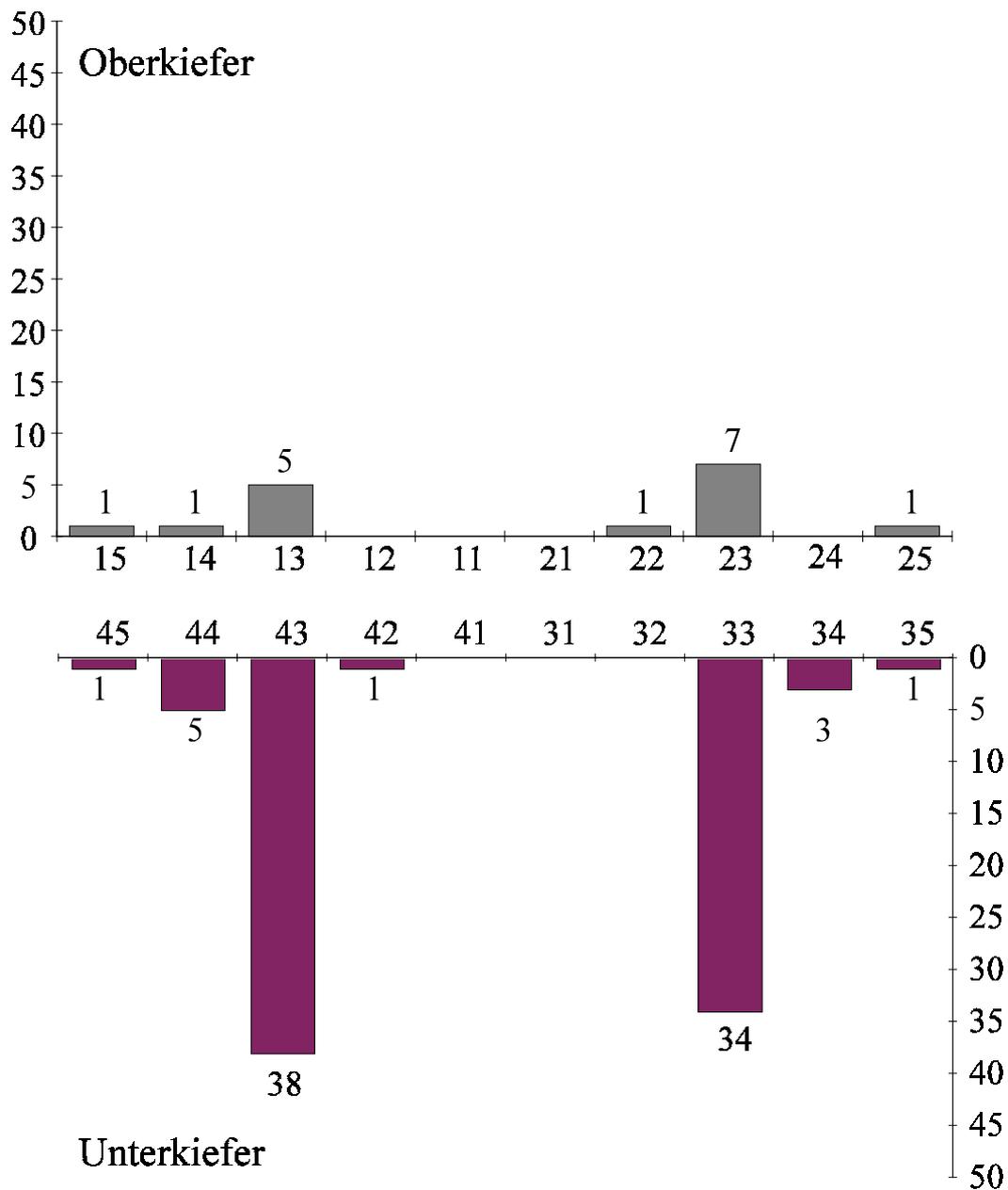
Eine Versorgung mit Wurzelstiftkappen war insbesondere an unteren Eckzähnen durchgeführt worden, gefolgt von oberen Eckzähnen und unteren Prämolaren.

Abb.6 zeigt die Verteilung der Wurzelstiftkappen bei den 83 mit Magnetprothesen versorgten Patienten.

Proz.%	0,8	0,8	4,1				0,8	5,8		0,8	13,2%
Anzahl	1	1	5				1	7		1	n=16
OK	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	
UK	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	
Anzahl	1	5	49	1				43	5	1	n=105
Proz.%	0,8	4,1	40,5	0,8				35,5	4,1	0,8	86,8%

Abb.14: Verteilung der Wurzelstiftkappen (OK=Oberkiefer, UK=Unterkiefer, n=Summe der Wurzelstiftkappen)

5.1.4.3.2. Lokalisation der Wurzelstiftkappen bei den untersuchten Patienten

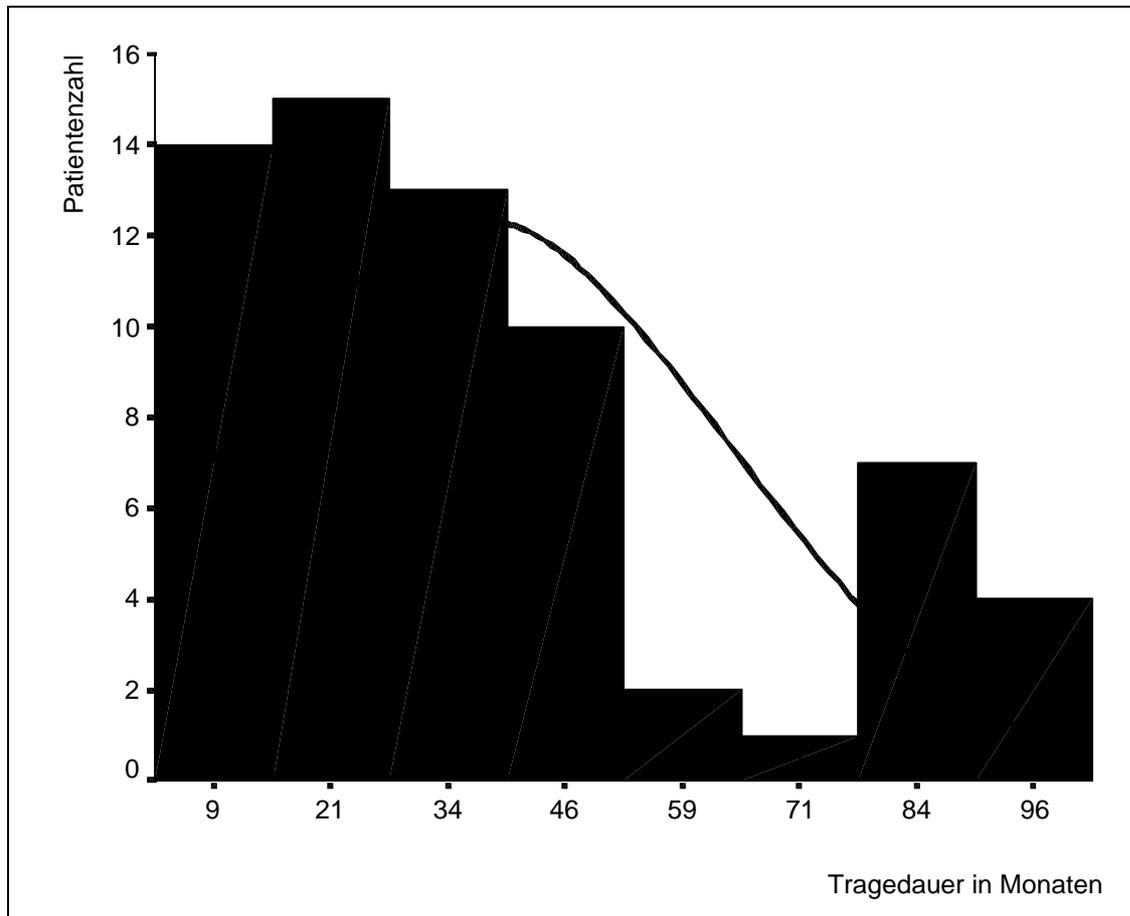


Proz.%	1,0	1,0	5,1				1,0	7,1	1,0	16,2	
Anzahl	1	1	5				1	7	1	n=16	
OK	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	
UK	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	
Anzahl	1	5	38	1				34	3	1	n=83
Proz.%	1,0	5,1	38,4	1,0				34,3	3,0	1,0	83,8

Abb.15: Lokalisation der nachuntersuchten Wurzelstiftkappenfeiler (OK=Oberkiefer, UK=Unterkiefer, n=Summe der Wurzelstiftkappen)

5.1.5. Tragedauer der Magnetversorgung

Die Tragezeit der untersuchten Magnetversorgungen lag zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zwischen 5 Monaten und mehr als 6 Jahren. Die durchschnittliche Tragedauer belief sich auf 36,8 Monate. 57,6% der Prothesen waren über 2 Jahre getragen worden (Abb.16).



Tragedauer	n	%
bis 1 Jahr	13	19,7
bis 2 Jahre	15	22,7
bis 3 Jahre	12	18,2
bis 4 Jahre	12	18,2
bis 5 Jahre	2	3,0
bis 6 Jahre	0	0,0
über 6 Jahre	12	18,2
gesamt	66	100,0

Abb.16: Tragezeit der untersuchten Magnetprothesen

5.1.6. Prothetischer Versorgungsgrad des Gegenkiefers

Im Gegenkiefer befanden sich 45 (68,2%) Totalprothesen, 12 (18,2%) Teilprothesen (Modellgußprothesen), 8 (12,1%) Cover-Dentures und bei einem einzigen Patient war noch eine prothetisch unversorgte, natürliche Bezaahnung vorhanden.

Bei n=51 Patienten (77,2%) war eine Verbesserung der Gegenkieferversorgung zum Untersuchungszeitpunkt nicht erforderlich. n=13 Patienten (19,7%) benötigten Reparaturen, und bei weiteren n=2 Patienten (3,0%) wurde eine Neuanfertigung der Gegenkieferversorgung eingeleitet.

5.1.7. Versorgungszustand der Magnetprothesen

Innerhalb der Tragezeit bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurden bei 50% (n=33) der mit Magnetprothesen versorgten Patienten Reparaturen an den Prothesen durchgeführt. Bei 21,2% (n=8) der Patienten hat eine einmalige Verbesserung der Magnetprothesen ausgereicht, lediglich bei vier Ausnahmefällen mußten 4-6 Reparaturen durchgeführt werden (Abb.17).

Zahl der Rep./ Patient	n	%
keine Reparatur	33	50,0
1 Rep.	14	21,2
2 Rep.	8	12,1
3 Rep.	7	10,6
4 und mehr Rep.	4	6,1
gesamt	66	100,0

Abb.17: Zahl der notwendigen Reparaturen pro Patient (Rep=Reparatur)

Die erforderlichen Verbesserungen der Prothesen bestanden in indirekten Unterfütterungen (32,4%) und Bruchreparaturen (30,9%). Außerdem mußten Risse (16,2%) in der Magnetversorgung korrigiert oder Prothesenersatzzähne ausgetauscht werden (7,4%). In einzelnen Fällen (7,4%) wurde die Prothesenbasis nachträglich verstärkt.

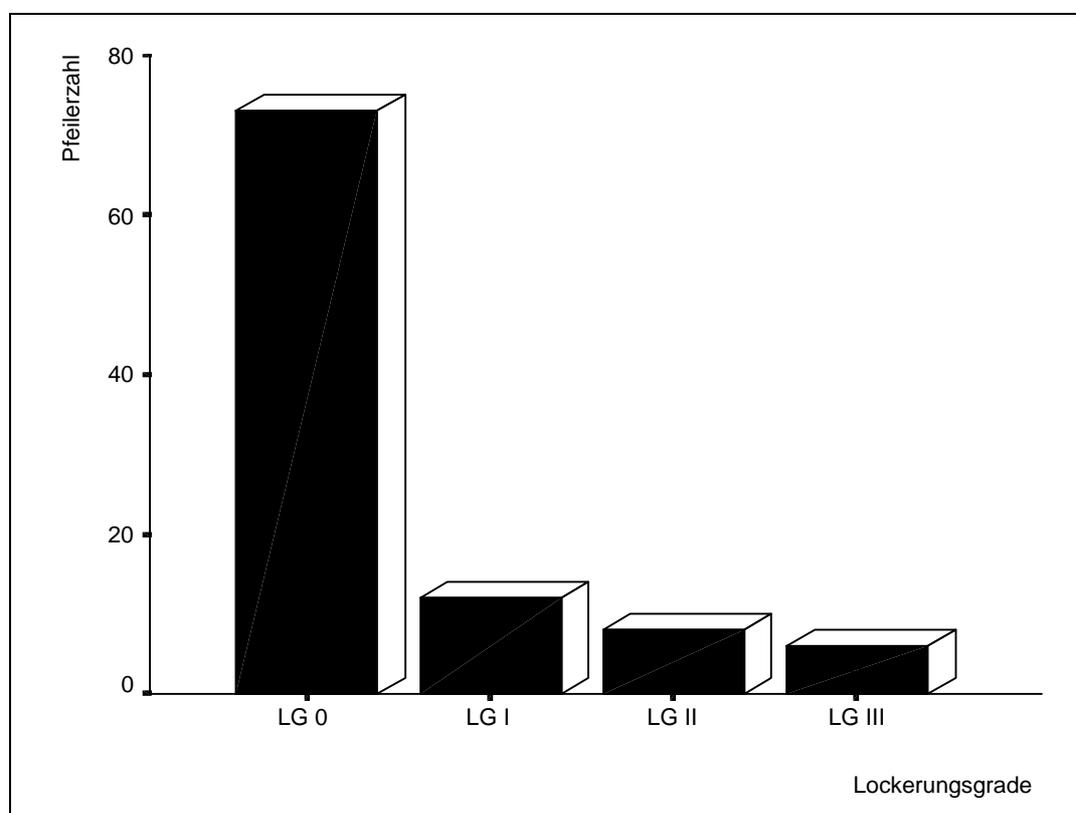
5.2. Untersuchungsergebnisse

5.2.1. Pfeiler

Untersucht wurden 99 mit Wurzelstiftkappen (Dyna®-System) versorgte Zahnwurzeln und die dazu gehörigen Minimagnete (SmCo in Titanhülle).

5.2.1.1. Lockerungsgrad

73,7% der zur Magnetretention verwendeten Zähne (n=73 Pfeiler) wiesen keine erhöhte Zahnbeweglichkeit auf. In 12,1% (n=12 Pfeiler) konnte eine Lockerung Grad I festgestellt werden, bei 8,1% (n=8 Pfeiler) war ein Lockerungsgrad II vorhanden und bei 6,1% (n=6 Magnetpfeiler) war die Zahnlockerung noch weiter fortgeschritten (Abb.18).



Lockerung	Grad	n	%
keine Lockerung	0	73	73,7
spürbar	I	12	12,1
horizontal	II	8	8,1
und vertikal	III	6	6,1
gesamt		99	100,0

Abb.18: Lockerungsgrade der Zahnwurzeln (LG=Lockerungsgrad)

5.2.1.2. Kariesbefall

Von den 99 Wurzeln wiesen 9 (9,1%) behandlungsbedürftige Wurzelkaries auf.

