

Aus der Abteilung
Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
der Universitätsklinik Ulm
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. L. Kinzl

**Die Behandlung der Fingermittelgelenksarthrose
durch den prothetischen Gelenkersatz
mit der Digitos-Endoprothese**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität Ulm

vorgelegt von
Doris Maria Eder
Eggenfelden

2005

Amtierender Dekan:

1. Berichterstatter:

2. Berichterstatter:

Tag der Promotion:

Meinen Eltern gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abkürzungsverzeichnis	6
1. Einleitung	7
2. Material und Methoden	
2.1 Das Fingermittelgelenk	11
2.2 Die Digitos-Endoprothese	11
2.3 Operationstechnik	12
2.4 Studienprotokoll	14
2.5 Patientenkollektiv	15
2.6 Postoperative Nachsorge	15
2.7 Komplikationen	16
2.8 Statistik	16
3. Ergebnisse	
3.1. Beweglichkeit	17
3.2. Radiologischer Befund	21
3.3. Stabilität und Führung	25
3.4. Schmerzsymptomatik und Patientenzufriedenheit	26
3.5. Beantwortung der eingangs gestellten Fragen	27
4. Diskussion	
4.1. Diskussion der Methode	29
4.2. Diskussion der eigenen Ergebnisse	29

4.3. Diskussion der Literatur	32
4.3.1. Vergleich mit gekoppelten Prothesen	32
4.3.2. Vergleich mit Silikonplatzhaltern	34
4.3.3. Vergleich mit teil- und ungekoppelten Prothesen	38
4.3.4. Alternativen zur Mittelgelenksprothese	41
4.4. Schlussfolgerung	45
5. Zusammenfassung	47
6. Literaturverzeichnis	49
7. Danksagung	53
8. Lebenslauf	54

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AG	Aktiengesellschaft
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
DJOA	Digital Joint Operative Arthroplasty
IAD	Implant Articulare Digital
m	männlich
m.	musculus
Mo.	Monate
Nr.	Nummer
PIP	proximales Interphalangealgelenk
präOP	präoperativ
St.	Sankt
w	weiblich

1. Einleitung

Entscheidend für die Gebrauchsfähigkeit der Hand ist die sensorische und motorische Funktion der einzelnen Finger. Letztgenannte lässt sich dabei in Kraft und Beweglichkeit untergliedern. An Zeige-, Mittel-, Ring- und Kleinfinger findet die Bewegung in den Grund-, Mittel- und Endgelenken statt. Auch wenn die Fingermittelgelenke die Bedeutung der Grundgelenke nicht erreichen, haben sie dennoch eine entscheidende Funktion beim Greifen und Umfassen von Gegenständen. Die Wertigkeit wächst dabei von radial nach ulnar [20,23]. Zu dem Bogen, den die Finger von voller Extension bis zur vollen Flexion beschreiben, trägt das Mittelgelenk zu 34 Prozent bei [24,37].

Gelenkschädigungen, verursacht durch degenerative oder entzündliche Prozesse sowie traumatische Ereignisse, führen über Bewegungseinschränkung, Schmerz, Instabilität und Fehlstellung zu einem Funktionsverlust und letztlich zu einer mangelnden Gebrauchsfähigkeit der Hand.

Die konservative Behandlung mit antiinflammatorischen, analgetischen Medikamenten, Gelenkruhigstellung und physiotherapeutischen Maßnahmen kann vorübergehend zu einer Symptomlinderung führen. Langfristig ist der Erfolg jedoch häufig limitiert, so dass eine chirurgische Behandlung notwendig wird.

Die chirurgischen Optionen sind ausgesprochen vielfältig. Sie reichen von kleinen Eingriffen wie Synovektomie oder Denervation über die Arthrodesen, die Resektionsarthroplastik, die Arthroplastik mit Eigengewebe und die Gelenktransplantation bis zum Kunstgelenkersatz in den verschiedensten Variationen.

Eine interessante, einfache und kostengünstige Möglichkeit im Hinblick auf die Schmerzausschaltung bei der Arthrose, bietet die Gelenkdenervierung. Die Grundidee wurde erstmals im Jahre 1933 von Camitz entwickelt [5]. Zeitweise geriet sie in Vergessenheit - zu Unrecht, denn sie stellt bei erhaltener Gelenkbeweglichkeit eine gute Alternative zur Endoprothetik dar und kann diese oder die endgültige Arthrodesen zumindest hinauszögern [27,43].

Die Arthrodesen sind häufig Therapie der Wahl. Sie gewährleistet zwar einerseits zuverlässig Schmerzfreiheit und Stabilität, andererseits werden diese aber mit einem

nicht unerheblichem Funktionsverlust erkaufft, so dass die Arthrodeese eher eine Endlösung darstellt.

Voraussetzung für die prothetische Versorgung sind ein intakter Hautmantel sowie ein aktiver Streck- und Beugeapparat.

Die Anforderungen an einen Kunstgelenkersatz sind hoch, idealerweise sollten die Kriterien Schmerzfreiheit, Stabilität, Belastbarkeit und normale Beweglichkeit erfüllt sein, was aber bisher mit keinem Gelenkersatz vollständig und vor allem langfristig erreicht wurde [20,23].

Der von Swanson Anfang der sechziger Jahre entwickelte Swanson-Platzhalter hat als einziger Kunstgelenkersatz weite Verbreitung und Anwendung gefunden, vor allem bei Rheumatikern, was nicht zuletzt seiner einfachen anatomischen und biomechanischen Konzeption und Implantationstechnik zu verdanken ist.

Der Silikonplatzhalter umgeht, gerade wegen seiner Einfachheit, Probleme der Mechanik eines echten Kunstgelenkes und bietet Anpassungsmöglichkeiten, die andere Modelle nicht vorweisen können. In Langzeitstudien zeigten sich aber eine hohe Bruchrate, Silikonosen mit Knochenresorbtionen, Instabilitäten und ein zunehmender Bewegungsverlust, weshalb er hier nicht überzeugen konnte [11,15,20].

An weiteren Konzepten reicht die Bandbreite vom vollständigen Gelenkersatz - gekoppelt, teilgekoppelt oder ungekoppelt - bis zum reinen Oberflächenersatz.

Scharniergelenke, d. h. gekoppelt Systeme haben den Vorteil einer guten seitlichen Stabilität und Führung, ziehen jedoch durch die ungedämpfte Krafteinleitung oft Knochenosteolysen und Implantatlockerungen nach sich. Von außen einwirkende Biegungs-, Torsions-, und Zugkräfte werden hier nicht über den Kollateralbandapparat, sondern größtenteils vom Implantat direkt auf den angrenzenden Knochen übertragen. [1,11,15,20,22,38]. Dies betrifft sowohl zementierte als auch zementfreie Implantate.

Der erste künstliche Fingergelenktotalersatz wurde in den fünfziger Jahren von dem Wiesbadener G. Klein zusammen mit W. Brannon, St. Antonio Texas, entwickelt. Es handelt sich um eine Scharnierprothese, die zunächst gänzlich aus Stahl und später aus Titan angefertigt wurde, so dass ein reiner Metallkontakt bestand. Die Stiele der

Prothese wurden zementfrei in den Markraum eingebracht. Das Hauptproblem bestand darin, dass sich durchschnittlich zehn bis zwölf Monate postoperativ Knochenresorptionen einstellten und es daraufhin zum Einsinken der Prothese kam [4].

Die Weiterentwicklung dieses Prothesensystems von Flatt wurde erstmals Ende der fünfziger Jahre implantiert. Neben der Prothesenlockerung fand sich der Prothesenausbruch mit Kortikalisperforation als häufigste Komplikation. [8,11,44]. Das gleiche biomechanische Problem ließ das St. Georg Modell scheitern [1].

Die Anforderung an die Verankerung bei verblockten Systemen ist groß. Es gibt zementierte und zementfreie Implantate [1,6,7,11,38]. Im Hinblick auf eine Implantatlockerung erscheinen aufgrund einer möglichen Osteointegration in "Press-fit-Technik" eingebrachte nichtzementierte Titanimplantate am vielversprechendsten [20].

Ungekoppelte Systeme sind auf eine Bandführung angewiesen, um eine ausreichende Stabilität zu gewährleisten. Ein intakter Bandapparat ist jedoch häufig, sowohl bei posttraumatischen Arthrosen als auch bei rheumatischen Erkrankungen, nicht gegeben. Instabilität ist daher das häufigste Problem. Condamine sah sich dadurch zur Entwicklung einer teilgekoppelten Gleitprothese mit Führungsstab veranlaßt. Doch auch hier waren Subluxationen und Deviationen nicht zu vermeiden [6].

Dautel und Merle entwickelten 1987 eine neue Generation, die sogenannte Digitos-Prothese [8]. Es handelt sich hierbei um eine modulare Scharnierprothese. Die Enden gleiten beim Beugen und Strecken in Polyäthylenaufsätzen. Damit wurde eine zusätzliche Oberfläche zwischen Metall und Kortikalis geschaffen. Der Vorteil gegenüber früheren Modellen liegt in dem kolbenähnlichen Mechanismus, der Zugkräfte neutralisieren kann. Die Prothese wurde zunächst nur für das proximale Interphalangealgelenk entwickelt. 1993 begannen klinische Studien mit diesem Implantat. Die Digitos-Prothese ist in Frankreich und Deutschland seit 1996 auf dem Markt. In Ulm wird sie seit 1996 verwendet. Aussagen über die biomechanischen Eigenschaften, die Entwicklung der Beweglichkeit und letztlich über die Eignung der Digitos-Prothese können nur Untersuchungen über eine längere Laufzeit erlauben. Vorliegende Arbeit soll über die Nachuntersuchungsergebnisse nach drei, 12, 24, 36

und 48 Monaten beim prothetischen Ersatz von Fingermittelgelenken mit diesem Implantat berichten.

Folgende Fragen sollen in dieser Arbeit beantwortet werden:

1. Wie verändert sich das Bewegungsausmaß im zeitlichen Verlauf?
2. Treten Lockerungszeichen, Fehlstellungen, Luxationen oder Implantatbrüche auf?
3. Wie verhalten sich die Schmerzsymptomatik und die subjektive Zufriedenheit der Patienten in genanntem Zeitraum?

2. Material und Methoden

2.1. Das Fingermittelgelenk

Das Fingermittelgelenk ist ein Scharniergelenk mit einem normalen Bewegungsumfang von Null Grad bis 115 Grad, welcher in Abhängigkeit von Alter, Körpertyp und anderen Faktoren individuellen Schwankungen unterliegt. Die Stabilität des Gelenkes beruht primär auf der bikondylären geometrischen Form und den Kollateralbändern. Sekundär unterstützend wirken die lateralen Anteile des Streckapparates, die transversalen und schrägen Retinaculae, die palmare Platte und nicht zuletzt die Gelenkkapsel sowie der umhüllende Weichteilmantel.