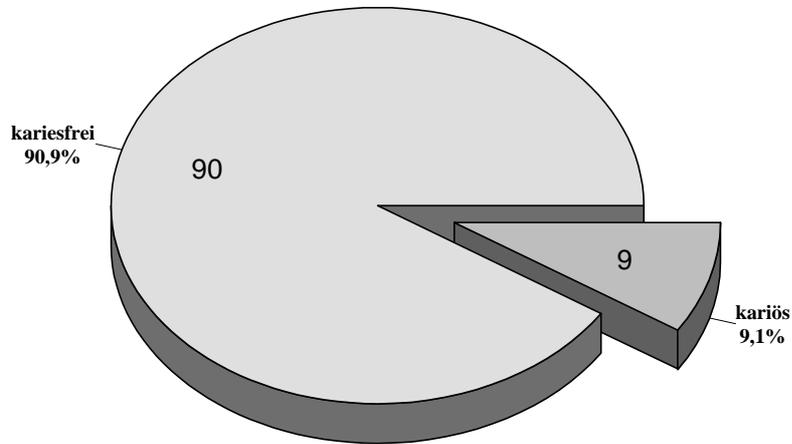


Abb.19: Auftreten von Wurzelkaries

5.2.1.3. Freiliegende Zahnwurzeln

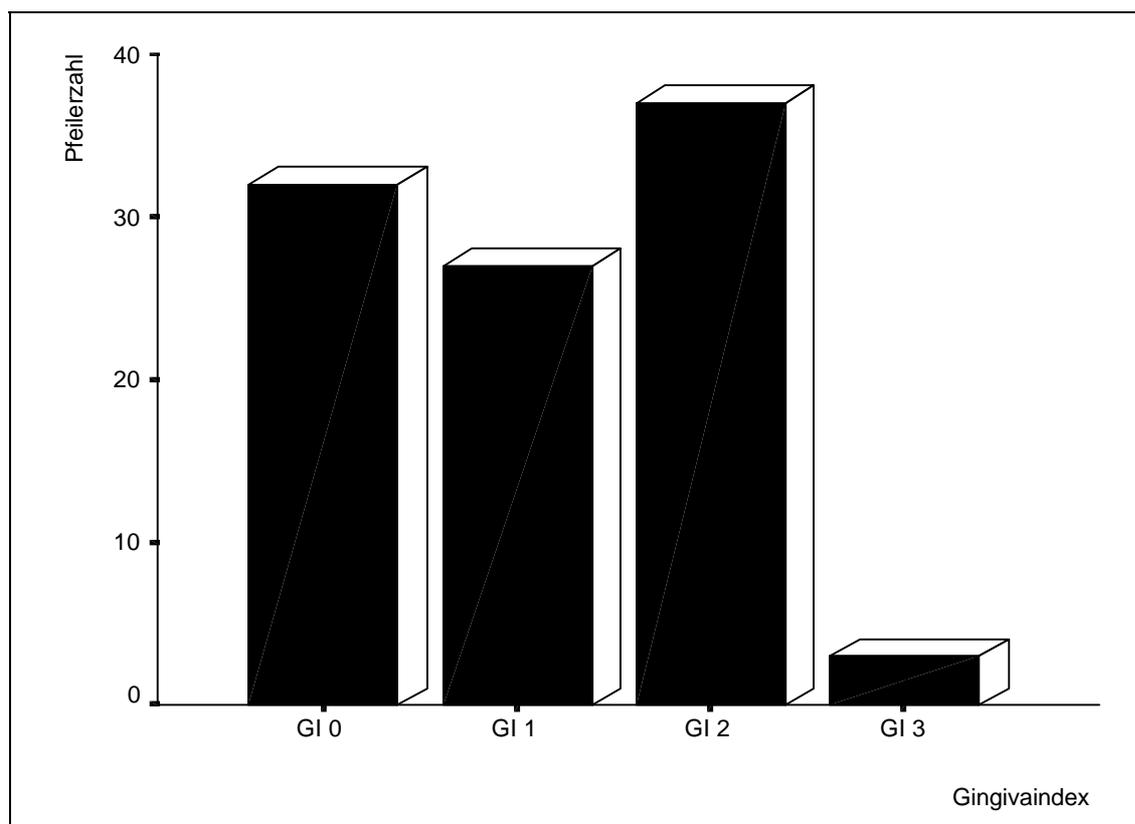
Bei 43,4% (n=43) der nachuntersuchten Wurzelstiftkappenpfeiler wurde eine Gingivarezession festgestellt. Die Kappenränder waren bei diesen Zahnwurzeln deutlich sichtbar (Abb.20).

freiliegende Zahnwurzel	n	%
ja	43	43,4
nein	56	56,6
gesamt	99	100,0

Abb.20: Gingivarezession

5.2.1.4. Gingivale Veränderungen

Die Gingiva der untersuchten Zahnwurzeln konnte in 32,3% (n=32) der Fälle als klinisch entzündungsfrei gewertet werden (Gingiva Index Grad 0). Bei 3% (n=3) der Pfeiler war die Gingivitis so weit fortgeschritten, daß eine Tendenz zur Spontanblutung bestand (Gingiva Index Grad 3). Die restlichen Zahnwurzeln hatten eine leichte bis mäßige Gingivitis (Gingiva Index Grad 1-2) (Abb.21).

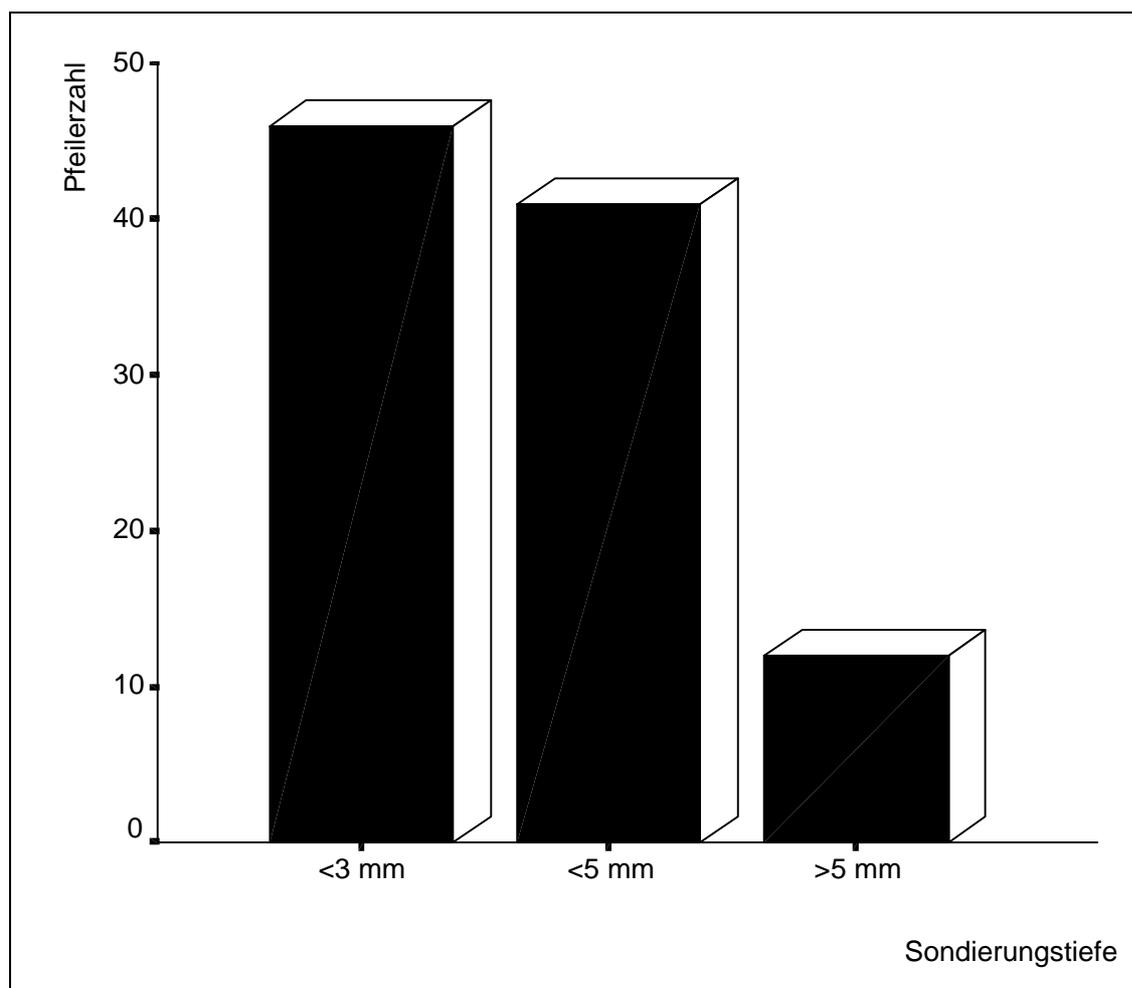


Entzündung	GI	n	%
Entzündungsfrei	0	32	32,3
leichte Entzündung	I	27	27,3
mäßige Entzündung	II	37	37,4
starke Entzündung	III	3	3,0
	Gesamt	99	100,0

Abb.21: Entzündungszustand der Wurzelstiftkappenzähne (GI=Gingivaindex)

5.2.1.5. Sondierungstiefen

Zu 46,5% (n=46) waren die Sondierungstiefen der untersuchten Pfeilerzähne unter 3mm. Bei 53,5% (n=53) bestand eine Behandlungsnotwendigkeit, wobei bei 41,4% (n=41) die Sondierungstiefen zwischen 3-5mm lagen und 12,1% (n=12) der Zähne Sondierungstiefen über 5mm aufwiesen (Abb.22).

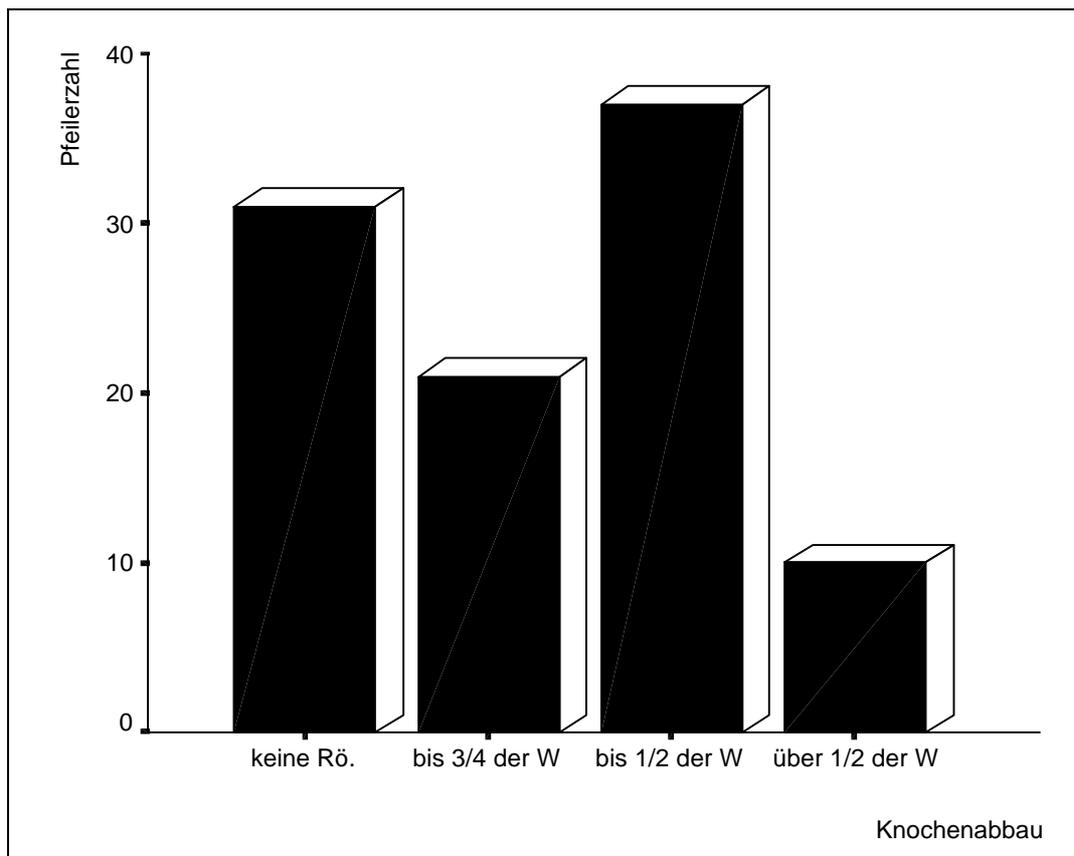


Sondierungstiefe	n	%
<3 mm	46	46,5%
<5 mm	41	41,4%
>5 mm	12	12,1%
gesamt	99	100,0%

Abb.22: Sondierungstiefen der Wurzelstiftkappenzähne

5.2.1.6. Knochenabbau

Bei 31,3% (n=31) der untersuchten Zähne wurde auf eine Röntgenaufnahme verzichtet (nur bei Verdacht auf Parodontalerkrankung oder apikalen Prozessen wurden Röntgenaufnahmen angefertigt), bei den restlichen Pfeilern n=68 (68,7%) wurden Zahnfilme angefertigt. Aufgrund der Röntgenbilder wurde bei n=67 (98,4%) der Zahnwurzeln Knochenverlust in unterschiedlich fortgeschrittenen Stadien festgestellt (Abb.23).



Knochenabbau	n	%	n	%
kein Abbau	1	1,0	1	1,5
bis ¼ der Wurzellänge	20	20,2	20	29,4
bis ½ der Wurzellänge	37	37,4	37	54,4
über die ½ Wurzellänge	10	10,1	10	14,7
keine Rö	31	31,3	-	
gesamt	99	100,0	68	100,0

Abb.23: Knochenabbau bei den Wurzelstiftkappenzähnen (Rö=Röntgenaufnahme, W=Wurzellänge)

5.2.1.7. Mundhygiene

Die Zahn- und Prothesenpflege war bei 78,8% (n=52) der Patienten nicht ausreichend. Die harten und weichen Beläge waren bei diesen Patienten klinisch deutlich sichtbar (Abb.24).

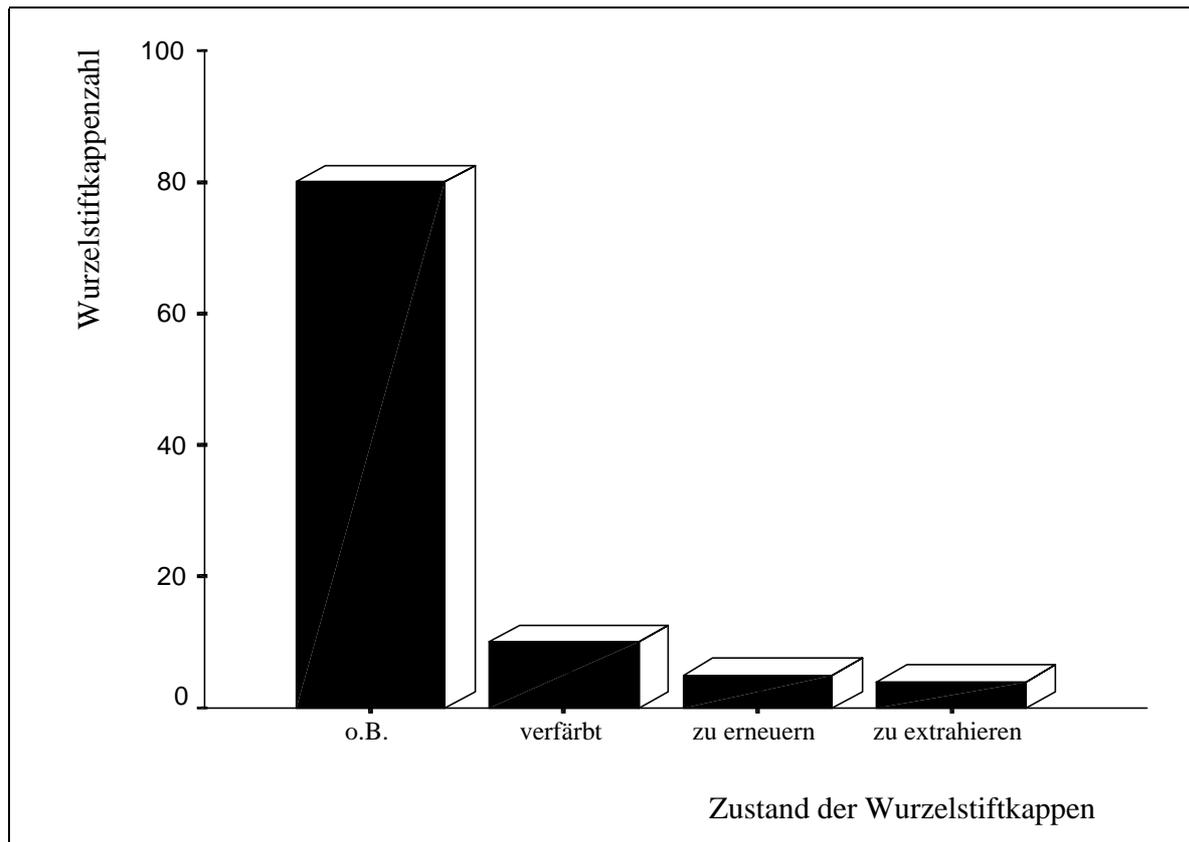
Mundhygiene	PI	n	%
gut	0-1	14	21,2
insuffizient	2-3	52	78,8
gesamt		66	100,0

Abb.24: Mundhygiene bei den Magnetprothesenträgern (PI=Plaque Index)

5.2.2. Wurzelstiftkappen

Die größte Zahl der Wurzelstiftkappen 80 (80,8%) war klinisch ohne Befund. Verfärbungen und Materialveränderungen konnten bei 10 (10,1%) der Wurzelstiftkappen festgestellt werden und 5 (5,1%) der Kappen mußten erneuert werden. 4 (4,0%) mit Wurzelstiftkappen versorgten Wurzeln mußten extrahiert werden.

Der Grund für die Erneuerung der Wurzelstiftkappen bestand in 2 Fällen in Wurzelkaries, eine Wurzelstiftkappe ging verloren und bei 2 Wurzeln war infolge eines ungünstigen Parodontal-Zustandes eine Neuanfertigung der Wurzelstiftkappen mit Verbesserung der Hebelverhältnisse und besseren Randgestaltung erforderlich. Zusätzlich konnte beobachtet werden, daß die 17 Wurzelstiftkappen ohne Gegenmagneten keinerlei Verfärbungen aufwiesen. 3 Zahnwurzeln wurden wegen starken Knochenabbaus und ständiger Gingivaentzündung und ein weiterer Magnetpfeiler wegen Wurzelfraktur extrahiert (Abb.25).



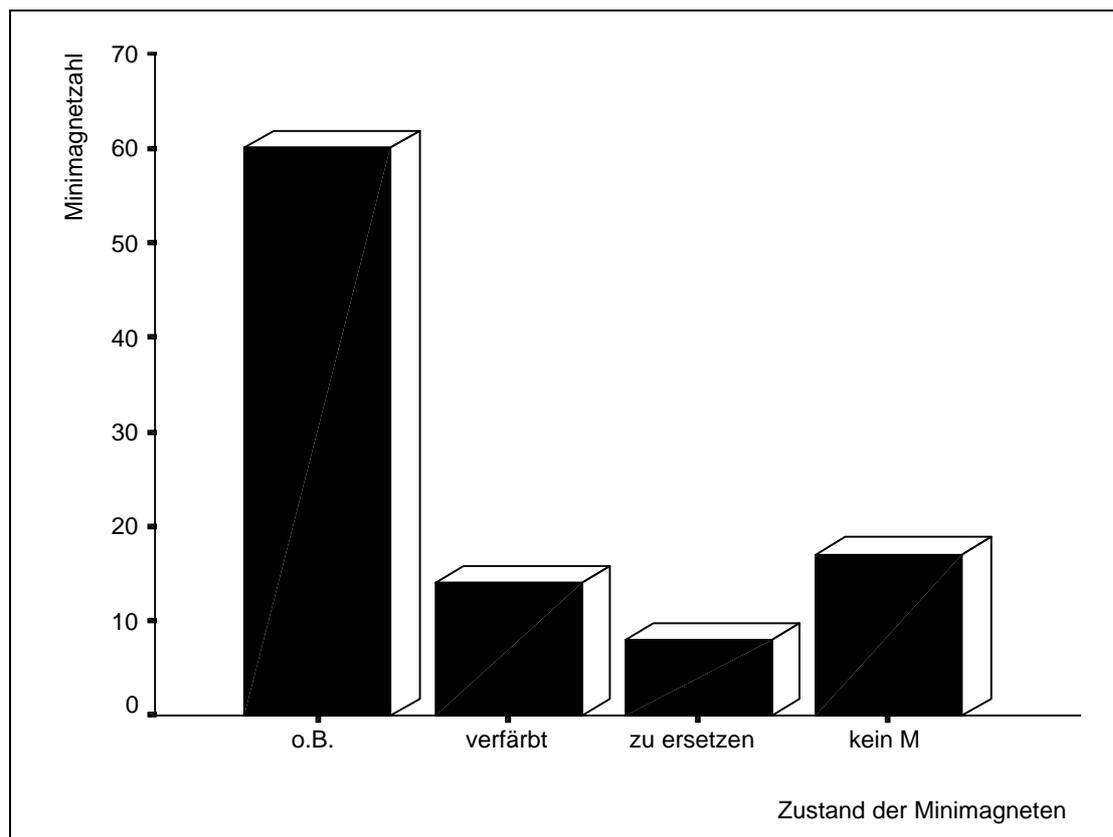
Wurzelstiftkappe	n	%
o.B	80	80,8
verfärbt	10	10,1
zu erneuern	5	5,1
zu extrahieren	4	4,0
gesamt	99	100,0

Abb.25: Zustand der untersuchten Wurzelstiftkappen und Zahnwurzeln

5.2.3. Minimagnete

Von den 99 untersuchten Minimagneten waren 60 (60,6%) unauffällig. 14 Minimagnete (14,1%) wiesen Verfärbungen (Korrosionsspuren) auf, bei 8 Minimagneten (8,1%) war ein Magnetaustausch dringend erforderlich. Von den 99 Wurzelstiftkappen hatten 17 (17,2%) zum Zeitpunkt der Untersuchung aufgrund Platzmangels und/oder ausreichender Prothesenretention noch keine Minimagnete/Gegenmagnete in der Prothesenbasis (Abb.26).

Die 8 Minimagneten mußten wegen undicht gewordener Titanhüllen ausgetauscht werden. Erwähnenswert ist dabei, daß von den 8 zu erneuernden Minimagneten 3 in bestehenden Sekundärkronen einer ehemaligen Doppelkronenversorgung eingebaut waren.



Minimagnet	n	%	n	%
o.B	60	60,6	60	73,2
verfärbt	14	14,1	14	17,1
zu ersetzen	8	8,1	8	9,7
kein Minimagnet	17	17,2	-	
gesamt	99	100,0	82	100,0

Abb.26: Zustand der untersuchten Minimagnete (M=Minimagnet)

5.2.4. Prothesen

Die magnetgehaltenen Prothesen waren bei 37 Patienten (56,1%) nicht verbesserungsbedürftig. In 5 Fällen (7,6%) bestand ein Unterfütterungsbedarf, bei 4 Patienten (6,0%) waren Kunststoffkorrekturen (Prothesenrisse) erforderlich und bei weiteren 3 waren Verfärbungen in den Prothesen sichtbar.

Die Minimagnete mußten bei 7 Patienten erneuert werden. In 3 Fällen davon waren noch die Sekundärkronen oberhalb des Minimagneten in der Prothese vorhanden.

50 Patienten (75,8%) waren subjektiv mit dem Halt, Tragekomfort und der Handhabung der Magnetprothesen zufrieden. 14 Patienten (21,2%) fanden die Retention als nicht optimal, aber ausreichend. Zwei Patienten waren mit dem Halt der angefertigten Magnetversorgung unzufrieden.

5.3. Kreuztabellen und Überlebenswahrscheinlichkeiten

5.3.1. Kreuztabellen

Die Kreuztabellen ermöglichen die kombinierte Häufigkeitsverteilung zweier Variablen darzustellen. Wenn die Anforderungen erfüllt waren, wurde die Signifikanzprüfung (Chi-Quadrat-Test) durchgeführt.

5.3.1.1. Patientenstamm im Vergleich

Patientenstamm / Geschlecht

n %	männlich	weiblich	gesamt
erschiene n zur Nachuntersuchung	28 77,8% 42,4%	38 80,9% 57,6%	66 100,0%
nicht erschiene n	4 11,1% 50,0%	4 8,5% 50,0%	8 100,0%
keine WSK/M mehr		5 10,6%	5
verstorben	4 11,1%		4
gesamt	36 100% 43,4%	47 100% 56,6%	n=83 100,0%

Abb.27: Kreuztabelle Patientengeschlecht/Erscheinen der Patienten zur Untersuchung (WSK=Wurzelstiftkappe, M=Minimagnet)

Die Bereitschaft der weiblichen Patienten an der Nachuntersuchung teilzunehmen war jener der männlichen Patienten ähnlich (Abb.27). Von den 47 Magnetprothesenträgerinnen kamen 80,9% zur Nachkontrolle, bei den männlichen Patienten waren es 77,8%.

Patientenstamm / Patientenalter

n %	Altersgruppe bis 60 Jahren	Altersgruppe bis 80 Jahren	Altersgruppe über 80 J.	gesamt
zur Nachuntersuchung erschienen	15 88,2% 22,7%	46 79,3% 69,7%	5 62,5% 7,6%	66 100,0%
nicht erschienen	2 11,8% 25,0%	5 8,6% 62,5%	1 12,5% 12,5%	8 100,0%
keine WSK/M mehr		5 8,6% 100,0%		5 100,0%
verstorben		2 3,4% 50,0%	2 3,4% 50,0%	4 100,0%
gesamt	17 100,0% 20,5%	58 100,0% 69,9%	8 100,0% 9,6%	n=83 100%

Abb. 28: Patientenalter/Erscheinen der Patienten zur Untersuchung (J=Jahre, WSK=Wurzelstiftkappe, M=Minimagnet)

Die Patienten unter 60 Jahren sind zu 88,2% zur Nachuntersuchung erschienen, bei den über 60 jährigen waren es noch 79,3% und von den Probanden über 80 Jahren sank der Anteil auf 62,5% (Abb.28).

Die Prüfung, ob das Alter der Patienten einen Einfluß auf die Prognose der Versorgung hat, ergab keinen direkten Zusammenhang.

5.3.1.2. Einfluß der Tragedauer

Die Kreuztabellen zwischen Tragedauer und Gingivarezession, Tragedauer und Knochenabbau, Tragedauer und Mundhygiene sowie Tragedauer und Sondierungstiefen ergaben keine statistisch signifikante Zusammenhänge ($p > 0,05$).

Zustand der Wurzelstiftkappen / Tragedauer

n %	Tragedauer bis 2 Jahren	Tragedauer bis 4 Jahren	Tragedauer über 4 Jahren	gesamt
Wurzelstiftkappe ohne Befund	37 92,5%	31 79,5%	12 60,0%	80
Wurzelstiftkappe verfärbt		3 7,7%	7 35,0%	10
Wurzelstiftkappe erneuerungsbedürftig	2 5,0%	3 7,7%		5
WSK nicht mehr erneuerungswürdig	1 2,5%	2 5,1%	1 5,0%	4
gesamt	40 100,0%	39 100,0%	20 100,0%	n=99
	40,4%	39,4%	20,2%	100%

Abb.29: Zustand der Wurzelstiftkappen/Tragezeit der Magnetversorgung
(WSK=Wurzelstiftkappe)

Nach einer Tragedauer unter 2 Jahren waren 37 (92,5%) der Wurzelstiftkappen ohne Befund, nach einer Tragezeit bis zu 4 Jahren waren 31 (79,5%) der Wurzelstiftkappen in Ordnung und in der Tragegruppe über 4 Jahren waren 12 (60,0%) Wurzelstiftkappen ohne Befund (Abb.29).

Zustand der Minimagneten / Tragedauer

n %	Tragedauer bis 2 Jahren	Tragedauer bis 4 Jahren	Tragedauer über 4 Jahren	Gesamt
Minimagnet ohne Befund	24 88,8%	27 77,1%	9 45%	60
Minimagnet verfärbt	3 11,2%	5 14,3%	6 30%	14
Minimagnet erneuerungsbedürftig		3 8,6%	5 25%	8
Minimagnet fehlt	13	4		17
gesamt	40 100,0%	39 100,0%	20	n=99 p=0,0018

Abb.30: Zustand der Minimagneten/Tragezeit der Magnetversorgung

Von den eingegliederten Minimagneten waren nach einer Tragezeit unter 2 Jahren 24 (88,8%) ohne Befund. Der Chi-Quadrat-Test ergab $p=0,0018$ ($p < 0,05$), der statistisch signifikante Zusammenhang ist wegen der geringer Fallzahl kritisch zu werten.

5.3.1.3. Einfluß der Mundhygiene

Patientenalter / Mundhygiene

n %	Mundhygiene ausreichend	Mundhygiene verbesserungsbedürftig	gesamt
bis 60 Jahren	6 42,9% 40,0%	9 17,3% 60,0%	15 100,0%
bis 80 Jahren	7 50,0% 15,2%	39 75,0% 84,8%	46 100,0%
über 80 Jahren	1 7,1% 20,0%	4 7,7% 80,0%	5 100,0%
gesamt	14 100,0%	52 100,0%	n=66 p=0,124

Abb.31: Patientenalter/Mundhygiene

Die Mundhygiene war bei den Patienten unter 60 Jahren zu 40,0% und bei den Patienten zwischen 60 und 80 Jahren zu 15,2% ausreichend (Abb.31). Die Signifikanztestung nach Chi-Quadrat-Test hat keinen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen ergeben, die geringe Fallzahl verringert die Zuverlässigkeit dieser Aussage.

Gingivitis / Mundhygiene

n %	Mundhygiene ausreichend	Mundhygiene verbesserungsbedürftig	gesamt
Entzündungsfrei GI 0	16 84,2%	16 20,0%	32
leichte Entzündung GI 1	2 10,5%	25 31,3%	27
mäßige Entzündung GI 2	1 5,3%	36 45,0%	37
schwere Entzündung GI 3		3 3,8%	3
gesamt	19 100,0%	80 100,0%	n=99 p=0,000

Abb.32: Pfeilerentzündung/Mundhygiene (GI=Gingiva Index)

Der Zusammenhang zwischen Plaquefreiheit und Zahnfleischentzündung wird aus der Abb.32 nochmals deutlich ($p < 0,05$). Bei guter Zahn- und Prothesenpflege war nur bei einem einzigen Wurzelstiftkappenpfeiler die marginale Gingiva entzündet. Bei ausreichender Mundhygiene waren 84,2% der Pfeilerzähne entzündungsfrei (Abb.32), dagegen bei insuffizienter Mundhygiene waren nur noch 20,0% der Zahnwurzeln ohne Zahnfleischentzündung.

Sondierungstiefe / Mundhygiene

n %	Mundhygiene ausreichend	Mundhygiene verbesserungsbedürftig	gesamt
Sondierungstiefe < 3mm	15 78,9%	31 38,8%	46
Sondierungstiefe < 5mm	1 5,3%	40 50,0%	41
Sondierungstiefe > 5mm	3 15,8%	9 11,3%	12
gesamt	19 100,0%	80 100,0%	n=99 p=0,00149

Abb.33: Sondierungstiefe/Mundhygiene

Bei ausreichender Mundhygiene hatten 15 (78,9%) der Pfeilerzähne keine erhöhten Sondierungstiefen (Abb.33). Zwischen den beiden Variablen konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang festgestellt werden (Chi-Quadrat-Test, $p < 0,05$).