2.2. Die DIGITOS-Endoprothese

Die Digitos-Endoprothese (Osteo AG Selzach/Schweiz; Digitos Modularprothese, Artikel-Nr. 281000-281010) ist eine modulare Scharnierprothese (Abb. 1). Die Enden des Metallscharniers werden jeweils in Polyäthylenaufsätze eingebracht, die vorher in den Schaft des Grund- und Mittelphalanx ein zementiert werden. Die Polyäthyleninlays liegen in drei verschiedenen Größen vor und können so den anatomischen Gegebenheiten angepaßt werden. Ihr quadrangulärer Bau soll Lockerungen und Rotationsfehlstellungen während Supinationszugwirkung an den Fingern verhindern. Durch sie wird ein direkter Metallkontakt zur Kortikalis vermieden und ein axiales Gleiten der Scharnierstifte bei Beugung und Streckung im Gelenk ermöglicht. Der Funktionsmechanismus ähnelt einem Kolben.

Das Metallscharnier existiert nur in Einheitsgröße und wird erst in situ mit zwei Polyäthylenscheiben und einem Polyäthylenstab, der die Rotationsachse festlegt, gekoppelt. Aufgrund dieser Anordnung bestehen nur Metall-Polyäthylenkontaktflächen. Die resezierten Gelenkausschnitte werden durch seitliche Distanzkappen aus Polyäthylen ersetzt, die in drei Stärken erhältlich sind und das Scharnier umgeben.

Die Bewegungsamplitude des Scharniers wird nicht durch einen dorsalen Anschlag eingeschränkt. Eine seitliche Auslenkung ist nicht möglich.

Die Metallstifte des Scharniers sind rechteckig konfiguriert, was ein Verdrehen derselben in den Inlays verhindert.

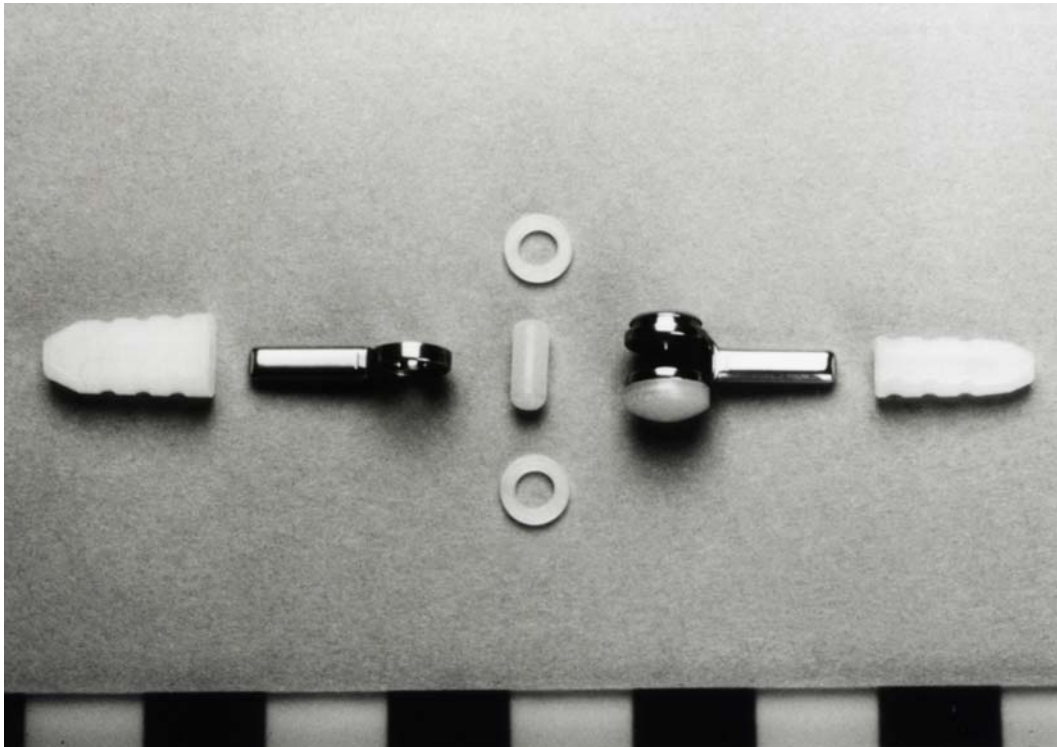


Abb. 1: Digitos-Endoprothese von palmar; der proximale Schenkel findet sich rechts, der distale links im Bild (Osteo AG Selzach/Schweiz; Digitos Modularprothese, Artikel-Nr. 281000-281010)

2.3. Operationstechnik

Die Prothese kann über einen lateralen, dorsalen und palmaren Zugang eingesetzt werden. Letzterer ist jedoch der Schwanenhalsdeformität vorbehalten. Beim palmaren Zugang muss die palmare Platte an der Grundphalanx abgesetzt werden, beim dorsalen Zugang muss der Strecksehnenmittelzügel längs durchtrennt werden. Auch wenn der laterale ulnare Zugang nicht die gleiche Übersicht über das Mittelgelenk erlaubt wie der dorsale, wurde er von den Operateuren vorgezogen und bei allen Patienten unseres Kollektivs angewandt, weil er das Extensoren- und Flexorensystem schont. Über ihn sind zudem Tenolysen der Streck- als auch der Beugesehnen möglich, da diese gut eingesehen werden können. Dazu bestand bei unseren Patienten jedoch kein Anlaß.

Nach Durchtrennung des Seitenbandes werden das Köpfchen der Grundphalanx sowie die Basis der Mittelphalanx reseziert. Hier darf jedoch nur sehr spärlich gekürzt werden, um eine Verletzung des Strecksehnenmittelzügels und dadurch eine iatrogene Knopflochdeformität zu vermeiden. Verletzungen der palmaren Platte

ziehen eine Schwanenhalsdeformität nach sich und sind daher dringend zu vermeiden. Eine partielle Inzision der palmaren Platte kann allerdings zur Präparation der Schäfte vorteilhaft sein.

Der entstehende Zwischenraum nach Gelenkresektion sollte neun Millimeter betragen. Die Distanz wird mit einem Messgerät überprüft und muss präzise eingehalten werden, um den gewünschten Kolbeneffekt zu gewährleisten.

Der Intramedullärraum wird mit einem Pfriem eröffnet, dann mit einer Fräse quadrangulär erweitert und mit einer Raspel, entsprechend der Form und Größe des Polyäthylenaufsatzes, feinmodelliert. Der Zement wird flüssig in den Markraum eingebracht. Sein Volumen sollte durch die Wahl des am besten passenden Aufsatzes, so gering wie möglich gehalten werden (kleiner 0,5 Kubikzentimeter).

Das spezielle Haltegerät zur Fixierung der Inlays bis zur Aushärtung des Zements und ihrer parallelen Ausrichtung, empfiehlt der Hersteller nur für den dorsalen Zugang. Es hat sich jedoch hier auch für den lateralen Zugang bewährt.

Der proximale u-förmige Prothesenteil wird nun radial mit einer Polyäthylenkappe versehen und in die Grundphalanx eingebracht. Der distale wird, mit zwei Polyäthylenscheiben besetzt, in die Mittelphalanx eingeführt. Das Zusammensetzen erfolgt durch Streck- und Beugebewegungen. Zuletzt wird die Achse eingesteckt, die dem ganzen System Halt gibt und der ulnare Aufsatz befestigt.

Falls die palmare Platte inzidiert wurde, wird sie jetzt wieder rekonstruiert. Die Operateure verwendeten hierzu resorbierbares monofiles Nahtmaterial der Stärke 5,0. Auch das Seitenband wird wieder genäht, um das Implantat zu bedecken. Stabilitätsgründe stehen hier nicht im Vordergrund.

Bei insuffizienter palmarer Platte kann es aufgrund des fehlenden streckseitigen Anschlages zur Überstreckung kommen. Daher sollte postoperativ, insbesondere nach Inzision der palmaren Platte, eine Beugekontraktur von zehn Grad angestrebt werden, um einer Schwanenhalsdeformität vorzubeugen.

2.4. Studienprotokoll

Im Rahmen einer prospektiven, kontrollierten klinischen Studie sollte die Zuverlässigkeit der Digitos-Prothese im postoperativen Langzeitverlauf überprüft werden. Die Indikation zur Implantation bestand in schmerzhaften Mittelgelenksarthrosen. Der Hersteller empfiehlt das Einsetzen der Prothese bei Patienten ab einem Alter von 40 Jahren. Entsprechend wurde das Mindestalter festgesetzt. Weiterhin wurden zur Teilnahme an der Studie vorausgesetzt: Ein intaktes Extensoren- und Flexorensystem, eine stabile palmare Platte und ein unbeschädigter Weichteilmantel. Ausschlusskriterien bestanden dementsprechend in ungenügenden Weichteilen, Läsionen der Streck- oder Beugesehnen und einer palmaren Instabilität. Patienten mit postinfektiöser Arthrose wurden ebenfalls aus der Studie ausgeschlossen.

Die Patienten wurden präoperativ sowie postoperativ nach drei, 12, 24, 36 und 48 Monaten einbestellt und untersucht. Es wurden bei jedem betroffenen Gelenk jeweils Streckung und Beugung nach der Neutral-Null-Methode gemessen und daraus der Bewegungsumfang errechnet. Zur Dokumentation der Implantatlage wurden jeweils Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen angefertigt. Das besondere Interesse bei der Beurteilung richtete sich auf Osteolysen, eine Implantatsinterung oder -luxation und einen Implantatbruch. Die Einschätzung der Beschwerden wurde von den Patienten selbst vorgenommen, wobei zwischen schmerzfrei, Belastungsschmerz und Ruheschmerz unterschieden wurde. Gleichfalls wurden die Patienten zu dem jeweiligen Zeitpunkt befragt, ob sie den Eingriff erneut durchführen lassen würden.

2.5. Patientenkollektiv

Im Zeitraum von 1996 bis 2000 wurden bei 16 Patienten 19 Fingermittelgelenke durch die Digitos-Endoprothese ersetzt. Davon konnten 14 Patienten, entsprechend 17 prothetisch ersetzten Gelenken, dauerhaft nachuntersucht werden. Bei einer Patientin wurden drei Mittelgelenke der rechten Hand und ein Mittelgelenk der linken Hand operiert. Bei den elf operierten Frauen und drei Männern betrug das Durchschnittsalter bei der präoperativen Eingangsuntersuchung 65 Jahre (48 - 78 Jahre). Jeweils siebenmal handelte es sich um den Zeigefinger, sechsmal um den Mittelfinger und viermal um den Ringfinger. Die Indikation bestand sechzehn Mal in einer schmerzhaften Funktionseinschränkung als Folge einer idiopathischen Arthrose. Einmal wurde sie bei einer posttraumatischen Arthrose als Folge einer Mittelgelenksluxation mit anschließender Subluxationsfehlstellung gestellt.

2.6. Postoperative Nachsorge

Perioperativ erhielten die Patienten eine Antibiotikaprophylaxe. Die postoperative frühfunktionelle Mobilisation konnte beim lateralen Zugang sofort beginnen, da das Extensoren- und Flexorensystem keinem rekonstruktivem Eingriff unterlag. So trugen unsere Patienten tagsüber in den ersten beiden postoperativen Wochen bis zum Fadenzug nur einen Fingerverband. Nachts wurde das Mittelgelenk in zehn Grad Beugung mit Hilfe einer palmaren Hohlhand-Finger-Schiene ruhiggestellt. Ab der ersten postoperativen Woche wurden Beugung und Streckung sowohl passiv beübt als auch aktiv geübt. Die Streckung durfte dabei nur bis zu einer Anbeugung von zehn Grad erfolgen. Das krankengymnastische Vorgehen musste an die Wundheilung angepaßt werden, um protrahierte Schwellung durch Übereifer und Hautschäden mit möglicher sekundärer Superinfektion zu vermeiden. Eine Belastung während der ersten sechs postoperativen Wochen war kontraindiziert. Anschließend waren Alltags- und Berufsbelastung erlaubt. Insgesamt befanden sich die Patienten im Mittel vier Tage in unserer stationären, anschließend noch vier bis acht Wochen in unserer ambulanten Behandlung.