Gingivarezession / Mundhygiene

n %	Mundhygiene ausreichend	Mundhygiene verbesserungsbedürftig	gesamt
keine Gingivarezession	13 68,4%	30 37,5%	43
vorhandene Gingivarezession	6 31,6%	50 62,5%	56
gesamt	19 100,0%	80 100,0%	n=99 p=0,014

Abb. 34: Zahnfleischrückgang/Mundhygiene

Bei den Patienten mit ausreichender Mundhygiene war zu 68,4% (n=13) kein Gingivaverlust feststellbar, dagegen war bei insuffizienter Mundhygiene nur noch 37,5% (n=30) der Pfeiler ohne Gingivarezession (Abb.34). Mit dem Chi-Quadrat Test nach Pearson wurde ein Wert von $p=0,014$ ermittelt (statistisch signifikanter Zusammenhang, $p < 0,05$).

Kariesbefall / Mundhygiene

n %	Mundhygiene ausreichend	Mundhygiene verbesserungsbedürftig	gesamt
keine Wurzelkaries	19 100%	71 88,8%	90
vorhandene Wurzelkaries		9 11,3%	10
gesamt	19 100%	80 100,0%	n=99 p=0,125

Abb.35: Wurzelkaries/Mundhygiene

Wurzelkaries war nur bei insuffizienter Mundhygiene vorhanden (Abb.35). Der Chi-Quadrat Test ergab $p=0,125$, zwischen den Variablen besteht kein signifikanter Zusammenhang ($p>0,05$).

Zustand der Wurzelstiftkappen / Mundhygiene

n %	Mundhygiene ausreichend	Mundhygiene verbesserungsbedürftig	gesamt
Wurzelstiftkappe in Ordnung	19 23,7%	61 76,2% 76,3%	80 100,0%
Wurzelstiftkappe nicht in Ordnung		19 23,8%	19
gesamt	19 100,0%	80 100,0%	n=99 p=0,018

Abb.36: Zustand der Wurzelstiftkappen/Mundhygiene (WSK=Wurzelstiftkappe)

Bei guter Mundhygiene waren alle Wurzelstiftkappen ohne Befund (Abb.36). Die Signifikanzprüfung mit Hilfe des Chi-Quadrat-Testes ergab einen signifikanten Zusammenhang ergeben ($p<0,05$).

Bei ausreichender Mundhygiene waren 84,2% der Pfeilerzähne entzündungsfrei (Abb.32), dagegen bei insuffizienter Mundhygiene waren nur noch 20,0% der Zahnwurzeln ohne Zahnfleischentzündung. Die Sondierungstiefen waren bei fehlender Plaque zu 78,9% unter 3 mm (Abb.33).

Zustand der Minimagnete / Mundhygiene

n %	Mundhygiene ausreichend	Mundhygiene verbesserungsbedürftig	gesamt
Minimagnet ohne Befund	13 68,4% 100,0%	47 58,8% 68,1%	60
Minimagnet verfärbt		14 17,5% 20,3%	14
Minimagnet erneuerungs- bedürftig		8 10,0% 11,6%	8
Minimagnet fehlt	6 31,6%	11 13,8%	17
gesamt	19 100,0%	80 100,0%	n=99 p=0,040

Abb.37: Zustand der Minimagnete/Mundhygiene

Die eingebauten Minimagnete waren bei ausreichender Mundhygiene zu 100,0% ohne Befund. Bei verbesserungsbedürftiger Mund- und Prothesenpflege waren 68,1% der Minimagnete ohne Befund (Abb.37).

Zustand der eingebauten Minimagneten / Mundhygiene

n %	Mundhygiene ausreichend	Mundhygiene verbesserungsbedürftig	gesamt
Minimagnet ohne Befund	13 100,0%	47 68,1%	60
Minimagnet verfärbt		14 20,3%	14
M. erneuerungs- bedürftig		8 11,6%	8
gesamt	13 100,0%	69 100,0%	n=82 p=0,059

Abb.38: Zustand der eingebauten Minimagneten/Mundhygiene (M=Minimagnet)

Der Zustand der eingebauten Minimagneten und die Mundhygienegewohnheiten der Patienten zeigten keinen signifikanten Zusammenhang (Pearson Koeffizient $p > 0,05$).

5.3.1.4. Wurzelstiftkappen im Vergleich

Sondierungstiefen der Pfeilerzähne / Zustand der Wurzelstiftkappen

n %	Wurzelstiftkappe in Ordnung	Wurzelstiftkappe nicht in Ordnung	gesamt
Sondierungstiefe < 3mm	45 56,3% 98,8%	1 5,3% 2,2%	46 100,0%
Sondierungstiefe 3 bis 5mm	27 33,7% 65,9%	14 73,7% 34,1%	41 100,0%
Sondierungstiefe > 5mm	8 10,0% 66,7%	4 21,0% 33,3%	12 100,0%
gesamt	80 100,0%	19 100,0%	n=99 p=0,00033

Abb.39: Sondierungstiefe/Zustand der Wurzelstiftkappen

98,8% (n=45) der Wurzelstiftkappenpfeiler mit Sondierungstiefen bis 3mm hatten auch intakte Wurzelstiftkappen (Abb.39). Der Chi-Quadrat-Test ergab signifikanten Zusammenhang zwischen Zustand der Wurzelstiftkappen und Sondierungstiefen der Magnetpfeiler, $p < 0,05$.

Gingivitis / Zustand der Wurzelstiftkappen

n %	Wurzelstiftkappe in Ordnung	Wurzelstiftkappe nicht in Ordnung	gesamt
keine Entzündung	32 40,0%		32
leichte Entzündung (GI=1)	22 27,5%	5 26,3%	27
mäßige Entzündung (GI=2)	25 31,2%	12 63,2%	37
schwere Entzündung (GI=3)	1 1,3%	2 10,5%	3
gesamt	80 100,0%	19 100,0%	n=99

Abb.40: Gingivaentzündung/Zustand der Wurzelstiftkappen

Alle Magnetpfeiler mit entzündungsfreier Gingiva wiesen intakte Wurzelstiftkappen auf. Die geringe erwartete Fallzahl pro Gruppe läßt eine statistische Signifikanzprüfung nicht zu (Abb.40).

Gingivarezession / Zustand der Wurzelstiftkappen

n %	Wurzelstiftkappe in Ordnung	Wurzelstiftkappe nicht in Ordnung	gesamt
keine Gingivarezession	37 46,2% 86,0%	6 31,6% 14,0%	43 100,0%
vorhandene Gingivarezession	43 53,8% 76,8%	13 68,4% 23,2%	56 100,0%
gesamt	80 100,0%	19 100,0%	n=99 p=0,246

Abb.41: Gingivarezession/Zustand der Wurzelstiftkappen

Nach dem Chi-Quadrat Test nach Pearson gibt es keine signifikante Korrelation zwischen den Parametern Zustand der Wurzelstiftkappen / Gingivarezession, $p = 0,246$ (Abb.41).

5.3.1.5. Minimagnete im Vergleich**Zustand der Minimagneten / Zustand der Wurzelstiftkappen**

n %	Wurzelstiftkappe in Ordnung	Wurzelstiftkappe nicht in Ordnung	gesamt
Minimagnet in Ordnung	55 68,8% (87,3%) 91,7%	5 26,3% 8,3%	60 100,0%
Minimagnet nicht in Ordnung	8 10,0% (12,7%) 36,4%	14 63,6% 73,7%	22 100,0%
Minimagnet nicht eingebaut	17 21,3% 100,0%		17 100,0%
gesamt	80 100,0%	19 100,0%	n=99 p=0,00

Abb.42: Zustand der Minimagneten/Zustand der Wurzelstiftkappen

Der Chi-Quadrat Test ergab einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Befund der Minimagneten und Wurzelstiftkappen, $p=0,0001$ (Abb.42).

5.3.2. Überlebenswahrscheinlichkeiten

Im folgenden werden die Überlebenswahrscheinlichkeiten der Pfeilerzähne, der Wurzelstiftkappen und der Minimagneten gesondert aufgeführt.

5.3.2.1. Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne

Insgesamt wurden von den 121 eingegliederten Wurzelstiftkappenpfeilern bis zum Untersuchungszeitpunkt 21 Zahnwurzeln (17,4%) extrahiert. In 13 Fällen war die Extraktion wegen Verschlechterung des Parodontalzustandes erforderlich (starker Knochenabbau, Lockerung, Entzündung), bei 6 Wurzelstiftkappen waren die Wurzeln frakturiert und bei 3 Pfeilern war eine apikale Aufhellung (Parodontitis apicalis chronica, insuffiziente Wurzelfüllung) der Extraktionsgrund.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit einer mit Wurzelstiftkappe versorgten Zahnwurzel lag nach 5 Jahren bei 0,7912, ca. 79% (Abb.43).

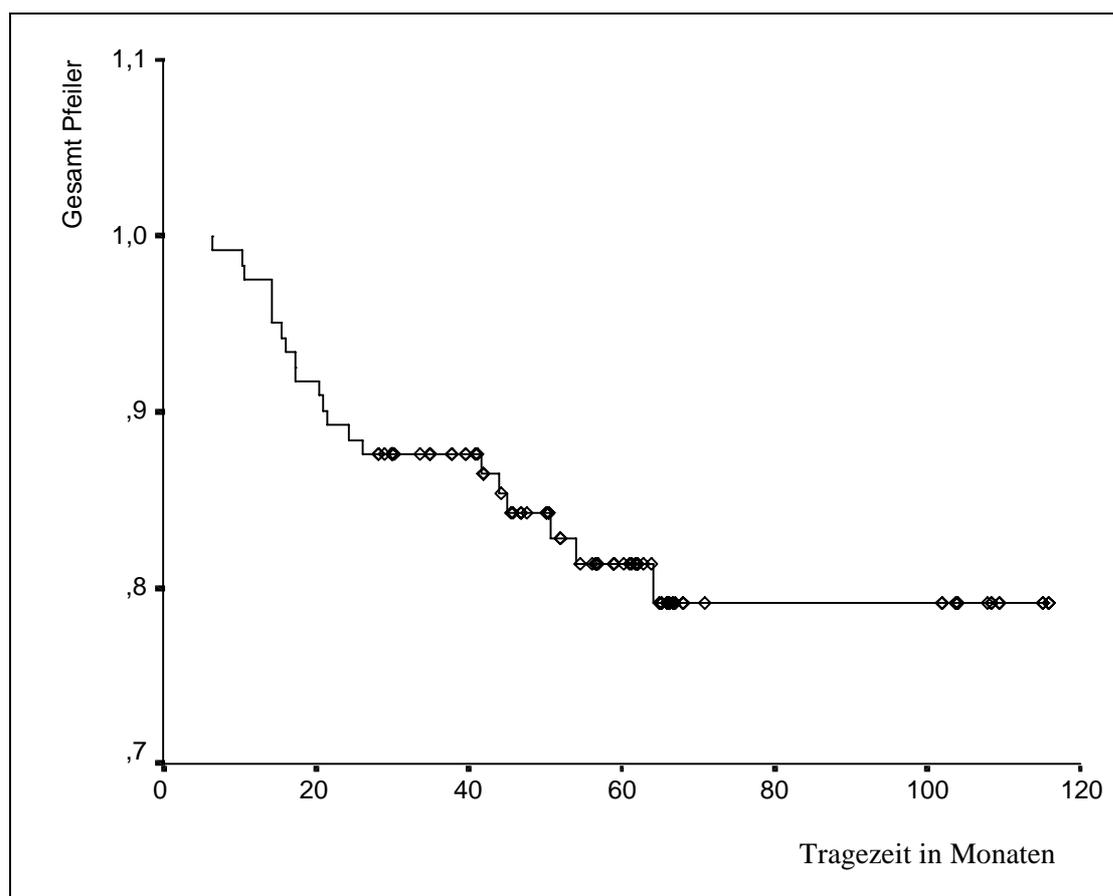


Abb.43: Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne nach Kaplan-Meier (durchschnittliche Überlebenswahrscheinlichkeit 98,25 Monate)

5.3.2.2. Überlebenswahrscheinlichkeit der Wurzelstiftkappen

Von den 121 eingliederten Wurzelstiftkappen wurden bis zum Untersuchungszeitpunkt 10 Wurzelstiftkappen neu angefertigt.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Wurzelstiftkappen lag nach 5 Jahren bei 0,90 (90%) (Abb.44).

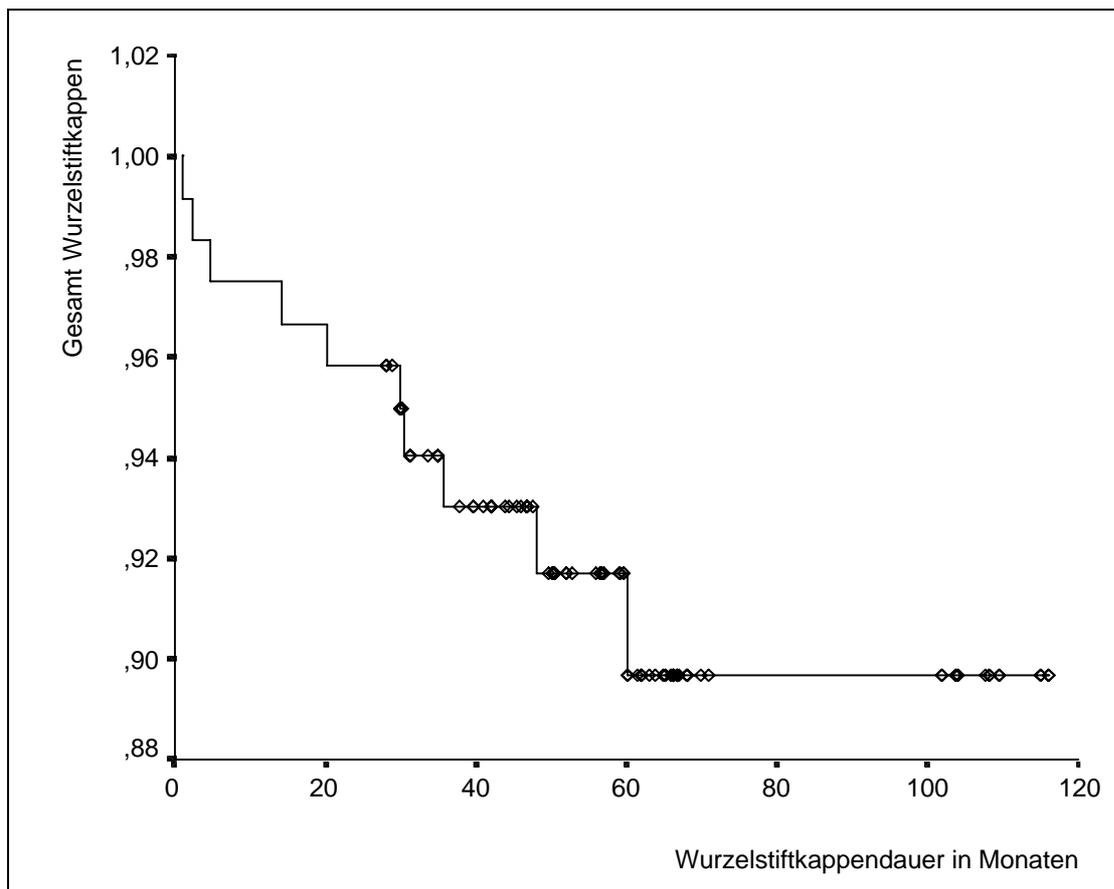


Abb.44: Überlebenswahrscheinlichkeit der Wurzelstiftkappen nach Kaplan-Meier (durchschnittliche Überlebenswahrscheinlichkeit 107,13 Monate)

5.3.2.3. Überleben der Minimagnete

In der Tragezeit wurden bei den 83 mit Magnetprothesen (n=121 Magnetpfeiler) versorgten Patienten 23 Dyna Minimagnete ausgetauscht. Diese Erneuerungen waren bei 8 Minimagneten aufgrund Hüllenverletzung und Magnetkorrosion erforderlich und bei weiteren 3 Pfeilerzähnen sind die Minimagnete verloren gegangen. Die übrigen 12 Minimagnete wurden bei Neuanfertigung der Wurzelstiftkappen und Prothesenreparaturen ausgetauscht.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Minimagneten lag nach 5 Jahren bei 0,763 (ca.76%) (Abb.45).