2.7. Komplikationen

Postoperativ trat bei einer Patientin eine Wundheilungsstörung auf, die jedoch nach einmaliger Revision und antibiotischer Therapie zur Ausheilung gebracht werden konnte. Bei derselben Patientin kam es aufgrund einer Läsion des Strecksehnenmittelzügels zu einer Knopflochdeformität, die jedoch keiner weiteren Therapie zugeführt wurde, da die Patientin die Deformität des nun schmerzfrei belastbaren Fingers akzeptierte.

2.8. Statistik

Bei einer Fallzahl von 17 wurde für das Streckdefizit, die Beugung und den Bewegungsumfang jeweils der Median an den sechs Untersuchungsterminen errechnet. Mit Hilfe des Statistikprogramms Stat View (SAS Institute Inc.) erfolgte die graphische Darstellung in Boxplots unter Angabe des Medians, der 25. und 75. Perzentile (Box) sowie der 10. und 90. Perzentile (Balken). Die entscheidenden Unterschiede zwischen den Werten präoperativ und drei Monate postoperativ, präoperativ und 48 Monate postoperativ sowie drei Monate und 48 Monate postoperativ wurden mit Hilfe des Wilcoxon Signed Rank Tests hinsichtlich ihrer Signifikanz getestet. Das Signifikanzniveau lag bei fünf Prozent. Aufgrund der geringen Fallzahl hat der Test aber lediglich einen explorativen Charakter.

Da in der Literatur ausschließlich der Mittelwert angegeben wird, findet sich dieser einschließlich der Standardabweichung ergänzend auch in vorliegender Arbeit.

Hinsichtlich des radiologischen Befundes und der subjektiven Kriterien, d.h. Belastungs- und Ruheschmerz sowie Patientenzufriedenheit erfolgte die Auswertung deskriptiv mit Darstellung von Häufigkeitsverteilungen. Aufgrund der kleinen Fallzahl wurde bei diesen Parametern auf eine Analyse mit statistischen Tests verzichtet.

3. Ergebnisse

3.1. Beweglichkeit

Die Werte für Streckung und Beugung und die daraus resultierenden Bewegungsumfänge in den betroffenen Mittelgelenken der einzelnen Patienten zu den jeweiligen Untersuchungsterminen sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die aus den Werten der einzelnen Patienten errechneten Mediane finden sich in Tabelle 2. Zum Vergleich der Werte mit der Literatur wurde zusätzlich der Mittelwert errechnet (Tab. 3). Alle Werte im nachfolgendem Text werden im Median angegeben.

Es zeigt sich, dass das Streckdefizit postoperativ um zehn Grad zunimmt, die nächsten 24 Monate bleibt es dann konstant bei 20 Grad (Abb. 2). Ab dem 36. Monat nimmt die Streckung weiter kontinuierlich um fünf Grad pro Jahr ab. Vier Jahre postoperativ liegt die Streckung 20 Grad unter dem präoperativen Wert.

Die Beugefähigkeit lässt sich zunächst durch den prothetischen Gelenkersatz deutlich verbessern (Abb. 3). Im Vergleich zum präoperativen Wert ist der Wert bei der Nachuntersuchung drei Monate postoperativ 20 Grad größer. Allerdings verzeichnet sich bereits nach Abschluss des ersten postoperativen Jahres ein Rückgang um zehn Grad. In den zwei folgenden Jahren verringert sich die Beugung jeweils um fünf Grad und liegt im letzten Jahr gleichbleibend bei 65 Grad. Dies entspricht dem präoperativen Niveau.

Insgesamt fällt auf, dass sich, abgesehen vom letzten Jahr, sowohl Beugung als auch Streckung ab dem zweiten postoperativen Jahr im Median um fünf Grad pro Jahr verschlechtern.

Für das Bewegungsausmaß der Mittelgelenke bedeutet das nach einem vorübergehenden postoperativen Anstieg um 15 Grad, eine Rückkehr auf das präoperative Niveau nach Ablauf eines Jahres (Abb. 4). In den Folgejahren sinkt der Bewegungsumfang weiterhin kontinuierlich um fünf Grad pro Jahr. Letztendlich liegt er vier Jahre postoperativ mit 35 Grad 15 Grad unter dem präoperativen Wert.

Tab. 1: Aktive Streckung und Beugung im Mittelgelenk (PIP) nach der Neutral-Null-Methode präoperativ (präOP) und postoperativ nach drei, 12, 24, 36 und 48 Monaten (Mo.) [Grad].

Patient	Geschlecht	Alter	Gelenk	Streckung/ Beugung [Grad]					
				präOP	3 Mo.	12 Mo.	24 Mo.	36 Mo.	48 Mo.
1	m	48	PIP 2 li.	0/0/50	0/20/90	0/20/80	0/20/85	0/25/75	0/30/75
2	w	78	PIP 3 re.	0/30/90	0/35/100	0/35/95	0/35/90	0/30/85	0/30/75
3/1	w	61	PIP 4 re.	0/0/55	0/10/90	0/10/70	0/10/65	0/10/65	0/10/65
3/2	w	61	PIP 3 re.	0/0/60	0/0/95	0/0/75	0/0/70	0/15/70	0/15/60
3/3	w	61	PIP 2 re.	0/20/50	0/0/85	0/0/65	0/0/45	0/10/40	0/10/40
3/4	w	62	PIP 2 li.	0/15/65	0/40/80	0/40/85	0/40/90	0/40/80	0/45/80
4	w	69	PIP 3 li.	0/25/75	0/35/80	0/25/70	0/25/65	0/25/65	0/30/60
5	w	59	PIP 4 re.	0/10/50	0/20/70	0/20/65	0/20/60	0/20/60	0/20/55
6	w	61	PIP 2 li.	0/0/70	0/30/80	0/30/80	0/30/80	0/35/70	0/40/70
7	w	56	PIP 3 li.	0/20/60	0/45/70	0/30/70	0/30/65	0/40/60	0/40/60
8	w	49	PIP 2 re.	0/10/80	0/15/90	0/20/70	0/20/65	0/25/65	0/25/65
9	w	57	PIP 4 re.	0/10/60	0/20/85	0/20/70	0/20/70	0/20/65	0/25/60
10	w	63	PIP 4 re.	0/20/70	0/25/90	0/30/80	0/30/75	0/30/75	0/30/65
11	w	71	PIP 3 li.	0/25/75	0/20/85	0/25/80	0/30/70	0/30/70	0/30/65
12	w	52	PIP 2 re.	0/5/70	0/15/90	0/15/80	0/15/75	0/20/75	0/20/75
13	m	58	PIP 2 re.	0/0/65	0/15/85	0/20/75	0/20/65	0/25/65	0/25/65
14	m	65	PIP 3 re.	0/10/55	0/20/75	0/25/70	0/25/70	0/30/65	0/30/65

Tab. 2: Streckdefizit, Beugung und Bewegungsumfang der Mittelgelenke präoperativ (präOP) und postoperativ nach drei, 12 und 24, 36 und 48 Monaten (Mo.) im Median [Grad].

	präOP	3 Mo.	12 Mo.	24 Mo.	36 Mo.	48 Mo.
Streckung	10	20	20	20	25	30
Beugung	65	85	75	70	65	65
Bewegungsumfang	50	65	50	45	40	35

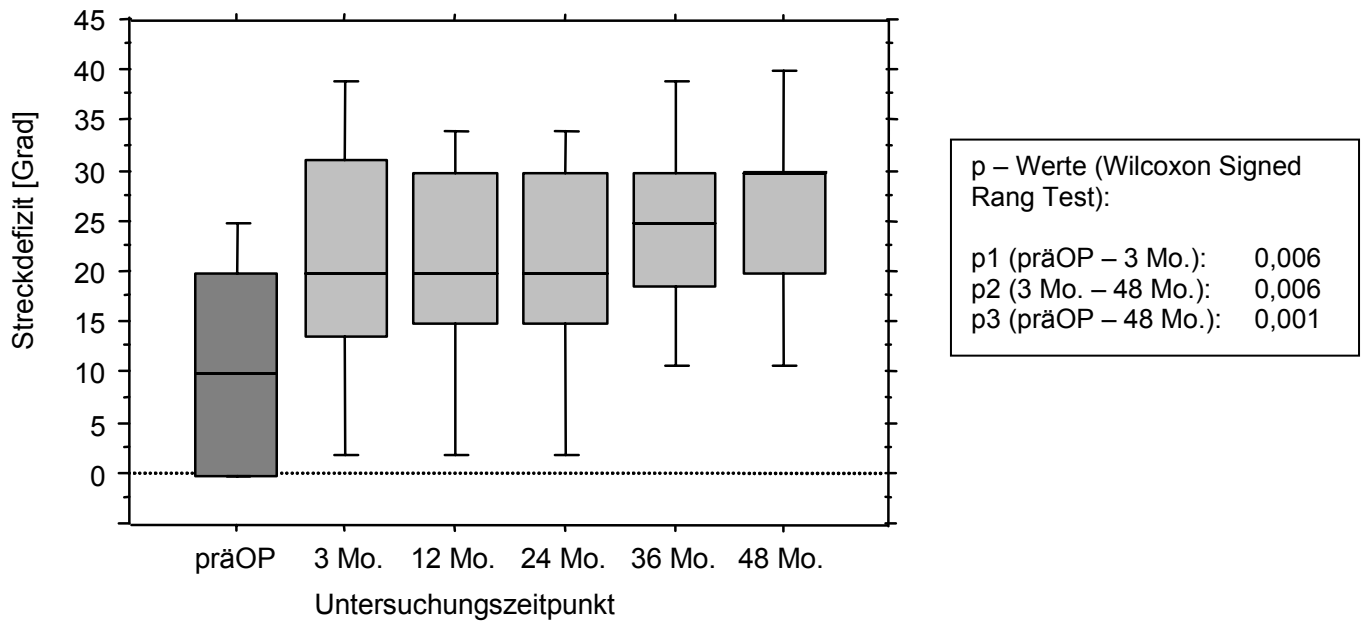


Abb. 2: Graphische Darstellung des Streckdefizits präoperativ (präOP) und postoperativ nach drei, 12, 24, 36 und 48 Monaten (Mo.). Die Zunahme des Streckdefizits drei Monate postoperativ war signifikant. Ebenso die weitere Zunahme 48 Monate postoperativ im Vergleich zu drei Monaten postoperativ.

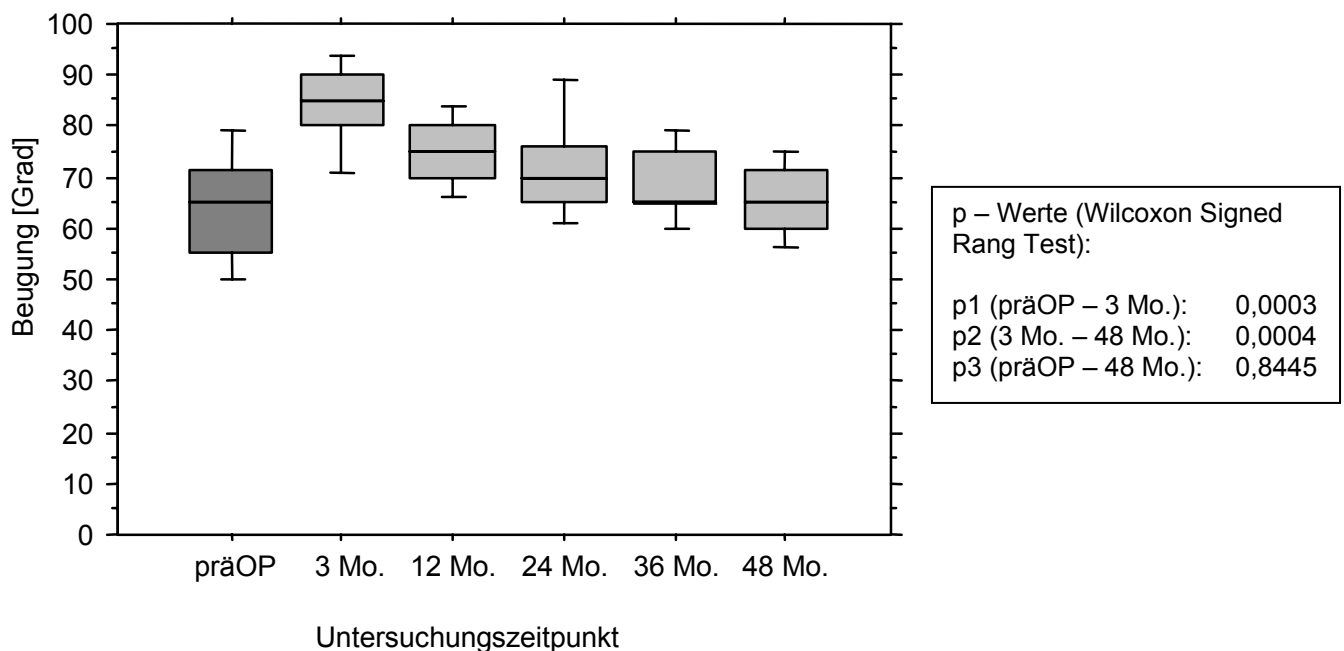


Abb. 3: Graphische Darstellung der Beugung präoperativ (präOP) und postoperativ nach drei, 12, 24, 36 und 48 Monaten (Mo.). Die Verbesserung der Beugung drei Monate postoperativ war signifikant. Ebenso aber auch die erneute Verschlechterung beim Vergleich der Werte 48 Monate und drei Monate postoperativ. Letztlich entspricht die Beugung 48 Monate postoperativ dem präoperativen Niveau.

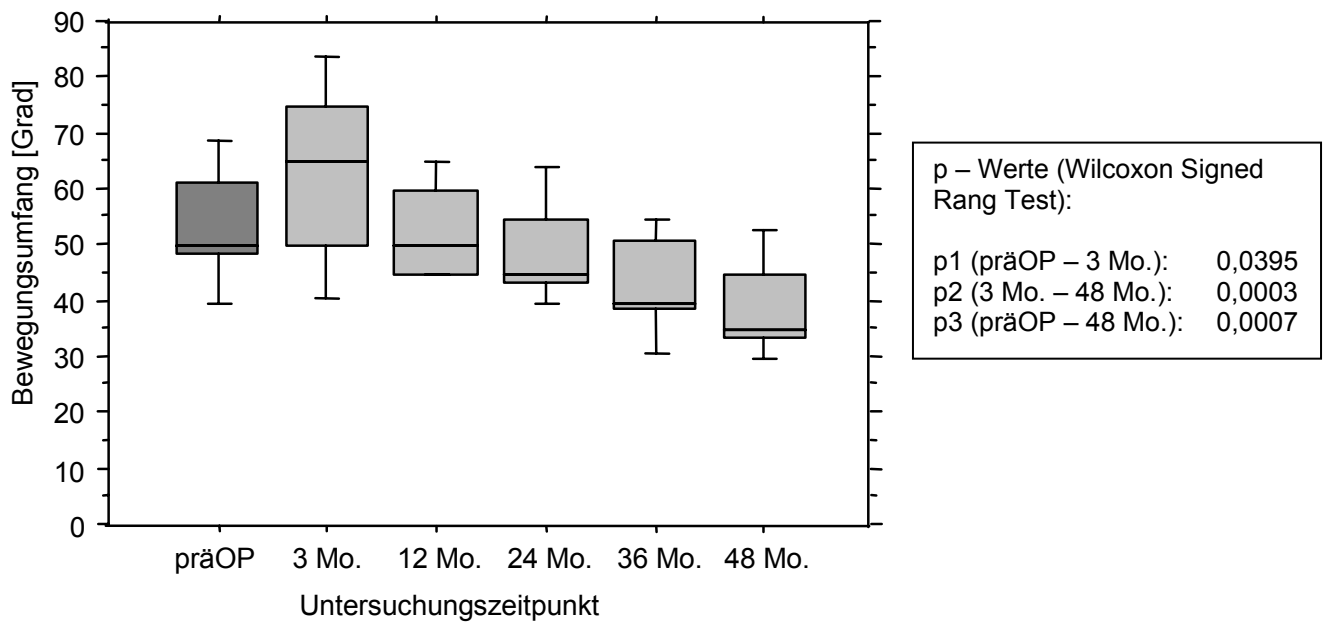


Abb. 4: Graphische Darstellung des Bewegungsumfangs präoperativ (präOP) und postoperativ nach drei, 12, 24, 36 und 48 Monaten (Mo.). Die Verbesserung des Bewegungsumfangs drei Monate postoperativ war signifikant. Ebenso aber auch die erneute Verschlechterung beim Vergleich der Werte 48 Monate und drei Monate postoperativ. Dadurch war letztlich der Bewegungsumfang 48 Monate postoperativ signifikant schlechter als präoperativ.

Tab. 3: Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) für das Streckdefizit, die Beugung und den Bewegungsumfang der Mittelgelenke präoperativ (präOP) und postoperativ nach drei, 12, 36 und 48 Monaten (Mo.) [Grad].

	präOP		3 Mo.		12 Mo.		24 Mo.		36 Mo.		48 Mo.	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Streckdefizit	12	10,1	21	12,6	21	10,9	22	11,0	25	8,9	27	9,8
Beugung	65	11,4	85	8,2	75	7,8	71	11,2	68	9,9	65	9,3
Bewegungsumfang	53	11,0	63	17,5	54	9,3	49	9,4	42	9,7	38	9,0

3.2. Radiologischer Befund

In den ersten 24 Monaten postoperativ zeigten die Prothesen radiologisch einen regelrechten Sitz ohne Lockerungszeichen. Nach 36 Monaten fanden sich jedoch bei 15 Prothesen periprothetische Osteolysesäume, welche im Verlauf von 48 Monaten eine diskrete Zunahme zeigten. Zudem waren dann auch bei den verbliebenen zwei Prothesen Osteolysen zu erkennen (Tab. 4). Die Osteolysesäume fanden sich sowohl um die proximale als auch um die distale Prothesenkomponente (Abb. 7).



Abb. 5: Rechter Ringfinger einer 61-jährigen Patientin mit Mittel und Endgelenksarthrose. Präoperative Röntgenbilder in zwei Ebenen. Die Beweglichkeit beträgt 0/0/50 Grad.

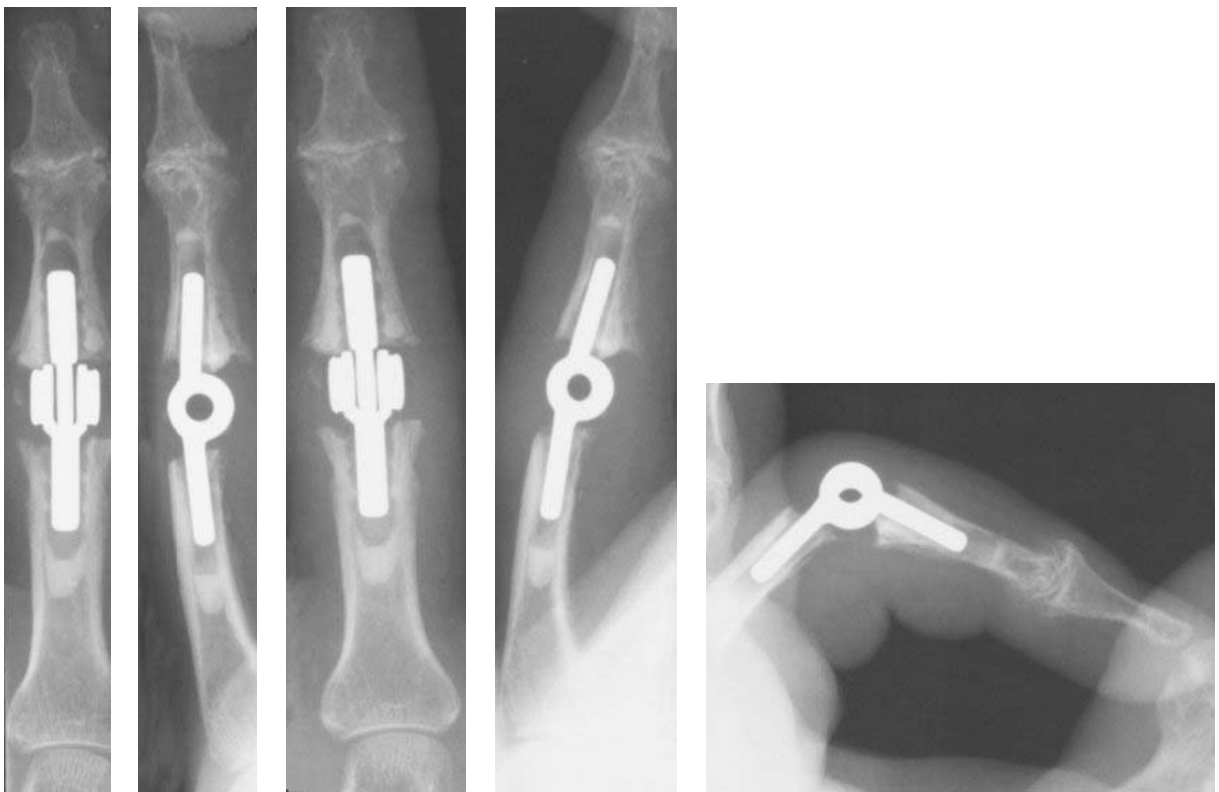


Abb. 6: Rechter Ringfinger der gleichen Patientin drei Monate (links) und 24 Monate (rechts) postoperativ. Seitliche Ebene in aktiver Streckung und Beugung (0/10/65 Grad). Das Endgelenk ist in Neutralstellung eingesteift.



Abb. 7: Verlauf nach 36 Monaten (links) und 48 Monaten (rechts). Osteolysen nach 36 Monaten mit Zunahme nach 48 Monaten.