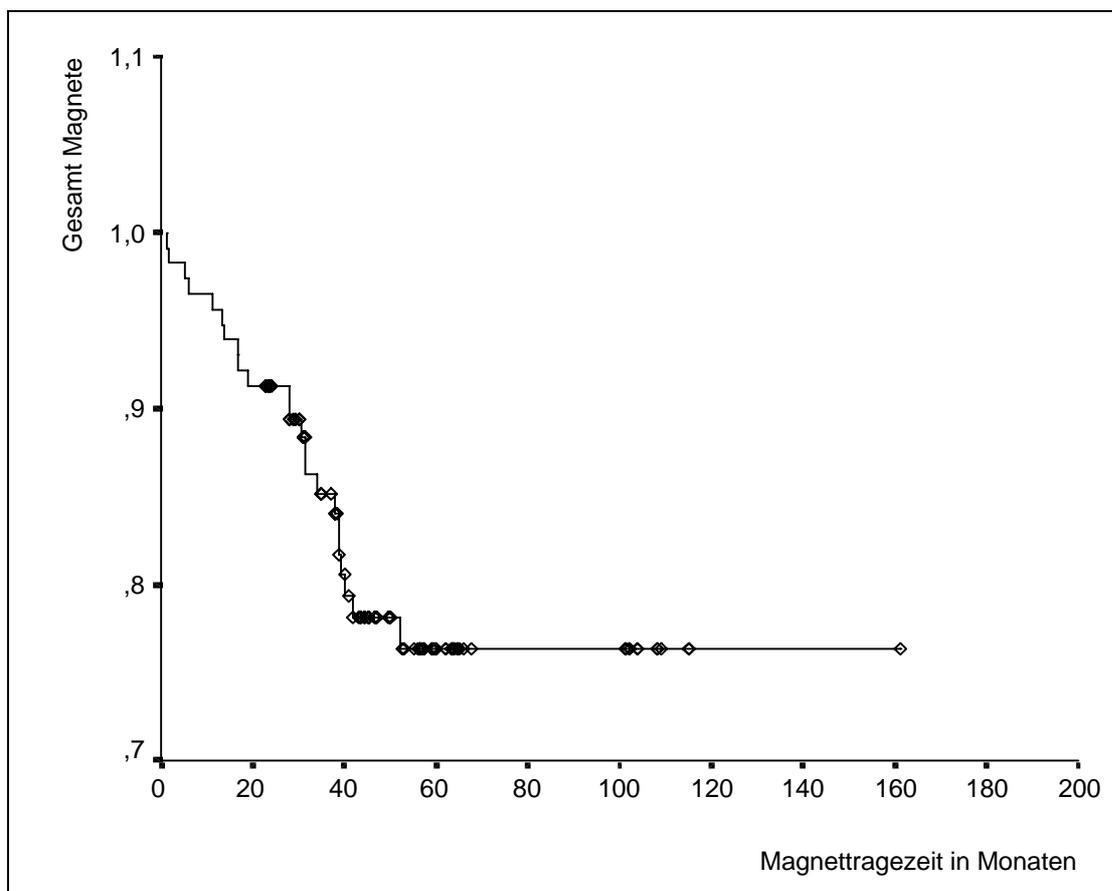


Abb.45: Überlebenswahrscheinlichkeit der Minimagneten nach Kaplan-Meier (durchschnittliche Überlebenswahrscheinlichkeit 129,52 Monate)

6. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die klinische Bewährung eines Retentionselementes in der Teilprothetik definiert sich in der Überlebensrate. Dennoch ist es wichtig, in der Diskussion auf Einzelparameter, die zum Verlust eines Retentionselementes oder der gesamten Versorgung führen, näher einzugehen, um Verbesserungen am System zu evaluieren.

6.1. Patienten

In die Nachuntersuchung wurden ausschließlich in der Abteilung für Zahnersatzkunde der Philipps-Universität Marburg mit Magnetprothesen versorgte Patienten einbezogen. Der Grund für die im Vergleich mit anderen Studien hohe Bereitschaft der Patienten an der klinischen Untersuchung teilzunehmen (79%) konnte nicht genau eruiert werden (Abb.46).

	Brunner 1989	Langemann 1993	Pöggeler 1995	eigene Untersuchung
Versorgungsart	unterschiedliche Retentionsformen	Resilienzteleskop-Prothesen	Cover-Dentures	Magnetprothesen
Altersdurchschnitt	71,2 Jahre	59,2 Jahre	66,25 Jahre	66,5 Jahre
Tragedauer (durchschnittlich)	4,5 - 15,3 Jahren (8,6 Jahren)	2 Mo.-13 Jahren (33,2 Monate)	2 - 11 Jahren	½ - 6 Jahren (3 Jahren)
Versorgung auf einem einzigen Pfeiler	24,8%	18%	22,6%	54,5%
zur Nachuntersuchung erschienen	45%	(43 Patienten)	49%	79%

Abb.46: Patientendaten aus mehreren Untersuchungen(Mo.=Monate)

Der Altersdurchschnitt der versorgten Patienten lag bei anderen Untersuchungen unabhängig von der gewählten Retentionsart bei 60-65 Jahren [HOFMANN 1966, BRUNNER 1977, 1989, MERICSKE-STERN 1988, PÖGGELER 1995, TILLER 1995]. Die Nachuntersuchung der Resilienzteleskop-Prothesen (RTP) von LANGEMANN [1993] bildet mit einem Altersdurchschnitt von 59,2 Jahren noch die Ausnahme. Implantatgetragene Deckprothesen werden auch bei Patienten über dem 70. Lebensjahr mit Erfolg eingesetzt [TILLER 1995, CORDIOLI 1997]. Die Magnetprothesenträger der vorliegenden Untersuchung hatten einen Altersdurchschnitt von 66,5 Jahren (Abb.46). 77% der versorgten Patienten waren über dem 60. Lebensjahr.

Die Problematik der Unterkiefertotalprothesen ist häufig beschrieben worden. Der starke vertikale Knochenabbau nach der Extraktion der letzten Zähne führt zu reduzierten bis schlechten Kieferkammverhältnissen im Unterkiefer [HOFMANN und PÖSCHEL 1986, CRUM 1978]. CRUM [1978] vergleicht den Knochenverlust nach 5 Jahren und stellt fest, daß bei Belassen der letzten Unterkiefer Eckzähne der Knochenabbau 1/8 des Wertes beträgt, der bei vollständigem Zahnverlust gemessen wird. Weiterhin wurde durch Studien belegt, daß die Unterkieferpfeiler bei Doppelkronen eine bessere Prognose haben als die im Oberkiefer [PÖGGELER 1995].

Die unteren Eckzähne sind dementsprechend bei den Hybridprothesen die am häufigsten versorgten Pfeilerzähne [HOFMANN 1966, PÖGGELER 1995]. Ähnlich ist es auch bei den untersuchten Magnetprothesen. 76% der eingegliederten Wurzelstiftkappen wurden auf Unterkiefereckzähnen angefertigt.

Deckprothesen werden größtenteils auf zwei oder mehr Pfeilerzähnen verankert. Implantatgetragene Hybridprothesen werden auch auf mindestens zwei osteointegrierten Implantaten befestigt [MERICSKE-STERN 1990, WIRZ 1993]. Die erfolgreiche Hybridversorgung eines einzigen Implantats im Unterkiefer bildet die Ausnahme [CORDIOLI 1997]. Wenn nur ein einziger Pfeiler zur Prothesenverankerung zur Verfügung steht, verschiebt sich die Indikationsstellung zu Gunsten der Minimagnete (minimale Pfeilerbelastung). Die Doppelkronenversorgung über einem einzigen Restpfeiler wurde in anderen Untersuchungen bei 18-22% der Fälle beschrieben [LANGEMANN 1993, PÖGGELER 1995]. Im Gegensatz dazu wurden die Magnetprothesen in über 50% der Fälle bei nur einem einzigen Pfeiler angefertigt (Abb.46).

Bei den von LANGEMANN [1993] untersuchten Resilienzteleskop-Prothesen lag im **Gegenkiefer** 37,7% eine totalprothetische Versorgung vor. Im Vergleich hierzu waren es bei den untersuchten Magnetprothesen 68,7% Totalprothesen. Dies unterstreicht die Einordnung der Magnetversorgung als eine Versorgung unmittelbar vor der Totalprothetik.

Die **Tragezeit** der untersuchten Magnetprothesen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bewegte sich zwischen 5 Monaten und 8 Jahren. Die durchschnittliche Tragedauer lag bei 3 Jahren (36,8 Monaten), ähnlich der nachuntersuchten Cover-Denture-Prothesen von HOFMANN UND LUDWIG [1973]. Die unterschiedliche Versorgungsarten und Untersuchungszeitpunkte der beschriebenen klinischen Studien erschweren den direkten Vergleich der Ergebnisse (Abb.46).

Magnetprothesen bedürfen wie auch Totalprothesen einer regelmäßigen Anpassung an das Prothesenlager (Unterfütterung). FELDMEIERS [1982] empfiehlt bei Teleskopprothesen eine Unterfütterung schon 3 Monate direkt nach der Eingliederung vorzunehmen. Weiterhin haben die Hybridprothesen oberhalb der Pfeilerzähne die bruchanfälligste Schwachstelle, diese Problematik besteht auch oberhalb der Implantate [VESPER 1999].

Die Reparaturanfälligkeit bei den von LANGEMANN [1993] nachuntersuchten Resilienzteleskop-Prothesen betrug nach 6 Monaten 33%. Bei der vorliegenden Studie wurden in der Tragezeit (bis zu 8 Jahren) 50% der Magnetprothesen Reparaturen unterzogen (Bruch- und Reißreparaturen).

6.2. Pfeiler

Die klinische Bewährung der Magnetprothesen auf Wurzelstiftkappen wurde bislang nur unzureichend nachuntersucht. Implantatgetragene Magnetprothesen sind dagegen mehrmals beschrieben worden, die Versorgung der osteointegrierten Implantate mit Minimagneten hat sich etabliert [MERICSKE-STERN 1993, WIRZ 1993, TILLER 1995]. Der Vergleich der Magnetpfeiler mit anderen Deckprothesenpfeilern ist wegen der Indikation der Magnetversorgung (letzte Möglichkeit vor der Zahnextraktion) nur bedingt aussagekräftig.

Eine dokumentierte Erstuntersuchung nach der Eingliederung stand nicht zur Verfügung. Im Vergleich zu den Ergebnissen aus der Veröffentlichung von COCA und WISSER [1993] (Untersuchung am gleichen Patientengut) hat sich der Zustand der Pfeilerzähne verschlechtert. Die Abnahme der **Zahnbeweglichkeit** nach der Versorgung mit Doppelkronen (sekundäre Verblockung) und die Wiederzunahme des Lockerungsgrades nach längerer Tragezeit, wurde beschrieben [LANGEMANN 1974, PÖGGELER 1995]. Eine Reduzierung der Zahnlockerung wurde auch bei Magnetprothesen festgestellt [COCA und WISSER 1993]. Bei der Anfertigung von Wurzelstiftkappen werden die Pfeilerzähne bis zum Gingivaniveau gekürzt. Dadurch wird der Lastarm reduziert und ein relativer Zurückgang der Zahnlockerung bei der Neuversorgung direkt erreicht. Bei der ersten Nachuntersuchung hatten 91% der Zähne Lockerungsgrad 0, bei der vorliegenden Untersuchung waren nur noch 73,7% der Pfeilerzähne ohne Lockerung (Lockerungsgrad 0) [COCA und WISSER 1993].

Randkaries zählt zu den Hauptextraktionsgründen der Pfeilerzähne. Nach einer Tragezeit von über 8 Jahren hat BRUNNER [1989] bei 27% der Wurzelstiftkappenpfeiler Kariesbefall festgestellt. KERSCHBAUM und THIE [1986] hatten bei Teleskop-, Geschiebekronen in 13,7% der Fälle Karies befundet und PÖGGELER [1995] hat nach einer Tragezeit zwischen 2 und 11 Jahren bei Cover Denture Prothesen einen Kariesbefall von 10,1% diagnostiziert. Die

Magnetpfeiler der vorliegenden Untersuchung wiesen in 9,1% der Fälle Wurzelkaries auf (Abb.47).

	Brunner 1989	Pöggeler 1995	eigene Untersuchung
Versorgungsart	unterschiedliche Retentionsformen	Cover-Dentures	Magnetprothesen
Tragedauer (durchschnittlich)	4,5 - 15,3 Jahre (8,6 Jahre)	2 - 11 Jahre	½ - 6 Jahre (3 Jahre)
Patientenzahl	72	92	66
Pfeilerzahl	165	217	99
Randkaries	27% (n=44)	10,1% (n=22)	9,1% (n=9)
Gingivarezession	31% (n=51)	48%	43,4% (n=43)
Taschentiefen ≤ 3mm	66%		46,5% (n=46)
Mundhygiene gut	29%	36,7%	21,2%

Abb.47: Pfeilerbefunde der verschiedenen Nachuntersuchungen

Die Gingivarezession wird bei klinischen Untersuchungen von Deckprothesen prozentual erhoben (bezogen auf die freiliegenden Kronen-, Wurzelstiftkappenränder), die Zahlen variieren stark. HOFMANN und LUDWIG [1973] bewerten die **Gingivarezession** mit 25,8%, HOFFMANN [1974] mit 38% und PÖGGELER [1995] mit über 48%. Einen statistisch signifikanten Einfluß auf die Retraktion der Gingiva wurde der Mundhygiene und der unzureichenden Hohllegung der Deckprothese an der marginalen Gingiva des Pfeilerzahnes zugeschrieben [HOFFMANN 1974]. Bei den Magnetprothesen hat der Anteil der Pfeiler mit Rezessionen von 20% bei der Untersuchung von COCA und WISSER [1993] auf 43,4% in der vorliegenden Untersuchung zugenommen. Der statistisch signifikante Zusammenhang zwischen Mundhygiene und Gingivarezession konnte auch bei dieser Nachuntersuchung bestätigt werden. PÖGGELER [1995] fand einen signifikanten Zusammenhang zwischen Rezession und Kariesanfälligkeit.

Weiterhin wurde die **parodontale Gesundheit** der Pfeilerzähne durch den Gingivaindex, durch die Sondierungstiefen und durch den Knochenabbau des Alveolarknochens beurteilt. Durch die fehlenden Ausgangsbefunde, ähnlich wie bei LANGEMANN [1993], war es bei dieser Nachkontrolle nicht möglich, den Entwicklungsverlauf der Sondierungstiefen und des Knochenverlustes auszuwerten. In der Implantologie hat NAERT [1998] keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Versorgungsart (Steg, Kugel oder Magnet) und periimplantärer Gesundheit gefunden.

Entzündungsfrei waren 32,3% der untersuchten Magnetpfeiler, 12,1% hatten Sondierungstiefen über 5mm. CRUM [1978] stellte fest, daß der Knochenabbau nach der

Extraktion 8-mal höher war als nach Belassen der Zahnwurzel. Die röntgenologisch befundeten Magnetpfeiler waren in 69,1% der Fälle nur noch bis zur Hälfte der Wurzellänge im Knochen gefaßt. Ein Entwicklungsverlauf konnte auch bei diesem Befund wegen fehlender Ausgangsröntgenaufnahmen nicht vorgenommen werden.