Bei vier Patienten waren 36 Monate postoperativ osteophytäre Anlagerungen im gelenknahen Bereich der Grund- und Mittelphalanx festzustellen, deren Ausprägung sich im Folgejahr noch leicht verstärkte (Tab. 4, Abb. 8). Bei zwei der genannten Gelenke mit Osteophyten handelte es sich um die Zeigefinger, und es war gleichzeitig eine leichte Ulnardeviation mit einer maximalen Abweichung von 20 Grad aufgefallen, die jedoch im vierten postoperativen Jahr auf gleichem Niveau stabil blieb (Abb. 8). Es fanden sich keine Hinweise für eine Luxation der Prothese, einen Materialabrieb oder gar einen Material- oder Knochenbruch (Tab. 4).



Abb. 8: Zunehmende Osteophytenbildung nach 36 Monaten links und 48 Monaten rechts im Bild am Zeigefinger einer Patientin. Leichte Ulnardeviation nach 48 Monaten.

Tab. 4: Pathologische Befunde im Röntgenbild drei, 12, 24, 36 und 48 Monate (Mo.) postoperativ (Prothesenzahl n = 17).

	3 Mo.	12 Mo.	24 Mo.	36 Mo.	48 Mo.
Lysezeichen	0	0	0	15	17
osteophytäre Anlagerungen	0	0	0	4	4
Achsabweichung	0	0	0	2	2
Prothesensinterung	0	0	0	0	0
Prothesenluxation	0	0	0	0	0
Kortikalisperforation	0	0	0	0	0
Materialbruch	0	0	0	0	0

3.3. Stabilität und Führung

Mit der Digitos-Prothese konnten Achsabweichungen zuverlässig ausgeglichen werden.

Im gesamten Beobachtungszeitraum fanden sich keine klinischen Lockerungszeichen, die Gelenke waren stets stabil geführt. Mit Ausnahme zweier Zeigefinger mit einer leichten Ulnardeviation von maximal 20 Grad, waren keinerlei Achsenfehlstellungen zu verzeichnen. Auch diese Gelenke zeigten eine stabile Führung.

Bei einem Finger bestand postoperativ bei einer Insuffizienz des medialen Zügels am Streckapparat eine Knopflochdeformität.



Abb. 9: 61-jährige Patientin mit einer posttraumatischen Arthrose des Zeigefingermittelgelenkes links. Das präoperative Bild zeigt eine Subluxationsstellung des Gelenks.

3.4. Schmerzsymptomatik und Patientenzufriedenheit

Präoperativ litten, bezogen auf das zur Operation anstehende Gelenk, elf Patienten unter Belastungsschmerzen und drei Patienten unter Ruheschmerzen (Tab. 5). Postoperativ waren nahezu alle Patienten über den gesamten Beobachtungszeitraum beschwerdefrei. Sie kamen im Rahmen der normalen Alltagsbelastung gut zurecht. Mit Ausnahme eines Patienten, der präoperativ unter Ruheschmerzen gelitten hatte und postoperativ weiterhin anhaltende Belastungsschmerzen angab, insbesondere bei Tätigkeiten mit Vibration. Außerdem bestand eine deutliche Wetterfühlbarkeit. Dennoch konnte der Patient postoperativ wieder in seinem alten Beruf als Monteur für Verdunklungsanlagen arbeiten.

Nach 48 Monaten gab eine Frau, die zunächst beschwerdefrei gewesen war, erstmals Belastungsschmerzen an, doch auch sie war weiterhin subjektiv zufrieden. Insgesamt war das gesamte Kollektiv subjektiv sehr zufrieden, die Patienten geben eine gute Belastbarkeit an. Eine Patientin spielt problemlos nach Versorgung mit drei Gelenksprothesen an den Fingermittelgelenken zwei bis vier der rechten Hand wieder Tennis.

Alle Patienten gaben zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten an, dass sie den Eingriff erneut durchführen lassen würden.

Tab. 5: Belastungsschmerz, Ruheschmerz und subjektive Zufriedenheit präoperativ (präOP) und postoperativ nach drei, 12, 24, 36 und 48 Monaten (Mo.) (Patientenzahl n = 14).

	präOP	3 Mo.	12 Mo.	24 Mo.	36 Mo.	48 Mo.
Belastungsschmerz	11	1	1	1	1	2
Ruheschmerz	3	0	0	0	0	0
subjektive Zufriedenheit	-	14	14	14	14	14

3.5. Beantwortung der eingangs gestellten Fragen

Im Hinblick auf die eingangs gestellten Fragen können folgende Antworten formuliert werden:

1. Wie verändert sich das Bewegungsausmaß im zeitlichen Verlauf?

Präoperativ besteht an den betroffenen Gelenken einen Bewegungsumfang von 50 Grad im Median. Drei Monate postoperativ verzeichneten wir einen vorübergehenden Anstieg auf 65 Grad, nach Ablauf eines Jahres einen Rückgang auf das präoperative Niveau. Zu den Zeitpunkten 24, 36, 48 Monate postoperativ zeigte sich einen weiteren jährlicher Bewegungsverlust um fünf Grad, um letztlich vier Jahre postoperativ mit 35 Grad 15 Grad unter dem präoperativen Niveau zu liegen.

2. Treten Lockerungszeichen, Fehlstellungen, Luxationen oder Implantatbrüche auf?

Während sich zu keinem Zeitpunkt klinische Lockerungszeichen fanden, konnten nach 36 Monaten bei 15 Prothesen radiologisch Osteolysesäume nachgewiesen werden. Nach weiteren 12 Monaten fanden sich bei allen Patienten proximale und distale Osteolysesäume.

Eine Fehlstellung im Sinne einer Ulnardeviation von maximal 20 Grad trat bei zwei Zeigefingern nach 36 Monaten auf, eine Knopflochdeformität bei postoperativer Insuffizienz des medialen Zügels am Streckapparat bestand bei einem Finger. Ansonsten war keinerlei Achsabweichung festzustellen, die Gelenke waren stets stabil geführt.

Ebenfalls 36 Monate postoperativ fielen bei vier Mittelgelenken osteophytäre Anlagerungen im Bereich der Grund- und Mittelphalanx auf, deren Ausprägung sich im Folgejahr noch leicht verstärkte.

Es zeigten sich keine Hinweise für eine Prothesenluxation, einen Materialabrieb oder gar Material- und Knochenbruch.

3. Wie verhalten sich die Schmerzsymptomatik und die subjektive Zufriedenheit in genanntem Zeitraum?

Lediglich zwei Patienten gaben Belastungsschmerzen an, davon ein Patient unmittelbar postoperativ, die andere Patientin erst nach 48 Monaten. Insgesamt waren alle Patienten subjektiv sehr zufrieden, so dass sie den Eingriff erneut durchführen lassen würden.

4. Diskussion

4.1. Diskussion der Methode

In der vorliegenden Arbeit soll anhand verschiedener objektiver und subjektiver Kriterien der Behandlungserfolg nach Versorgung der schmerzhaften Fingermittelgelenksarthrose mit der Digitos-Endoprothese überprüft werden. 17 Protheseneinsätzen wurden über einen Zeitraum von vier Jahren an fünf Kontrollterminen nachuntersucht. Trotz der geringen Fallzahl erlaubt die Erfassung der Befunde im zeitlichen Verlauf Feststellungen, die bei anderen Studien nicht möglich sind. Denn häufig wird hier aus den Werten einer großen Spanne von Nachuntersuchungszeitpunkten ein Mittelwert gebildet. Einzelinformationen über den Verlauf der Untersuchungsparameter gehen so verloren.

Die höheren Fallzahlen anderer Studien rühren meist daher, dass die Prothesen schon längere Zeit auf dem Markt sind. Aufgrund der geringen Fallzahl dieser Arbeit wurde der Median bestimmt. Die Werte werden in der Diskussion überwiegend mit Mittelwerten verglichen. Zur Verdeutlichung bzw. zum besseren Vergleich wurde im Ergebnisteil daher zusätzlich der Mittelwert angegeben.

Eine genaue Erhebung zur Beurteilung des postoperativen Schmerzverlaufes mittels standardisierten Skalen und eine genaue Differenzierung der alltäglichen Belastung wären wünschenswert. Allerdings erübrigt sich dies in unserer Studie, da fast alle Patienten postoperativ völlig beschwerdefrei waren.

4.2. Diskussion der eigenen Ergebnisse

Betrachtet man nur den Beobachtungszeitraum von zwei Jahren, hätte sich die Digitos-Prothese zur Behandlung von Fingermittelgelenksarthrosen bestens bewährt. Die Scharnierprothese bot einen zuverlässigen Ausgleich von Deformitäten und erlaubte eine stabile seitliche Führung, ohne dass sich radiologisch Hinweise für Osteolysen ergaben. Der Bewegungsumfang von 45 Grad im Median (Mittelwert 49 Grad), bei einem Ausgangsniveau von 50 Grad im Median (Mittelwert 53 Grad) bedeutete ein gutes funktionelles Ergebnis, obwohl die Beweglichkeit im Verlauf

bereits eine abnehmende Tendenz erkennen ließ. In den Ergebnissen des nachfolgenden Untersuchungszeitraumes von 36 und 48 Monaten zeigte sich jedoch, dass sich dieser Trend weiter fortsetzte. Letztlich lag der Bewegungsumfang nach 48 Monaten im Median bei 35 Grad. Er reduzierte sich damit deutlich gegenüber dem Ausgangswert. Auch wenn sich nach einem vorübergehendem Anstieg des Bewegungsumfanges auf maximal 65 Grad im Median, der Großteil der Reduktion schon innerhalb der ersten 12 Monate auf den Ausgangswert von 50 Grad vollzog, war auch anschließend eine kontinuierliche Verminderung zu verzeichnen, so dass man von einer zunehmenden Einsteifung durch Vernarbungsprozesse ausgehen kann.

Interessant ist, dass die Streckfähigkeit innerhalb der ersten 24 Monate konstant blieb und erst anschließend zunehmend verloren ging. Im Vergleich dazu ließ die Beugefähigkeit vor allem in den ersten 36 Monaten nach, und zeigte dann eher geringgradig rückläufige Werte.

Im Zweijahres-Intervall waren keine Osteolysen, keine Implantatlockerungen und keine Fehlstellungen aufgetreten. In der Folgezeit waren nach 36 Monaten bei 15 implantierten Prothesen, nach 48 Monaten bereits bei allen radiologisch Osteolysen nachweisbar. Im Verlauf waren diese jeweils leicht zunehmend. Bisher zeigten sich jedoch keine klinischen Lockerungszeichen.

Es wird deutlich, dass das modulare System, das Zugkräfte neutralisiert, einen gewissen Vorteil besitzt. Die verbleibenden Druck-, Biegungs- und Torsionskräfte, die nicht neutralisiert werden, werden jedoch weiterhin auf den angrenzenden Kochen übertragen; mit dem Ergebnis, dass sich auch bei der Digitos-Prothese langfristig die biomechanischen Nachteile eines verblockten Systems zeigen. Ob nun die radiologisch nachweisbaren Osteolysen auch in klinische Lockerungszeichen münden oder ob diese durch bindegewebige Vernarbungen und den daraus resultierenden Einsteifungen ausbleiben, können nur weitere Folgeuntersuchungen zeigen. Hinsichtlich der möglicherweise drohenden Auslockerung sollte erwähnt werden, dass im Rahmen der ersten Erfahrungen festgestellt werden konnte, dass die Polyäthyleninlays relativ groß dimensioniert waren, was beim Präparieren der Schäfte immer wieder einen nicht unerheblichen Substanzverlust mit Ausdünnung der Kortikalis bedeutete. Als Rückzugsmöglichkeit bleibt daher nach Prothesenentfernung nur die Spanarthrodese. Bei besonders zierlichen Händen ist

aus demselben Grund der Fingermittegelenkersatz auch mit dem kleinsten Digitos Implantat nicht möglich.

Bis auf eine leichte Achsendeviation zweier Zeigefingern, assoziiert mit Osteophytenbildung, traten allerdings keine weiteren, schwerwiegenderen Komplikationen, wie Materialbruch oder Kortikalisperforation, auf.

Hinsichtlich der drohenden Auslockerung in der Zukunft, sollte erwähnt werden, dass im Rahmen der ersten Erfahrungen festgestellt werden konnte, dass bei relativ großer Dimensionierung der Polyäthyleninlays, als Rückzugsmöglichkeit nach Prothesenentfernung nur die Spanarthrodese bleibt. Darauf sollten die Patienten bereits im Aufklärungsgespräch hingewiesen werden.

Insgesamt muss man der Digitos-Prothese zugestehen, dass die Patienten, trotz der genannten Nachteile, über einen langen Zeitraum sehr zufrieden waren. Alltägliche Tätigkeiten konnten wieder schmerzfrei ausgeführt werden, was einen Zugewinn an Lebensqualität bedeutet, der nicht zu unterschätzen ist.

Allerdings muß man einräumen, dass es sich bei fast allen Personen aus unserem Kollektiv um Patienten mit manuell wenig belastenden Tätigkeiten handelt. Lediglich ein Mann, der in einem handwerklichen Beruf als Monteur arbeitet, belastet seine Hand stark. Er ist vor allem bei Tätigkeiten mit Vibration nicht schmerzfrei.

4.3. Diskussion der Literatur

Im nachfolgenden Text sollen die anderen früheren bzw. aktuellen Modelle, die publizierten Vor- und Nachteile sowie ihre Funktion dargestellt werden und die Ergebnisse, soweit möglich, mit denen dieser Arbeit kritisch verglichen werden.

4.3.1. Vergleich mit gekoppelten Prothesen

Wie bereits eingangs erwähnt, führte der erste von Brannon und Klein entwickelte Fingergelenktotalsatz bereits zehn bis zwölf Monate postoperativ zu Knochenresorptionen mit nachfolgendem Einsinken der Prothese, Fingerverkürzung und Bewegungsverlust. Brannon und Klein versuchten damals dieses Einsinken nach der unvermeidlichen Knochenresorption durch das Anbringen von Haftklammern zu verhindern, was sich jedoch als wenig nützlich erwies [4].

Der Hauptgrund für die Knochenresorption dürfte, neben der bei Titan-Titan-Gelenkpaarung auftretenden Metallose, vor allem in der durch die Kopplung entstehenden, ungedämpften Krafterleitung auf den Knochen liegen. Zudem waren die Stiele relativ kantig konfiguriert, so dass „lokal Druckspitzen auftreten, die nach dem Wolfschen Transformationsgesetz zu einer Osteolyse führen können“ [38].

Flatt und Mitarbeiter setzten 75, ebenfalls zementfrei verankerte Scharnierprothesen, in das proximale Interphalangealgelenk ein. Dabei erreichten sie zwar in einem mittlerem Nachuntersuchungszeitraum von 6,2 Jahren einen mittleren Bewegungsumfang von 36 Grad und Beschwerdefreiheit, jedoch mussten 15 Prozent der Prothesen in diesem Intervall hauptsächlich aufgrund von Implantatbruch, knöcherner Auswanderung oder gar Kortikalisperforation entfernt werden [11].

Zachariae und Mitarbeiter verzeichneten bei der Verwendung der Flatt-Prothese bereits sechs Monate postoperativ bei einigen Patienten und spätestens 2,5 Jahre postoperativ bei allen ausgeprägte periprothetische Osteolysen und Einsintern [44].

Die gleichen biomechanischen Probleme führten letztendlich zum Versagen bei dem St. Georg-Modell. Es handelt sich hier um eine zementierte gekoppelte Metall-Polyäthylenprothese, basierend auf dem low-friction Prinzip nach Charnley, d.h. durch den reinen Metall - Kunststoff - Kontakt werden Abrieb und Bewegungsreibung im Vergleich zum Metall - Metall - Kontakt wesentlich herabgesetzt. [39].

In einer Studie von Bontemps und Tillmann findet man mit 30 Prozent eine relativ hohe Zahl an mechanischen Komplikationen im Sinne von Lockerung, Luxation oder Fraktur der Prothese. Die Autoren empfahlen diese Methode aufgrund der hohen Komplikationsrate bei relativ bescheidenem Erfolg nicht mehr [1].

Die Digitos-Prothese stellt eine Weiterentwicklung der bisherigen Scharnierprothesen dar. Es handelt sich um ein modulares Prinzip, bei dem Metallstifte in Polyäthylenaufsätzen gleiten können, wodurch Zugkräfte neutralisiert werden, d.h. nicht mehr direkt auf den Knochen einwirken. Dies ist ein wesentlicher Faktor, weshalb bei unserem Probandenkollektiv Osteolysen erst nach dem dritten bzw. vierten postoperativen Jahr auftraten, während dies bei den genannten Modellen bereits innerhalb des ersten Jahres der Fall war.

In dieser Hinsicht stellt das modulare Prinzip eine relativ erfolgreiche und sinnvolle Weiterentwicklung dar, weil der Zeitpunkt bis zum Auftreten der ersten Osteolysen verschoben werden konnte. Die verspätet auftretenden Knochenresorptionen bei der Digitos-Prothese wurden verursacht durch Druck-, Biege- und Torsionskräfte, welche nicht neutralisiert wurden.

Die IAD-Prothese (implant articulaire digital) von Moutet und Mitarbeitern ist ebenfalls eine Neuentwicklung einer Scharnierprothese. Die Komponenten bestehen nicht aus Metall-Polyäthylen wie bei der Digitos-Prothese, sondern aus Titan-Pryocarbon. Die kurzen Stiele werden direkt einzementiert. Die Prothese besitzt im Gegensatz zur Digitos-Prothese einen dorsalen Anschlag, so dass eine Hyperextension nicht möglich ist [32].

Ein Vergleich mit der biomechanisch ähnlichen Prothese mit der Digitos-Prothese wäre besonders interessant, ist jedoch schwierig, da auch in dieser Studie die Ergebnisse der 13 Patienten und die Nachuntersuchungszeiträume (minimal ein Jahr, maximal vier Jahre) gemittelt wurden. In dem durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von 20 Monaten ließen sich noch keine Osteolysen nachweisen. Lediglich in einem Fall kam es zu einer Prothesenlockerung mit einer deutlichen Rotationsinstabilität. 85 Prozent waren postoperativ völlig schmerzfrei. Die restlichen 15 Prozent gaben noch Belastungsschmerzen an.

Der präoperative Bewegungsumfang lag bei nur 13,75 Grad, der postoperative bei 47 Grad. Der Bewegungsumfang ist vergleichbar mit dem mittleren Zweijahresergebnis der Digitos-Prothese mit 45 Grad im Median (Mittelwert 49,1

Grad). Nach dieser Zeit waren auch mit der Digitos-Prothese keine Osteolysen aufgetreten. Ein direkter Vergleich der beiden Prothesen oder Aussagen über eventuelle biomechanische Vorteile wäre nur möglich, wenn auch für die IAD-Prothese Daten über einen längeren Beobachtungszeitraum vorliegen würden.

4.3.2. Vergleich mit dem Silikonplatzhaltern

Die Resektionsarthroplastik mit dem Einbringen von Silastikplatzhaltern nach Swanson spielt eine dominierende Rolle bei der Behandlung von Fingermittelgelenksarthrosen rheumatischen Ursprungs [16,19,36,38].

Trotz seiner Flexibilität und einfachen Handhabung weist der Platzhalter zahlreiche Nachteile auf. Der Platzhalter aus Silikonkautschuk wird nach sparsamer Resektion der Gelenkflächen in die vorgearbeiteten intramedullären Kanäle eingesetzt. Es kommt zu keinem festen Einheilen, beim Bewegen gleitet der Verankerungsstiel im Markkanal. Dieser sogenannte Pistoneffekt führt durch die mechanische Reibung zwischen Implantat und Knochen und durch die Abriebpartikel ausgelöste phagozytäre Gewebsreaktion zu Knochenresorptionen. Dadurch kommt es zum Einsinken der Prothese und durch den ungewollten knöchernen Anschlag zur Reduktion des Bewegungsumfanges [16,19]. Auch die bindegewebige Narbe, die sich reaktiv um den Platzhalter bildet, zieht eine Bewegungseinschränkung und unter Umständen eine weitgehende Versteifung nach sich [15,38]. Die funktionellen Ergebnisse der Swanson-Platzhalter werden unterschiedlich beschrieben. Swanson und Mitarbeiter veröffentlichten eine große Langzeitstudie mit einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 5,4 Jahren. Sie erhoben bei 70 Prozent der Patienten einen Bewegungsumfang von über 40 Grad bei einer äußerst geringen Komplikationsrate [41]. Dagegen berichten verschiedene andere Arbeiten bei einem mittleren Nachuntersuchungsintervall von drei bis sieben Jahren von einem mittleren Bewegungsumfang von lediglich 23,6 bis 33,6 Grad [13,14,42]. Betrachtet man bei Foucher nur die Patienten, deren Nachuntersuchungszeitraum größer als drei Jahre ist, reduziert sich der mittlere Bewegungsumfang von 33,6 auf 24,2 Grad [13].

In der Literatur werden verschiedene Komplikationen unterschiedlicher Häufigkeit beschrieben, darunter zystische Knochenveränderungen in 45 Prozent der Fälle, wie sie von Takigawa und Mitarbeitern radiologisch erfasst wurden [42]. Häufig erwähnt werden Lokalreaktionen durch Silikonabriebpartikel im Sinne einer silikoninduzierten Synovitis mit Schwellung und Schmerzen [10,12,19,35]. Diese Komplikation erfordert eine Implantatentfernung und Synovektomie. Ebenso können lange Zeit postoperativ an entfernten Körperregionen Silikonlymphadenopathien auftreten, die eine schwere Krankheit imitieren können. So entwickelte ein Patient 17 Jahre nach Einsatz eines Swanson-Implantates eine axilläre Lymphadenopathie [34].

Während in unserem Kollektiv keine Implantatfraktur auftrat, ist dies bei dem Swanson-Implantat ein häufiges Problem. Lin und Mitarbeiter berichten bei einem Nachuntersuchungsintervall von 3,4 Jahren über eine Bruchrate von sieben Prozent [21]. Iselin und Conti stellten innerhalb eines Beobachtungszeitraumes von 5-23 Jahren bei 20 Prozent Frakturen fest [18]. Die Verwendung des resistenteren HP-100-Silikons konnte dabei die Ergebnisse ebenso wenig verbessern wie die Verwendung von Grommets. Hierbei handelt es sich um Titanschalen im Aufsatzbereich des Implantates [20,28,38]. Auch das modifizierte Sutter-Implantat frakturierte in zehn Prozent der Fälle [26].