Die Verschlechterung der parodontalen Situation kann zum einen durch die vollständige Bedeckung des marginalen Parodonts [REITZ 1980], zum anderen durch die Verwendung einer PdCo Legierung zur Herstellung der Wurzelstiftkappen [WIRZ 1990] begründet werden. Bislang gibt es noch keine absolut korrosionsresistente, gießbare Magnetlegierung [WIRZ 1994]. Die verwendete PdCo-Legierung, E.F.M.Alloy® der Firma Dyna Engineering zeigte in in-vitro Untersuchungen eine relativ gute Korrosionsresistenz [KINOUCI 1981, VRIJHOEF 1987, ANGELINI 1991]. Die Abgabe von Bestandteilen wurde von KINOUCI [1981] als unbedenklich eingestuft. Eine in-vivo Studie über die Gewebeverträglichkeit des E.F.M.Alloy®-s liegt bislang nicht vor. Allerdings könnte die Hauptursache in der mangelnden Plaquefreiheit der Pfeilerzähne [BRUNNER 1977 , ETTINGER 1988] liegen, bedingt durch die Bedeckung der Magnetpfeiler und unzureichende Mundhygiene.

Die Auswertung der **Mundhygiene** zeigt in den verschiedenen Untersuchungen widersprüchliche Ergebnisse. Mit Magneten versorgte Implantate hatten mehr Plaqueansammlung gezeigt als Implantate mit Kugel- oder Stegretentionen [NAERT 1998, DAVIS 1999]. Die Einzelanker wurden aber von MERICSKE-STERN [1988] als pflegefreundlicher eingestuft. Eine Förderung der Ablagerung von mikrobiellen Belägen durch das Magnetfeld wurde durch eine klinische Studie widerlegt [TILLER 1992]. Die von PÖGGELER [1995] untersuchten Hybridprothesenträger hatten zu 36,7% gute Mundhygiene, in der Nachuntersuchung von BRUNNER [1989] waren 29% der Prothesen ohne Plaque. In der vorliegenden Untersuchung hatten 21,2% der Patienten eine ausreichende Mundhygiene.

Trotz einfacher Gestaltung der Magnetprothesen (mit minimalen Schmutznischen) war eine gute Mundhygiene nicht zu erreichen. Die Schwierigkeit der Probanden, eine optimale Zahnreinigung zu betreiben, ist durch die fehlende Bürstenführung der im Zahnfleischniveau liegenden Wurzelstiftkappen als auch mit dem hohen Alter der Magnetprothesenträger zu erklären [ETTINGER 1988].

Die große Bedeutung einer guten Mundhygiene für die Prognose der Versorgung ist unbestritten [ETTINGER 1988, BRUNNER 1989].

6.3. Wurzelstiftkappen

Die inkorporierten **Wurzelstiftkappen** wiesen zu 10% (10 Wurzelstiftkappen) Verfärbungen und Zeichen von Korrosion auf. Allerdings ging dies in 8 Fällen mit deutlich sichtbarer Beschädigung der Titanhülle des Minimagneten einher. In den weiteren 2 Fällen waren die Minimagnete gleichfalls verfärbt. Bei 17 untersuchten Wurzelstiftkappenpfeilern waren, aufgrund Platzmangels oder ausreichenden Prothesenhalts, noch keine Minimagnete in die Prothesen eingebaut. Alle 17 Wurzelstiftkappen waren ohne Befund.

Aus in-vitro Studien ist bekannt, daß ungeschützte SmCo Magnete starke Korrosionsanfälligkeit zeigen [TSUTSUI 1979, GILLING 1981, GENDUSA 1988, WIRZ 1990, 1993]. Die gasdichte Umhüllung mit der reinen Titankapsel (gut gewebeverträglich) ist erforderlich, um die Magnete von chemischen und mechanischen Einflüssen in der Mundhöhle zu schützen [WIRZ 1990, 1993, TILLER 1992, STEMMAN 1995].

Bei weiteren 5 Wurzelstiftkappen war die Neuanfertigung dringend erforderlich. Durch die geringe Stiftlänge (ca. 5mm) war eine leichte Entfernung der Wurzelstiftkappe gewährleistet und die Wurzelstiftkappen konnten im Falle von Randkaries oder Verschlechterung des Parodontalzustandes erneuert werden [WISSER 1996]. Der Nachteil der geringeren Retention des Stifts im Wurzelkanal hat nur in einem Fall zum Wurzelstiftkappenverlust geführt.

	ETTINGER 1996	BUDTZ- JORGENSEN 1995	PÖGgeler 1995	eigene Untersuchung
Versorgungsart	Deckprothese *	Deckprothesen	Cover-Dentures	Magnetprothesen
Tragedauer (durchschnittlich)	longitudinal Studie 12 Jahre	(5 Jahre)	2 - 11 Jahre	½ - 6 Jahre (3 Jahre)
Patientenzahl	254	31	92	66
Pfeilerzahl	679	72	217	99
Pfeilerextraktion	28 (4,2%)	7 (9,7%)	15 (6,9%)	4 (4,0%)

*Abb.48:Extraktionen der Pfeilerzähne in verschiedenen Studien (*Pfeilerzähne wurden nur mit Füllung oder Goldkappe versorgt)*

In 4 Fällen war die Extraktion der mit Wurzelstiftkappen versorgten Pfeiler dringend erforderlich. Zum Pfeilerverlust kam es durch Karies und Parodontitis. ETTINGER [1988] beschreibt einen Pfeilerverlust nach 12 Jahren von 4,2%. Die Untersuchung von BUDTZ-JORGENSEN [1995] ergab nach 5 Jahren Tragedauer eine Extraktionsrate von 9,7%

(Abb.48). Der Vergleich der verschiedenen Studien ist wegen der unterschiedlichen Versorgungsarten und Untersuchungszeitpunkte nur bedingt aussagekräftig.

Der Übergang zur Totalprothese konnte durch eine kleine Teilunterfütterung im Bereich des ausgebauten Minimagneten problemlos durchgeführt werden.

In in-vitro Untersuchungen haben sich die PdCo-Legierungen als korrosionsanfällig gezeigt, die beständigste Legierung war E.F.M.Alloy® der Firma Dyna [WIRZ 1993]. Die klinische Untersuchung der Dyna Wurzelstiftkappen hat die Wurzelstiftkappen als korrosionsfrei beschrieben [COCA und WISSER 1993]. In dieser Nachuntersuchung konnten Verfärbungen nur in Zusammenhang mit beschädigten Minimagneten festgestellt werden. Da weder bei Wurzelstiftkappen ohne Gegenmagnet noch bei Versorgung mit **intakter** Hülle des Minimagneten klinische Anzeichen von Korrosion an den Wurzelstiftkappen erkennbar waren, kann davon ausgegangen werden, daß die verwendete Legierung (E.F.M.Alloy® der Firma Dyna) im Mund korrosionsstabil ist.

6.4. Minimagnete

In-vitro Untersuchungen haben gezeigt, daß die Minimagnete in gasdichter Titanhülle korrosionsstabil sind [WIRZ 1990]. An 22 eingebauten Dyna® Minimagneten konnten Verfärbungen beobachtet werden. In 8 Fällen waren deutlich sichtbare Hüllenbeschädigungen vorhanden. Aufgrund der Untersuchungen von WIRZ [1990] ist davon auszugehen, daß auch bei den restlichen verfärbten Minimagneten eine Undichtigkeit der Titanumhüllung bestand.

Die Ursache der mechanischen Hüllenbeschädigungen liegt vermutlich in unsachgemäßer Handhabung des Minimagneten [GILLINGS 1983]. Die Titanhüllen können sowohl direkt beim Einbau in die Prothese als auch durch mechanische Über- oder Fehlbelastung verletzt werden. Eine sachgerechte Befestigung des Minimagneten ist dringend erforderlich, auch im Hinblick auf eine optimale Haftkraft [HIGHTON 1986].

Als nicht erfolgversprechend hat sich die Methode erwiesen, Minimagnete in vorhandene Sekundärkronen einzubauen. Die ungünstigen Platzverhältnisse in diesen Fällen und die fehlende Sichtkontrolle beim Einbau der Minimagnete führt zur Beschädigung der Titanhüllen. Um den Minimagneten unter optimalen Bedingungen einbauen zu können, sollten bei Umwandlung einer Doppelkronenversorgung in eine magnetverankerte Versorgung die Sekundärteile vollständig entfernt werden.

6.5. Magnetprothesen

Die Unterfütterungsnotwendigkeit bei Cover Denture Prothesen wird mit der Tragezeit kontinuierlich größer [PÖGGELER 1995]. An den 66 nachuntersuchten Magnetprothesen mußten 12 Reparaturen (Unterfütterungen, Bruchreparaturen) der Prothesenbasis durchgeführt werden. Der Unterfütterungsbedarf nach einer durchschnittlichen Tragezeit von 3 Jahren lag bei 7,6%, vergleichbar mit dem Bedarf bei Cover-Denture-Prothesenträgern von 7,7% [HOFMANN und LUDWIG 1973].

Die subjektive Prothesenbeurteilung durch die Patienten war zu 78,8% positiv ausgefallen. Klinische Nachuntersuchungen der Cover-Dentures (mit Doppelkronen) haben vergleichbare Ergebnisse gezeigt. Im Falle von Oberkiefer-Cover-Dentures waren 80,5% der Patienten mit der Versorgung zufrieden, und bei den Unterkiefer-Cover-Dentures waren es 73,8% [PÖGGELER 1995]. BRUNNER [1977] beschreibt bei hybriden Prothesen eine subjektive Erfolgsquote von 90,0%. Die Patienten geben nach Verlust der Magnetpfeiler einen deutlichen Unterschied im Prothesenhalt an, ähnlich dem bei Teleskopprothesen festgestellten „vorher-nacher Effekt“ [LANGEMANN 1993].

Implantatgetragene Deckprothesen werden von den Patienten durchgehend positiv beurteilt [MERICSKE-STERN 1993, DAVIS 1993, 1999, NAERT 1997, 1999]. Im Vergleich zur Steg- oder Kugelversorgung wurde die geringere Retentionskraft der Magnetsuprakonstruktion bemängelt [HIGHTON 1988, BURNS 1995, NAERT 1998, 1999]. Eine Verbesserung der Funktion unterer Totalprothesen, sowie eine erhöhte subjektive Zufriedenheit der Patienten kann schon mit einem einzigen Implantat erzielt werden [CORDIOLI 1997].

Die verschiedenen Retentionsformen (Steg-, Magnet-, Kugelretention) der implantatgetragenen Deckprothesen zeigten in der Untersuchung von DAVIS [1996] keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der subjektiven Prothesenakzeptanz.

6.6. Kreuztabellenanalyse

Mögliche Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Untersuchungsparametern wurden mit Hilfe von Kreuztabellen und anschließenden Chi-Quadrat Tests überprüft.

Die geringe Patientenzahl schränkt die Zuverlässigkeit der getroffenen Aussagen ein. Die Chi-Quadrat Signifikanztestung deutet darauf hin, daß zwischen den betrachteten Variablen ein Zusammenhang besteht, läßt aber keine Rückschlüsse auf die Kausalität zu [BORTZ 1993]. Somit sind die Ergebnisse der Kreuztabellenanalyse nur bedingt aussagekräftig.

Aufgrund der geringen Probandenzahl konnte keine statistisch gesicherte Aussage betreffend der Tragedauer in Abhängigkeit zum Zustand der Wurzelstiftkappen anhand Kreuztabellen getroffen werden. Es wird allerdings deutlich, daß bei einer Tragedauer von unter 2 Jahren die Wurzelstiftkappen zu 92,5% ohne Befund waren, nach einer Tragezeit von über 4 Jahren waren nur noch 60,0% der Wurzelstiftkappen ohne Befund (Abb.29). Die eingebauten Minimagneten (Abb.30) zeigen ähnliche Ergebnisse.

Die Bedeutung des biologischen Alters auf die Mundpflegeeffizienz [ETTINGER 1988] sollte immer bei der Indikationsstellung der prothetischen Versorgung berücksichtigt werden. Die **Mundhygiene** war bei der **Altersgruppe** bis 60 Jahre zu 40,0% ausreichend. Im Vergleich dazu hatten die Patienten zwischen 60 und 80 Jahren nur zu 15,2% eine suffiziente Mundhygiene (Abb.31).

Die Bedeutung der **Mundhygiene** für die **Parodontalgesundheit** ist unbestritten. Der Zusammenhang kann auch aus den Untersuchungsergebnissen (Abb 32-34) entnommen werden. Eine statistisch signifikante Korrelation existiert zwischen der Mundhygiene und Gingivarezession, sowie der Mundhygiene und Sondierungstiefe (Abb.33-34). Der Vergleich der Pfeilerlockerung, Entzündung, Knochenverlust und Mundhygiene konnte wegen der geringer erwarteten Häufigkeiten nicht auf Signifikanz überprüft werden.

Wurzelkaries wurde nur bei Wurzelstiftkappenpfeilern mit deutlich sichtbarer **Plaque** festgestellt (Abb.35). Der Chi-Quadrat-Test konnte diese Aussage nicht bestätigen.

Die **Mundhygiene** hat auch auf die Prognose der **Wurzelstiftkappen** und Dyna **Minimagneten** einen deutlichen Einfluß (Abb. 36-38). Bei ausreichender Mund- und Prothesenpflege waren alle Wurzelstiftkappen ohne Befund und mit dem Chi-Quadrat-Test konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang aufgezeigt werden.

Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Qualität der **Wurzelstiftkappen** und Zahnfleischentzündung konnte nachgewiesen werden (Abb. 38).

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung lassen sich nur dahingehend interpretieren, daß eine entzündungsfreie Gingiva nur bei fehlerfreien Wurzelstiftkappen (40%) vorlag. Wiesen die Wurzelstiftkappen Fehler auf, konnte in keinem Fall eine entzündungsfreie Gingiva beobachtet werden. Die Überprüfung ergab keinen signifikanten Zusammenhang von Wurzelstiftkappenzustand und freiliegenden Zahnwurzeln (Gingivarezession) (Abb.41).

Eine direkte Verbindung zwischen dem **Parodontalzustand** der Pfeilerzähne und dem **Minimagnetzustand** konnte nicht festgestellt werden.

Zwischen dem **Zustand** der **Wurzelstiftkappen** und der **Minimagnete** gibt es eine signifikante Korrelation. Die Wurzelstiftkappen, die keinen Gegenmagneten in der Prothese hatten, zeigten keinerlei Verfärbungen, Korrosion oder Erneuerungsbedürftigkeit (Abb.42).

6.7. Überlebenswahrscheinlichkeiten

Zur Prognose der Magnetversorgung wurde die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne, der Wurzelstiftkappen und der Minimagneten errechnet. Eine vergleichbare Studie zur Magnetprothese wurde bislang noch nicht publiziert. Somit ist ein Vergleich nur mit anderen herausnehmbaren Versorgungsarten möglich, wobei die unterschiedlichen Ausgangsvoraussetzungen nur eine relative Gegenüberstellung zulassen.

BRUNNER [1989] beschreibt bei „hybriden“ Prothesen einen Pfeilverlust von 80,0% nach 6,6 Jahren. Bessere Ergebnisse ergab eine Nachuntersuchung von totalprothetischen Versorgungen mit Doppelkronen mit einer deutlich längeren Überlebenswahrscheinlichkeit nach 5 Jahren (86,0% der Oberkieferpfeiler und 92,0% der Unterkieferpfeiler) [PÖGGELER 1995]. Die durchschnittliche Überlebenswahrscheinlichkeit der **Magnetpfeiler** nach 5 Jahren lag bei 0,7912, das heißt nach 5 Jahren sind noch ca. 79% der Pfeilerzähne vorhanden. Dieser Wert liegt knapp unter der bei Doppelkronenversorgungen ermittelten Überlebensrate von 80,0% [HENERS 1990].

Die **Wurzelstiftkappen** wurden in 10 Fällen unter Behalt der Zahnwurzeln neu angefertigt. Die Überlebenswahrscheinlichkeit (Kaplan-Meier) nach 5 Jahren lag bei 90%. Dieses Ergebnis kann als solches nicht uninterpretiert stehen bleiben, da selbstverständlich ein Verlust der Zahnwurzel auch mit dem Verlust der Wurzelstiftkappen einhergeht.