Weitere Probleme sind Subluxationen und Dislokationen des Implantates und schlechte Ergebnisse bei vorbestehenden Deformitäten und Deviationen [19,38,41]. In Swansons Studie traten bei 3,8 Prozent Ulnardeviationen auf. Er räumt ein, dass dies vor allem bei Patienten der Fall war, die ihre Hand stärker gebrauchten. Für den Zeigefinger, der durch den Daumen einer erheblichen Seitbelastung ausgesetzt ist, ist das Swanson-Implantat daher unzweckmäßig. Es verformt sich oft und führt zur Ulnardeviation des Zeigefingers mit Überschneidung des Mittelfingers [8].

Die besondere Indikation der Digitos-Prothese für den Einsatz am Zeigefinger wurde bereits von den Herstellern hervorgehoben. Dies konnte durch die Ergebnisse aus unserem Kollektiv bedingt bestätigt werden. Die Digitos-Prothese bot bei den Patienten, bei denen sie am Zeigefinger eingesetzt wurde, einen relativ zuverlässigen Widerstand gegen seitliche Druckkräfte und ermöglichte so einen stabilen Spitz- und Schlüsselgriff. In zwei Fällen kam es jedoch zu einer leichten Ulnardeviation von maximal 20 Grad ohne Progredienz. Die Führung der Gelenke war weiterhin stabil.

Im Gegensatz zur Digitos-Prothese fällt der Swanson-Platzhalter in Langzeitstudien durch Instabilität auf. In der Studie von Gerard wurde bei der Hälfte der 20 nachuntersuchten Finger eine passive, laterale Abweichung von mehr als zehn Grad festgestellt [14].

Vergleichbar mit unseren Ergebnissen waren bei Swanson 98,3 Prozent der Patienten schmerzfrei waren, hingegen gaben bei Foucher 40 Prozent eine Wetterfühligkeit mit kälte- und klimaabhängigen Beschwerden und Belastungsschmerzen an, wodurch sie in ihrer beruflichen Tätigkeit eingeschränkt waren. Insgesamt war aber ein Großteil der Patienten in diesen beiden Arbeiten mit dem Ergebnis zufrieden [13,41].

Der Silikonplatzhalter findet trotz seiner Nachteile sehr häufig Anwendung, was er seiner einfachen operationstechnischen Handhabung und nicht zuletzt dem Mangel an Alternativen zu verdanken ist. Zudem wird er überwiegend bei Rheumatikern eingesetzt, bei denen keine hohen Ansprüche an die Belastbarkeit des Gelenkes bestehen [20].

Auch bei unseren Kollektiv handelte es sich um überwiegend um Patienten mit eher geringer manueller Belastung.

Basierend auf der Hypothese, dass eine stabile Verankerung die Probleme der konventionellen Silikonimplantate wie progressive Knochenzerstörung, Sinterung, silikoninduzierte Synovitis, Implantatfraktur und Verschlechterung des funktionellen Ergebnisses im Laufe der Zeit eliminieren könnte, wurde ein mit Titanschrauben verbundener, flexibler Silikonspacer entwickelt [25,29-31]. In den aktuellen Studien konnten Bewegungsumfänge erzielt werden, die, soweit ein Vergleich dies zulässt, unseren deutlich überlegen sind. Der mittlere Bewegungsumfang betrug in dem Kollektiv von Möller in einem durchschnittlichen Nachuntersuchungsintervall von 2,3 Jahren 56 Grad [30]. In Lundborgs Langzeitstudie mit einem follow up von 8,5 Jahren wird über einen Bewegungsumfang von 41 Grad berichtet [25].

Ein entscheidender Nachteil dieser Neuentwicklung ist jedoch die überaus hohe Frakturrate der Platzhalter. In den frühen Ergebnissen von Möller kam es im Durchschnitt nach 21 Monaten bei 18 Prozent zum Bruch, weitere 27 Prozent waren deformiert, was als Vorläufer einer Fraktur zu werten ist. Die Langzeitresultate von Lundborg zeigen, dass die Frakturrate im Laufe der Zeit weiter ansteigt, denn hier

waren nach 8,5 Jahren sogar 63 Prozent gebrochen. Die Autoren vermuteten, dass dies wahrscheinlich auf die starken Kräfte zurückzuführen ist, die nunmehr durch die feste Fixierung im Knochen auf den Platzhalter einwirken [25,30].

Die Bruchrate ist mit 18 bis 63 Prozent im Vergleich zu den konventionellen Implantaten mit zwei bis 20 Prozent sehr viel höher [18,40]. Allerdings betonen die Autoren, dass der Platzhalter leicht ausgetauscht werden kann, wünschen sich aber dennoch mit einem zukünftigen Modell einen besseren und stabileren Gelenkmechanismus, um die Notwendigkeit für solche Austauschmaßnahmen zu reduzieren.

Im Hinblick auf eine Implantatlockerung erscheinen diese in „Press-fit-Technik“ eingebrachten, nicht zementierten Titanimplantate jedoch am vielversprechendsten [20]. Hier besteht die Möglichkeit einer Osteointegration, darunter versteht man die direkte Fixierung von Metallimplantaten im Knochen ohne die Bildung von interponierten weichen Gewebsschichten [30]. Laut Hagert ist die Osteointegration die einzige Art der Knochenfixierung, deren klinisches Ergebnis über Dekaden vorhersehbar bleibt [17].

Branemark führte die Osteointegration von Titanimplantaten ein und sie fand erstmals in der Zahnheilkunde, Plastischen Chirurgie und Otologie Verwendung [3]. Hagert beschrieb den Nutzen dieser Technik bei der Arthroplastie der kleinen Gelenke zunächst für das Metacarpophalangealgelenk [17].

Die ersten Studien von Möller und Lundborg liefern mit 93 bzw. 94 Prozent vergleichbare und regelmäßige Osteointegrationsraten [25,30].

Die Digitos-Prothese hat sich als zementiertes Implantat im Bezug auf die Verankerung als unterlegen erwiesen. Der Vorteil der stabilen Verankerung der Titanimplantate wird jedoch wiederum auch nicht ohne Nachteil, nämlich der hohen Bruchrate des Silikonplatzhalters erkaufte.

4.3.3. Vergleich mit teil- und ungekoppelten Prothesen

4.3.3.1. Teilgekoppelte Prothese DJOA

In Anbetracht der unbefriedigenden Langzeitergebnisse der Swanson-Implantate entwickelte Condamine, eine Finger Arthroplastie, genannt DJOA (Digital Joint Opertive Arthroplasty) [6]. Es handelt sich hierbei um eine teilverblockte Polyäthylen-Stahlprothese mit einer zementfreien Verankerung über Polyäthylenstiele. Das Implantat ist primär auf einen Freiheitsgrad ausgerichtet, lässt aber je nach Festigkeit des Bandapparates bis zu drei Freiheitsgrade zu. Condamine präsentierte die Ergebnisse nach einem durchschnittlichen Verlauf von 16 Monaten. Der Bewegungsumfang des PIP ließ sich im Mittel von 17 Grad präoperativ auf 57 Grad anheben. Von 16 Patienten waren nur 64 Prozent schmerzfrei. Doch auch dieser Prothesentyp scheint sich, wie bereits eingangs erwähnt, aufgrund von Instabilitäten nicht bewährt zu haben. Zudem trat bei rund 25 Prozent der Fälle eine Sinterung der Prothese auf. Dies liegt wohl an der zementfreien Verankerung von Polyäthylen im Knochen, die laut Schmidt problematisch ist [38].

4.3.3.2. Kompletter Oberflächenersatz

Zu den ungekoppelten Prothesen zählt der komplette Oberflächenersatz (Avanta Prothese, San Diego). Er wurde entsprechend anatomischer Studien mit dem Ziel „einer nahezu physiologischen Artikulation mit entsprechender seitlicher Stabilität“ entwickelt [37].

Die proximale, bikonvexe Komponente besteht aus Kobaltchrom. Die distale Komponente aus Polyäthylen ist bikonkav geformt, zur entsprechenden Kongruenz und seitlichen Stabilität. Zur Implantation ist eine minimale Knochenresktion erforderlich, wobei die Ansatzstellen der Kollateralbänder erhalten bleiben. Die beiden Komponenten werden entweder in „Press-fit-Technik“ implantiert oder einzementiert.

Durch den Erhalt der Kollateralbänder besitzt diese Prothese im Vergleich zu anderen Modellen, die eine ausgedehnte Knochenresektion erfordern, einen

Stabilitätsvorteil [23,33]. Dies gilt jedoch nicht für gekoppelte Systeme wie die Digitos-Prothese, die nicht auf intakte Seitenbänder angewiesen sind. Außerdem zeigen laut Linscheid biomechanische Untersuchungen, dass eine exakt zentrierte biomechanische Konfiguration zur Balance des Gelenkes beiträgt und so postoperativ Stabilitätsprobleme umgangen werden können [23,37].

Linscheid und Mitarbeiter setzen die Prothese seit 1984 ein und können in einen mittleren Nachuntersuchungszeitraum von viereinhalb Jahren (ein bis 14 Jahre) über einen mittleren Bewegungsumfang von 47 Grad berichten, der präoperative Wert lag bei 35 Grad [23]. Bei 66 ersetzten Mittelgelenken wurden jedoch 19 Komplikationen beobachtet. Führend waren dabei Instabilitäten und Deformitäten. Der Großteil der Patienten war schmerzfrei. Radiologisch gab es keinen Anhalt für eine Lockerung oder Sinterung.

Zu ähnlichen Ergebnissen bei annähernd gleichem Nachuntersuchungsintervall und ähnlich großem Kollektiv gelangten Sauerbier und Mitarbeiter [37].

Sie erreichten ebenfalls einen mittleren Bewegungsumfang von 47 Grad bei einem Ausgangswert von nur 31 Grad. Dies entspricht einem Zugewinn von 16 Grad. Die Rate der Schmerzen lag im Vergleich zur vorhergehenden Studie mit 30 Prozent etwas höher. Nach Ihrer Einteilung liegen insgesamt bei 21 Prozent schlechte Resultate vor. In diese Gruppe fallen „statische Schwanenhals- oder Knopflochdeformität, ein Bewegungsumfang von weniger als 30 Grad, Achsenfehlstellung oder persistierende Probleme nach Revisionsoperation“. Vor allem bei bereits präoperativ ungünstigem Status mit Subluxationstendenz oder seitlicher Abweichung, konnte postoperativ nur ein schlechtes Ergebnis erzielt werden. Bei drei Fingern kam es zu einer Prothesenlockerung, ohne dass jedoch die Notwendigkeit eines Zweiteingriffes bestand [37].

Im Vergleich zur Digitos-Prothese ist der durchschnittliche postoperative Bewegungsumfang größer, allerdings wird das Ziel einer zuverlässigen Stabilität und seitlichen Führung mit diesem Modell, trotz anatomischer Konfiguration und Erhalt der Kollateralbänder, nicht erreicht. Die Komplikationsrate ist hoch und auch die Zahl der Zweiteingriffe, bei der Studie von Sauerbier waren 12 notwendig, erscheint ebenfalls hoch.

Schmidt sieht eine Eignung dieser Prothesengeneration eher bei bandstabilen, posttraumatischen Mittelgelenken [38]. Insgesamt finden Sauerbier und Mitarbeiter diese Resultate mit zunehmender Erfahrung jedoch ermutigend und sie ziehen

deshalb dieses Verfahren bei posttraumatischer oder degenerativer Arthrose der Gelenkversteifung oder Implantation einer Silastikprothese vor [37].