Eine Erneuerung von den **Minimagneten** in den Prothesen wurde 23 mal durchgeführt. Dieser Magnetaustausch geschah in 12 Fällen im Rahmen einer Unterfütterung, Bruchreparatur oder Neuanfertigung der Deckprothesen. Die zu erwartende durchschnittliche Überlebensrate der Minimagneten nach 5 Jahren Tragezeit lag bei 76%.

6.8. Schlußfolgerungen

Die Magnetretention ist auch in der heutigen verbesserten Form noch keine gleichwertige Alternative zur Doppelkronenversorgung oder Stegretention. Sie bleibt eine Versorgung für den „besonderen prothetischen“ Fall, bei dem aus statischen und parodontologischen Gründen keine andere konventionelle oben genannte Retentionsart mehr im Frage kommt.

Die Magnetprothesen können weiterhin nur die Rolle einer „Übergangsprothese“ (zur Totalprothese) bewältigen, daher sollte die Prognose der Magnetversorgung immer im Zusammenhang mit der besonderen Indikationsstellung dieser Prothesenretention beurteilt werden.

Die Nachuntersuchung der versorgten Patienten hat gezeigt, daß die Minimagnetversorgung (Wurzelstiftkappe mit Minimagneten der Firma Dyna Engineering, Bergen op Zoom, Niederlande) die gestellten Erwartungen (die vollständige Zahnlosigkeit zeitlich zu verschieben) erfüllen kann.

Die Wurzelstiftkappen aus PdCo-Legierung (E.F.M.Alloy®) zur Versorgung von Restwurzeln haben sich klinisch als bedenkenlos erwiesen. Verfärbungen wurden nur bei Wurzelstiftkappen mit beschädigten Gegenmagneten (SmCo Minimagneten Ti Hülle) beobachtet. In den Fällen, bei denen oberhalb der Wurzelstiftkappen keine Minimagnete in die Prothese eingebaut waren, konnten alle Wurzelstiftkappen als klinisch einwandfrei eingestuft werden.

Die festgestellten Platzprobleme, die auch dazu führten, daß Minimagnete nicht eingebaut wurden, erfordern ein platzsparendes Design, welches mit den Magneten der neueren Generation verwirklicht werden konnte. Die Platzprobleme oberhalb der Wurzelstiftkappen können im weiterem durch ein optimales Wurzelstiftkappendesign reduziert werden [RUPPEL-SCHÖNEWOLF 1997].

Die dünne Titanhülle erfordert große Genauigkeit beim Einbauen in die Prothese. Um die Überbelastung und Beschädigung der Schutzhülle zu vermeiden, ist eine regelmäßige Kontrolle der Magnetprothesen auf Unterfütterungsnotwendigkeit erforderlich.

Die aufgetretenen Bruch- und Rißreparaturen der Unterkieferprothesen können auch durch die kleinen Minimagnetgrößen und ideale Wurzelstiftkappengestaltung nicht vollständig vermieden werden. Das Bonden der Minimagnetoberfläche und die Verwendung des IMP (Individual Magnet Positioner) sind ein weiterer Schritt seitens des Herstellers, diese Schwachstelle der magnetgehaltenen Deckprothese (reine Kunststoffprothese) zu reduzieren.

Bei der Umwandlung einer Doppelkronenversorgung in eine magnetverankerte Versorgung sollten die Sekundärkronen vollständig entfernt werden, um bessere Platzverhältnisse zu schaffen und den genauen Einbau der Minimagneten zu ermöglichen.

Wegen des fortgeschrittenen Alters dieser Patientengruppe ist die Unterweisung der Familienangehörigen und des Pflegepersonals in die Mund- und Prothesenpflege empfehlenswert.

Die im Zahnfleischniveau liegenden Wurzelstiftkappen ermöglichen keine gute Bürstenführung, somit stellen sie besondere Anforderungen an Putztechnik und Hilfsmittel. Die Verwendung einer elektrischen Zahnbürste (mit kleinem rotierendem Kopf) könnte Abhilfe bringen.

Die Prognose der Magnetprothesen ist in erster Linie von den Ausgangsvoraussetzungen (Indikationsstellung), vom technisch richtigen Einbau des Minimagneten und von der Patientenmitarbeit abhängig.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Seit 1987 werden in der Abteilung für Zahnersatzkunde der Philipps Universität Marburg Magnetattachments (Wurzelstiftkappen und Minimagneten der Firma Dyna Engineering, Bergen op Zoom, Niederlande) zur Prothesenretention eingesetzt. Die Magnetversorgung wurde bei stark reduziertem Restgebiß angewandt, bei dem eine Doppelkronenversorgung oder Stegversorgung nicht mehr möglich war. In mehr als der Hälfte (54,5%) der Fälle wurde die Magnetprothese bei einzelstehenden Restpfeilern eingesetzt.

Insgesamt wurden 83 Patienten mit 121 Wurzelstiftkappen (aus E.F.M.Alloy® der Firma Dyna) versorgt. Nach einer durchschnittlichen Tragedauer von 36,8 Monaten wurden die Patienten einer Nachuntersuchung unterzogen, um die klinische Bewährung des Dyna-Magnetsystems zu evaluieren.

An der klinischen Studie haben 66 Patienten (79,5% der versorgten Probanden) teilgenommen. Untersucht wurde der Zustand der Zahnwurzeln, der Wurzelstiftkappen, der Minimagneten und der Magnetprothesen (Deckprothesen). Weiterhin wurden die verschiedenen Untersuchungsparameter nach Zusammenhängen/Korrelationen geprüft. Für die Zahnwurzeln, Wurzelstiftkappen und Minimagnete wurde eine Überlebensanalyse nach Kaplan-Meier durchgeführt.

Die Wurzelstiftkappenpfeiler wiesen in 73,7% der Fälle (n=73) keine Lockerung auf. Vollständig entzündungsfrei waren aber nur 32,3% (n=32) der Zahnwurzeln. Wurzelkaries konnte in 9 Fällen (9,1%) festgestellt werden. Die Mundhygiene konnte nur bei 21,2% (n=14) der Patienten als ausreichend eingestuft werden. Die mangelnde Plaquefreiheit der Zahnwurzeln kann als Hauptursache der Verschlechterung der parodontalen Situation angesehen werden.

Ohne Befund waren 80,8% (n=80) der Wurzelstiftkappen und 73,2% (n=73) der eingebauten Minimagnete. Klinisch sichtbare Materialveränderungen der Wurzelstiftkappen gingen immer mit einer Beschädigung des Gegenmagneten einher. Eine statistisch signifikante Korrelation bestand zwischen dem klinischen Zustand der Wurzelstiftkappen und der Minimagneten.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Zahnwurzeln nach einer Tragezeit von 5 Jahren lag bei 79%. Von den 121 versorgten Wurzelstiftkappenpfeilern wurden 21 extrahiert, die Hauptursache der Extraktion war eine Verschlechterung des Parodontalzustandes. Die Wurzelstiftkappen wurden in 10 Fällen erneuert. Der kurz gestaltete Wurzelstift hat in einem einzigen Fall zum Kappenverlust geführt. 22 Minimagnete wurden in der Tragezeit

ausgetauscht, bei über der Hälfte der Fälle lag der primäre Erneuerungsgrund nicht bei den Minimagneten (Erneuerung der Wurzelstiftkappe, Prothesenunterfütterung, Prothesenneuanfertigung).

Die klinische Nachuntersuchung der Magnetprothesen hat im Vergleich zu Doppelkronenversorgung oder der Stegversorgung eine geringfügig schlechtere Prognose der Magnetprothesen ergeben.

Summary

Since 1987 magnetic attachments (root caps and mini-magnets by Dyna Engineering Company, Bergen op Zoom, The Netherlands) are utilised for the retention of dentures at the Department of Prosthetic Dentistry (Philipps-Universität Marburg). Magnetic supply was inserted in heavily reduced dentitions in which telescopic or bar-retained prostheses were no longer possible. In 54% of the cases magnetic device was used for solitary roots. Altogether 83 patients were provided with 121 root caps (E.F.M.-Alloy). After a mean wearing time of 36.8 months patients were invited to a further examination in order to investigate the clinical capability of the Dyna magnetic device.

66 patients (79.5%) participated in the study. Conditions of the root caps, of the mini-magnets and of the cover dentures were examined. Parameters of the investigation were surveyed regarding coherence and correlation. Kaplan-Meier analyses concerning the survival of roots, root caps and mini-magnets were taken.

In 73.7% (n=73) of the cases the roots were not loosened while only 32.3% (n=32) of the roots were free from inflammation. Root caries was evident in nine cases (9,1%). Oral hygiene could be classified as sufficient in 21.2% (n=14) of the patients. This might be considered as the main reason for the deterioration of the periodontal situation.

80.8% (n=80) of the root caps and 73.2% (n=73) of the mini-magnets were clinically inconspicuous. Clinical alterations of the root cap material were always accompanied by a damage of the mini-magnet. The clinical condition of the root caps and the mini-magnets showed a significant correlation.

The survival rate of the roots was 79% after a wearing time of five years. 21 of the 121 roots treated with magnetic device were extracted. The main reason for the extractions was a progression of periodontal disease. In ten cases root caps had to be renewed. One root cap was lost because of insufficient length of the root post. 22 mini-magnets had to be replaced. The

reasons for replacement were substitution of the appropriate root cap, rebase or renewal of the prosthesis. Less than a half of these magnets had to be removed by virtue of a primary damaged of the magnet.

Further clinical examinations of the prostheses with magnetic device showed a slightly worse prognosis compared to telescopic or bar-supplies.

8. LITERATURVERZEICHNIS

AKALTAN, F. CAN, G.:

Retentive characteristics of different dental magnetic systems
J Prosthet Dent 74, 422-427 (1995).

ALTAY, O.T. KUTKAM, T. KOSEOGLU, O. TANYERI, S.:

The biological effects of implanted magnetic fields on the bone tissue of dogs
Int J Oral Maxillofac Impl 6, 345-349 (1991).

ANGELINI, E. PEZZOLI, M. ZUCCHI, F.:

Corrosion under static and dynamic conditions of alloys used for magnetic retention in dentistry
J Prosthet Dent 65, 848-853 (1991).

BEHRMANN, S.J.:

Magnets implanted in the mandible: aid to denture retention
J Am Dent Assoc 68, 206-215 (1964).

BÖTTGER, H.:

Die prothetische Behandlung des stark reduzierten, parodontal geschwächten Gebisses
Dtsch Zahnärztl Z 16, 1099-1108 (1961).

BRAUNER, H. HAUSSER, T.:

Zum Korrosionsverhalten von Palladiumbasislegierungen
Dtsch Zahnärztl Z 44, 119-121 (1989).

BRILL, N.:

Adaptation and the hybrid-prosthesis
J Prosthet Dent 5, 811-824 (1955).

BRUNNER, T. MEYER, T.:

Spätergebnisse mit Hybridprothesen bei Patienten mit niedrigem Einkommen
Schweiz Monatsschr Zahnmed 99, 166-173 (1989).

BRUNNER, T.:

Spätergebnisse mit hybriden Prothesen unterschiedlicher Konstruktion
Schweiz Monatsschr Zahnmed 87, 1135-1137 (1977).

BORTZ, J.:

Statistik (4.Auflage)
Springer Verlag Berlin (1993)

BUDTZ-JORGENSEN, E. THYLSTRUP, A. :

The effect of oral hygiene in overdenture wearers.
Acta Odontol Scand 46, 219-215 (1988).

BUDTZ-JORGENSEN, E. :

Prognosis of overdenture abutments in elderly patients with controlled oral hygiene. A 5 year study.
J Oral Rehabil 22, 3-8 (1995).

BUDTZ-JORGENSEN, E. :

Prognosis of overdenture abutments in the aged: effect of denture wearing habits.
Community Dent Oral Epidemiol 20, 302-306 (1992).

BUDTZ-JORGENSEN, E. :

Effect of controlled oral hygiene in overdenture wearers: a 3-year study.
Int J Prosthodont 4, 226-231 (1991).

BURNS, D.R. UNGER, J.W. ELSWICK, R.K. BECK, D.A.:

Prospective clinical evaluation of mandibular implant overdentures : PartI –
Retention, stability, and tissue response.
J Prosthet Dent 73, 354-363 (1995).

CERNY, R.:

The biological effects of implanted magnetic fields. Part I.
Aust Dent J 6, 64-68 (1980).

CERNY, R.:

The biological effects of implanted magnetic fields. Part II.
Aust Orthod J 6, 114-117 (1980).

CERNY, R.:

The reaction of dental tissues to magnetic fields
Aust Dent J 25, 264-268 (1980).

COCA, I. WISSER, W.:

Klinische Nachuntersuchung magnetgehaltener Prothesen
Dtsch Zahnärztl Z. 48, 564-566 (1993).

CONNOR, R.J. SVARE, C.W.:

Proplast-coated high-strength magnets as potential denture stabilization devices
J Prosthet Dent 37, 339-343 (1977).

CORDIOLI, G. MAJZOUB, Z. CASTAGNA, S.:

Mandibular overdentures anchored to single implants: a five-year prospective study.#
J Prosthet Dent 78, 159-165 (1997).

CRUM, R.J. ROONEY, G.E.:

Alveolar bone loss in overdentures: A 5-year study
J Prosthet Dent 40, 610-613 (1978).

DAVIS, D.M. ROGERS, J.O. PACKER, M.E.:

The extent of maintenance required by implant-retained mandibular
overdentures : a 3-year report.
Int J Oral Maxillofac Implants 11, 767-774 (1996).

DAVIS, D.M. PACKER, M.E.:

Mandibular overdentures stabilized by Astra Tech implants with either ball
attachments or magnets: 5-year results.
Int J Prosthodont 12, 222-229 (1999).

DAVIS, D.M. WATSON, R.M.:

The use of two implant systems for providing implant supported overdentures in
the mandible- a clinical appraisal.
Eur J Prosthodont Restor Dent 2, 67-71 (1993).

DRAGO, C.J.:

Tarnish and corrosion with the use of intraoral magnets
J Prosthet Dent 66, 536-540 (1991).

ERPENSTEIN, H.:

Befunderhebung
In: Ketterl, W. (Hrsg., Praxis der Zahnheilkunde Band 4
Parodontologie
Urban und Schwarzenberg Verlag München, 85 (1990).

ETTINGER, R.L. JAKOBSEN, J.:

Caries : a problem in an overdenture population.
Community Dent Oral Epidemiol 18, 42-45 (1990).

ETTINGER, R.L. JAKOBSEN, J.:

Periodontal considerations in an overdenture population.
Int J Prosthodont 9, 230-238 (1996).

ETTINGER, R.L.:

Tooth loss in an overdenture population
J Prosthet Dent 60, 459-462 (1988).

FELDMEIER, A.:

Messung der horizontalen Zahnbeweglichkeit vor und nach Inkorporation von
Resilienzteleskopprothesen
Med. Diss. Göttingen 1982.

FRAUENHOFER, J.A. BONDS, P.W. JOHNSON, B.E.:
Force generation by orthodontic samarium-cobalt magnets
Angle Orthod 62, 191-196 (1992).

FREEDMAN, H.:
Magnets to stabilize dentures
J Am Dent Assoc 47, 288-297 (1953).

FUJIMOTO, T. MIIMI, A. MURAKAMI, I. UEDA, M.:
Use of new magnetic attachments for implant-supported overdentures.
J Oral Implantol 24, 147-151 (1998).

GENDUSA, N.J.:
Magnetverankerungen für Deckprothesen
Quintess Zahnarzt Lit 39, 1929-1939 (1988).

GILLINGS, B. R. SAMANT, A.:
Overdentures with magnetic attachments
Dent Clin North Am 34, 683-709 (1990).

GILLINGS, B. R. SAMANT, A.:
Teleskop-Prothesen mit Magnet-Attachments
Dent Report, 95-119 (1991) Medica Verlag.

GILLINGS, B. R. ET. AL.:
Magnetic retention for complete and partial overdentures. (Part I)
J Prosthet Dent 45, 484-491 (1981).

GILLINGS, B.R. ET. AL.:
Magnetic retention for overdentures (Part II)
J Prosthet Dent 49, 607-618 (1983).

GOLDSCHMITH, E.:
Dentures and Artificial Teeth
PAT 2709301, U.S.A. (1955).

GSCHNEIDNER, K.A. ET AL.:
Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths
North-Holland, Amsterdam. Vols.12.(1989)

HENERS, M. WALTHER, W.:
Die Prognose von Pfeilerzähnen bei stark reduziertem
Restzahnbestand
Dtsch Zahnärztl Z 45, 579-581 (1990).

- HIGHTON, R. CAPUTO, A. PEZZOLI, M. MATYAS, J.:
Retentive characteristics of different magnetic systems for dental application
J Prosthet Dent 56, 104-106 (1986).
- HIGHTON, R. CAPUTO, A. KINNI, M. MATYAS, J.:
The interaction of a magnetically retained denture with osseointegrated implants
J Prosthet Dent 60, 486-490 (1988).
- HILLER, H. WESSBERG, N. HOROWITZ, G. ILAN, M.:
The safety of dental mini-magnets in patients with permanent cardiac pacemakers
J Prosthet Dent 74, 420-421 (1995).
- HOFMANN, M. UND LUDWIG, P.:
Die teleskopierende Totalprothese im stark reduzierten
Lückengebiss
Dtsch Zahnärztl Z 28, 2-17 (1973).
- HOFMANN, M.:
Die prothetische Versorgung bei einzelnen Restzähnen
Dtsch Zahnärztkalender 35, 32-52 (1976).
- HOFMANN, M.:
Die Versorgung von Gebissen mit einzelstehenden Restzähnen
mittels sog. Cover-Denture-Prothesen
Dtsch Zahnärztl Z 21, 478-482 (1966).
- HOFMANN, M. und PÖSCHEL, P.:
Befunde und Daten bei Totalprothesenträgern
Dtsch.Zahnärztl.Z.41, 1150-1155 (1986).
- ICHIKAWA, T. HORIUCHI, M. WIGIANTO, R. MATSUMOTO, N.:
In vitro study of mandibular implant-retained overdentures : the influence of stud
attachments on load transfer to the implant and soft tissue.
Int J Prosthodont 9, 394-399 (1996).
- JACKSON, T.R.:
The application of rare earth magnetic retention to osseointegrated implants
Int J Oral Maxillofac Impl 1, 81-92 (1986).
- JAVID, N.:
The use of magnets in a maxillofacial prosthesis
J Prosthet Dent 25, 334-341 (1971).

JEMT, T. CHAI, J. HARNETT, J. HEARTH, M. R. ET. AL.:

A 5-year prospective multicenter follow-up report on overdentures supported by osseointegrated implants.

Int J Oral Maxillofac Implants 11, 291-298 (1996).

KAPLAN, E.L. MEIER, P.:

Nonparametric estimation from incomplete observations

J Amer Statist Assoc 53, 457-481 (1958).

KAWATA, Y. SHIOTA, M. TSUTSUI, H.:

Cytotoxicity of Pd-Co dental casting ferromagnetic alloys

J Dent Res 60, 1403-1409 (1981).

KAY, W.D. ABES, M.S.:

Sensory perception in overdenture patients

J Prosthet Dent 35, 615-619 (1976).

KELTJENS, H.M. CREUGERS, T. J. MULDER, J. CREUGERS, N. H.:

Survival and retreatment need of abutment teeth in patients with overdentures : a retrospective study.

Community Dent Oral Epidemiol 22, 453-455 (1994).

KERSCHBAUM, TH.:

Zur Bedeutung von Nachuntersuchungen in der zahnärztlichen Prothetik

Dtsch Zahnärztl Z 38, 990-997 (1983).

KINOUCI, Y. USHITA, T. TSUTSUI, H. ET. AL.:

Pd-Co dental casting ferromagnetic alloys

J Dent Res 60, 50-58 (1981).

KITSUGI, A. OKUNO, O. NAKANO, T. ET. AL.:

The corrosion behavior of NdFe and SmCo magnets

Dent Material J 11, 119-129 (1992).

KUNDERT, M. GEERING, A.H.:

Wurzelkappen in der Hybridprothetik

Schweiz Monatsschr Zahnmed 99, 1285-1289 (1989).

LANGEMANN, J.:

Die Versorgung des stark reduzierten Restgebisses mit Hilfe der Resilienzteleskop-Prothesen in einer klinischen Nachuntersuchung und Bewertung

Med Diss Göttingen 1993

LEHMANN, K. M.:

Die „teleskopierende Totalprothese“ in den heutigen klinischen
Anwendung
Hess Zahnarzt 31, 201-204 (1992).

LÖE, H.:

The Gingival Index, the Plaque Index and the Retention Index systems
J Periodont 38, 610-616 (1967).

MAROSO, D.J. TISCHLER, P. SCHMIDT, J.R.:

A simplified technique for magnetic retention of overdentures
J Prosthet Dent 51, 599-601 (1984).

MCCARTNEY, J.W.:

Osseointegrated implant-supported and magnetically retained ear prosthesis: a
clinical report.
J Prosthet Dent 66, 6-9 (1991).

MERICSKE-STERN, R. KONALSKI, J. LISZKAY, K. GEERING, A. H.:

The aftercare findings and recall behavior of older patients with removable
dentures.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 100, 1053-1059 (1990).

MERICSKE-STERN, R. ZARB, G.A.:

Overdentures: an alternative implant methodology for edentulous patients.
Int J Prosthodont 6, 203-208 (1993).

MERICSKE-STERN, R.:

Die implantatgesicherte Totalprothese im zahnlosen Unterkiefer
Schweiz Monatsschr Zahnmed 98, 931-935 (1988).

MERICSKE-STERN, R.:

Implantate im zahnlosen Unterkiefer
Schweiz Monatsschr Zahnmed 102, 1215-1223 (1992).

MOGHADAM, B.K. SCANDRETT, F. R.:

Magnetic retention for overdentures
J Prosthet Dent 41, 26-29 (1979).

NAERT, I. GIZANI, S. VUYLSTEKE, M. VAN STEENBERGHE, D.:

A 5-year randomized clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral
implants in the mandibular overdenture therapy. Part I: Peri-implant outcome.
Clin Oral Implants Res 9, 170-177 (1998).

NAERT, I. GIZANI, S. VUYLSTEKE, M. VAN STEENBERGHE, D.:
A 5-year prospective randomized clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants retaining a mandibular overdenture: prosthetic aspects and patient satisfaction.
J Oral Rehabil 26, 195-202 (1999).

NAERT, I. HOOGHE, M. QUIRYNEN, M. VAN STEENBERGHE, D.:
The reliability of implant-retained hinging overdentures for the fully edentulous mandible. An up to 9-year longitudinal study.
Clin Oral Investig 1, 119-124 (1997).

NAERT, I.E. GIZANI, S. VUYLSTEKE, M. VAN STEENBERGHE, D.:
A randomise clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants in mandibular overdenture therapy. A 3-year report.
Clin Invertig 1, 81-88 (1997).

NAGASAWA, T. OKANE, H. TSURU, H.:
The role of the periodontal ligament in overdenture treatment
J Prosthet Dent 42, 12-16 (1979).

OKUNO, O. ISHIKAWA, S. IMUEO, F. T. ET. AL.:
Development of sealed cup yoke type dental magnetic attachment
Dent Mat J 10, 172-184 (1991).

PETRPOULOS, V. C. SMITH, W. KOUSVELARI, E.:
Comparison of retention and release periods for implant overdenture attachments.
Int J Oral Maxillofac Implants 12, 176-185 (1997).

PLOOIJ, J. JONKMAN, R.E.G.:
Magnets (Dyna) retaining overdentures increasing bite force, denture retention and stability
Eu Prosthet Ass, Abstract (1994).

PÖGGELER, R.:
Klinische Nachuntersuchung von totalprothetischen Versorgungungen mit Doppelkronen (Cover-Dentures)
Med Diss Marburg 1995.

REITZ, P. V. WEINER, M. G. LEVIN, B.:
An overdenture survey: Second report
J Prosthet Dent 43, 457-462 (1980).

REULING, N.:
Biologische Verträglichkeit von Detallegierungen
C: Hanser-Verlag, München (1989).

ROBINSON, J.E.

Magnets for the retention of a sectional intraoral prosthesis
J Prosthet Dent 13, 1167-1171 (1963)

RUPPEL-SCHÖNEWOLF, K.:

Wurzelstiftkappendesign für die magnetgehaltene Prothese
Med Diss Marburg 1997.

SANDLER, P.J.:

Magnets and Orthodontics
British J Orthod 16, 245-249 (1989).

SASAKI, H. ET AL. :

Magnetic root attachment using Sm-Co Magnets and
dental casting Ferromagnetic alloys
J Dent Res 59, Special Issue Abstract Nr: 301 (1980).

SASAKI, H. YOSHIDA, Y. TSUTSUI, H. ET. AL.:

Removable bridge using magnetic subretention of Sm-Co magnets
J Dent Res 59, Special Issue Abstract Nr: 214 (1980).

SASAKI, H. KINOUCI, Y. ENG, D. TSUTSUI, D. ET AL.:

A magnetic attachment for overdentures
J Prosthet Dent 51, 450-455 (1984).

SCHMITH, G.A. LAIRD, W.R.E. GRANT, A.A.:

Magnetic retention units for overdentures
J Oral Rehab 10, 481-488 (1983).

SENECKY, H.M.:

Prothesen, gehalten durch magnetische Kräfte
Zahnärztl. Praxis 21, 249 (1963).

SILNESS, J. UND LÖE, H.:

Periodontal disease in pregnancy. II. Correlation between
oral hygiene and periodontal condition
Acta Odont Scand 22, 121-135 (1964).

SPOSETTI, V.J. GIBBS; C. H. ALDERSON, T. H.:

Bite force and muscle activity in overdenture wearers before and after attachment
placement
J Prosthet Dent 55, 265-273 (1986).

STEMMANN, H.:

Die problemlose korrosionsstabile Wurzelstiftkappen-Magnetverbindung
Sonderdruck aus Supplement ZT 1 (1995).

STEMMANN, H.:

Magnetverankerungen bei der Oral- und Defektversorgung Gegenwart und Retrospektive
25 Jahre Dentale Technologie, 69-79 (1996).

SZÖKE, A. KORPONAI, A. JOOS, L. LAJTA, B.:

Die Anwendung von Samarium-Kobalt-Magneten in der Prothetik
Zahnärztl Welt 92, 58-60 (1983).

THOMAS, C.J. FREEME, A.E.:

A surgical prosthesis retained by magnets: A case report
J of DASA 433-435 (1970).

THOMAS, K.F.:

Freestanding magnetic retention for extraoral prosthesis
with osseointegrated implants
J Prosthet Dent 73, 162-165 (1995).

TILLER, R. KÖHLER, S. STEMMANN, H.:

Das implantatgetragene Magnetattachment- eine sinnvolle Alternative in der Hybridprothetik
Implantologie 1, 47-55 (1995).

TILLER, R.:

Nachuntersuchung eines Magnetattachmentssystems für Implantaten sowie Untersuchung des Einflusses von Dauermagneten auf die Bildung von mikrobiellen Belägen
Med Diss Hamburg 1992.

TINSCHERT, J MARX, R. HAHN, K. H. ET AL.:

Magnetische Retentionsanker auf Implantaten
Phillips J. 12, 295-299 (1995).

TSUTSUI, H. KINOCHI, Y. SASAKI, H. ET AL. :

Studies on the Sm-Co magnets as a dental material
J Dent Res 58, 1597-1606 (1979).

VESPER, M. GBARA, A. HELLNER, D. ET AL.:

Titanmagnete auf Implantaten als Hilfsmittel zur Rehabilitation nach Tumorbehandlung
Mund Kiefer GesichtsChir 3; 90-92 (1999)

VRIJHOEF, M.M.A. MEZGER, J. M. VAN DER ZELL GREENER, E. H.:

Corrosion of ferromagnetic alloys used for magnetic retention of overdentures
J Dent Res 66, 1456-1459 (1987),.

WALMSLEY, A. D. BRANDY, C. L. SMITH, P. L. FRAME, J. W.:
Magnet retained overdentures using the Astra dental implant system
British Dent J 174, 399-404 (1993).

WIRZ, J. JÄGER, K. SCHMIDLI, F.:
Magnetverankerte (implantatgesicherte) Totalprothesen
Schweiz Monatsschr Zahnmed 104, 1235-1245 (1994).

WIRZ, J. JÄGER, K.:
Magnetverankerungen implantatgetragener Hybridprothesen
Quintess Zahnärztl Lit 42, 1837-1843 (1991).

WIRZ, J. JÄGER, K.:
Stegverankerung implantat-getragener Hybridprothesen
Quintess Zahnärztl Lit 42, 2007-2013 (1991).

WIRZ, J. LOPEZ, S. SCHMIDLI, F.:
Magnetverankerung auf Implantaten (Teil I)
Quintess Zahnärztl Lit 44, 579-588 (1993).

WIRZ, J. LOPEZ, S. SCHMIDLI, F.:
Magnetverankerung auf Implantaten (Teil II)
Quintess Zahnärztl Lit 44, 737-749 (1993).

WIRZ, J. LOPEZ, S. SCHMIDLI, F.:
Magnetverankerung auf Implantaten (Teil III)
Quintess Zahnärztl Lit 44, 891-898 (1993).

WIRZ, J. SCHMIDLI, F.:
Magnetanker in Korrosionstest
Quintess Zahnärztl Lit 41, 879-886 (1990).

WISSER, W. COCA, I. RUPPEL-SCHÖNEWOLF, K.:
Wurzelstiftkappendesign für die magnetgehaltene Prothese
Zahnärztl Welt 105, 374-378 (1996).

ZÖFEL, P.:
Statistik in der Praxis
Gustav Fischer-Verlag Stuttgart, 1992.

Akademische Lehrer

Meine akademischen Lehrer waren – in alphabetischer Folge – die Damen und Herren Professoren und Dozenten:

Austermann, Coca, Dibbets, Flores de Jacoby, Gehling, Gente, Golenhofen, Habermehl, Hennis, Hochbahn, Kern, Klötzer, Lehmann, Mittag, Mengel, Montag, Netter, Pieper, Peter, Portig, Radsack, Schmitz-Moormann, Schroeder, Schulte, Seitz, Szentpetery, Stachniss, Stelzel, Wenz, Wisser.

Danksagung

Danken möchte ich Herrn Prof. Dr. Dr. em. W.T. Klötzer für die Überlassung des Themas.

Herrn Prof. Dr. U. Lotzmann danke ich, daß er mich nach der Emeritierung von Herrn Prof. Dr. Dr. W.T.Klötzer als Doktorandin übernommen hat.

Herrn Dr. Dr. I. Coca danke ich für seine Anregung, hilfreiche Unterstützung bei der Organisation der Patientenuntersuchung und für seine geduldige Anleitung zu dieser Arbeit.

Teilergebnisse dieser Arbeit wurden als Poster vorgestellt und in folgenden Publikationsorganen veröffentlicht:

Prisender, K. , Coca, I.

Langzeiterfahrungen mit Magnetprothesen (Poster)

Internationaler Titanmagnetics-Kongress, Hamburg (1998)

Coca, I., Wissner, W., Prisender, K., Lotzmann, U.

Langzeiterfahrung mit magnetgehaltenen Prothesen.

Zahnärztl Welt 109, 301 (2000)

Coca, I., Schaffarzik, S., Prisender, K.

Klinische Nachuntersuchung - Magnetattachments auf Wurzelstiftkappen.

Magnete in der Zahnmedizin

Flohr Verlag, Rottweil, 1. Auflage 2001.