4.3.3.3. Ungekoppelte Prothese

Auch Lang betont, dass ein Oberflächenersatz zwar der besonderen Anatomie des Mittelgelenks entgegenkommt, bei Verletzung des Gelenkes sei jedoch häufig ein Substanzdefekt vorhanden, der einen totalen Gelenkersatz erfordere, daher komme für die meisten Fälle nur eine Totalendoprothese in Frage, die durch entsprechende Gestaltung eine ausreichende Seitenstabilität und Führung aufweist. Sie veröffentlichte Ergebnisse über eine ungekoppelte, zementfrei eingebrachte Titantotalendoprothese, deren Gelenkflächen eine Metallpaarung darstellen [20]. Der postoperative Nachbeobachtungszeitraum belief sich im Mittel auf 18 Monate. Es konnte bei einer präoperativen Beweglichkeit von 52 Grad eine postoperative von 58 Grad erreicht werden. Allerdings kam es als häufigste Komplikation bei einer Gesamtzahl von zwölf, insgesamt neunmal zu Schwanenhalsdeformitäten. Dies bedeutete einen entscheidenden Schwachpunkt im funktionellen Ergebnis.

Zudem wurde ein massiver Metallabrieb gefunden und histologisch konnte in der Gelenkkapsel zweier Patienten, deren Implantat wegen Lockerung explantiert wurde, eine Infiltration mit Entzündungszellen und eine Fremdkörperreaktion nachgewiesen werden. Auch andere Autoren berichteten über eine erhebliche Metallose und Synovitis mit Prothesen gleicher Technologie, so dass sie letztendlich vom Markt genommen wurde [20].

4.3.4. Alternativen zur Mittelgelenksprothese

4.3.4.1 Zehengelenkstransplantation

Die Art der Gelenkrekonstruktion hängt von vielen Faktoren ab, sowohl von lokalen Faktoren wie Beschaffenheit der Knochen, der Weichteile und der Sehnenfunktion, als auch von allgemeinen Faktoren wie dem Alter, dem Beruf und der Motivation des Patienten [9,13].

Der vaskularisierte Gelenkstransfer für das Fingermittelgelenk ist aus dem Mittelgelenk der zweiten Zehe möglich. Er ist dem nichtvaskularisierten Transfer überlegen, weil ein Gefäßanschluss eine frühzeitige Knorpeldegeneration mit nachfolgender Einsteifung verhindert [8,9,13]. Beim Kind kann das zerstörte Gelenk nicht mit einer Kunstprothese versorgt werden, da diese dem normalen Wachstum des Fingers nicht folgen kann, während ein Zehengelenkstransfer das Wachstumspotential der Epiphyse erhalten kann. Zudem verfügt das körperfremde Material nicht über eine ausreichende Überlebensdauer [8,13].

Indikationen beim Erwachsenen ergeben sich aus den Kontraindikationen für einen Prothesenersatz. Dies gilt beispielsweise für Verletzungen des Extensorenapparates, der Seitenbänder oder der palmaren Platte, die das Ergebnis nach Prothesenimplantation beeinträchtigen würden. Auch ein ausgedehnter knöcherner Substanzverlust oder ein aufgrund von Narbenfibrose oder stattgehabten Infektionen ungeeignetes Gewebebett kann eine Implantation einer Prothese unmöglich machen. In einer Übersichtsarbeit über die Behandlung von traumatisierten Fingergelenken fassten Ellis und Tsai zusammen, dass sich mit vaskularisierten Transplantaten Bewegungsumfänge von 30 Grad und mehr erzielen lassen [9].

Foucher und Mitarbeiter präsentierten eine vergleichende Studie über konventionellen Methoden und den mikrochirurgischen Zehengelenkstransfer. Letzterer wurde bei zehn Patienten vorgenommen. Nach einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 38,7 Monaten berichteten sie über einen mittleren aktiven Bewegungsumfang von 32,2 Grad. Betrachtet man jedoch nur die Patienten, deren Nachuntersuchungsintervall größer als ein Jahr bzw. als fünf Jahre ist, fällt auf, dass sich dieser Wert auf 23,3 bzw. 18,8 Grad reduziert [13].

Ziel solcher Transfers sind also nicht bessere funktionelle Ergebnisse, sondern Lösungsvorschläge bei klinischer Kontraindikation für eine Implantatversorgung oder die Arthrodesse [8].

4.3.4.2. Arthrodesse

Die Arthrodesse gewährleistet durch eine einzige Operation, ohne die Notwendigkeit einer besonderen postoperativen Rehabilitation, Schmerzfreiheit, Stabilität und Ausgleich von Deformitäten. Allerdings wird dabei die Beweglichkeit geopfert. Das erhebliche funktionelle Defizit bei der Greiffunktion sollte nur dann in Kauf genommen werden, wenn Kontraindikationen für andere Rekonstruktionsmethoden bestehen [8]. Primäre Anwendung findet die Arthrodesse laut Gschwend und Mitarbeitern „fast nur noch bei sehr gutem Daumen und voll beweglichen, achsengerechten Grundgelenken und - wenn überhaupt - nur am Zeigefinger“ [16]. Durch eine Arthrodesse kann hier ein stabiler Schlüsselgriff gewährleistet werden. Bei Gelenken erster und zweiter Ordnung, also auch beim PIP des Mittel-, Ring und Kleinfingers ist die Arthrodesse primär nicht Verfahren der Wahl. Vielmehr werden hier Arthroplastiken bevorzugt, um die Beweglichkeit zu erhalten, die notwendig für ein kräftiges Greifen ist [9,16].

Der Funktionsverlust ist vor allem bei der Arthrodesse des PIP der ulnaren drei Finger hoch, so verhindert sie hier nicht nur die Flexion des betroffenen Fingers, sondern aufgrund des gemeinsamen Ursprungs des Musculus flexor digitorum profundus auch die der angrenzenden Finger [22].

Die Mittelgelenksarthrodesse ist meist an einem komplex verletzten Finger indiziert, dessen aktive Mobilität durch schwere Begleitverletzungen von Hautmantel, Extensoren- und Flexorenapparat, eingeschränkt ist. Solche Begleitverletzungen bedeuten eine Einsteifung des Fingers, die Arthrodesse ergibt dann Schmerzfreiheit und Stabilität [8].

Sekundär kann eine Arthrodesse nach dem Versagen einer Prothesenversorgung als Rückzugsmöglichkeit angebracht sein.

4.3.4.3. Gelenkdenervierung

Während die Arthrodesse eine Radikal-, aber keine Ideallösung darstellt, bei der die Verbesserung des Gebrauchswertes der Hand auch gleichzeitig einen Funktionsverlust bedeutet, war es naheliegend nach anderen Möglichkeiten der Schmerzausschaltung zu suchen, wo die Funktion des Gelenkes erhalten bleibt.

1933 entwickelte Camitz die Idee, Gelenkschmerzen durch Neurektomie zu beseitigen und probierte diese Methode erstmals am Hüftgelenk [5].

Im Jahre 1966 führte Wilhelm unter anderem eine Gelenkdenervierung bei vier Patienten mit schmerzhafter Mittelgelenksarthrose durch. In drei der vier Fälle konnte eine völlige Beschwerdefreiheit und eine Besserung des Bewegungsumfanges erreicht werden. Die Vorteile dieses Verfahrens liegen darin, dass es in Lokalanästhesie durchgeführt werden kann und es wenig eingreifend ist. Außerdem erholen sich die Patienten rasch. In der Publikation von 1966 wird hervorgehoben, dass nur eine kurze Hospitalisation von ein bis drei Tagen notwendig sei und die Patienten schnell wieder zur normalen Aktivität zurückkehren [43]. Beim prothetischen Gelenkersatz mit der Digitos-Prothese, waren hingegen ein Krankenhausaufenthalt von drei bis sieben Tagen und eine Entlastung von sechs Wochen indiziert.

Zwischenzeitlich geriet die Denervierung in Vergessenheit, findet aber in letzter Zeit wieder häufiger Anwendung. In der jüngsten zu diesem Thema publizierten Literatur von Braga-Silver und Calcagnotto wurden 24 Gelenksneurektomien des proximalen Interphalangealgelenks durchgeführt [2]. Der mittlere präoperative Bewegungsumfang betrug 57 Grad und verbesserte sich postoperativ bei einem durchschnittlichen Nachuntersuchungsintervall von 77 Monaten im Mittel auf 67 Grad.

Bei 91 Prozent kam es zu einer Verbesserung der Schmerzen und bei 79 Prozent zu einer verbesserten Mobilität. In den Fällen, bei denen sich die Schmerzen nicht verminderten, nahm die Mobilität auch nicht zu.

Während sich die Beweglichkeit nie verschlechterte, kam es bei drei von elf Fällen mit Adduktions- bzw. Abduktionsdeformität zu einer Progression. Zu den Komplikationen gehörten zudem vorübergehende Parästhesien.

Foucher und Mitarbeiter berichten in einem ähnlich großen Kollektiv über eine Schmerzminderung bei 85 Prozent, allerdings kam es hier im Vergleich nur bei 20 Prozent zu einer Steigerung des Bewegungsumfanges [13].

Auch bei Merk blieben „90 Prozent beschwerdefrei, bei fünf Prozent hatte diese Maßnahme eine aufschiebende Wirkung vor Implantation einer Endoprothese, Arthroplastik oder Arthrodesese“ [27].

Wilhelm sieht diese Methode vor allem für jene Gelenke geeignet, deren schmerzhafte Funktionsminderung durch geringe Veränderungen der Gelenkkonturen verursacht ist oder durch eine Läsion des Kapselapparates [43]. Sie ist den konservativen Behandlungsmethoden an Wirkung und Zuverlässigkeit überlegen und stellt eine gute Alternative zur Endoprothetik dar [27,43].

Allerdings muss dafür die Gelenkbeweglichkeit erhalten sein und das Gelenk sollte eine stabile Bandführung aufweisen. Diese Voraussetzungen sind jedoch nicht immer erfüllt, so dass in bestimmten Fällen eine Endoprothese eine bessere Lösung darstellt.

4.4. Schlussfolgerung

Schlussfolgernd kann man sagen, dass die Digitos-Prothese in bestimmten Fällen eingesetzt werden kann. Die Indikationsprüfung sollte vor allem die lokalen Gegebenheiten als auch allgemeine Faktoren wie das Alter des Patienten, dessen Tätigkeit, Motivation und Anspruch miteinschließen. So sollte der Patient mit einer Fingermittelgelenksarthrose älter als vierzig sein, über einen intakten Streck- und Beugeapparat sowie Weichteilmantel und eine intakte palmare Platte verfügen. Außerdem sollte er einer geringen manuellen Belastung ausgesetzt sein und an schmerzfreien und stabil geführten Erhalt der Beweglichkeit interessiert sein, der allerdings nur temporär gewährleistet werden kann. Er muss über die Notwendigkeit einer gewissen Nachbehandlungszeit und den Nachteil eines graduellen Bewegungsverlustes aufgeklärt werden. Ebenso ist eine Aufklärung über das Auftreten von Osteolysen nach spätestens 48 Monaten, die eventuell baldige Auslockerung und damit notwendige Prothesenentfernung erforderlich. Ob die radiologisch nachweisbaren Osteolysen in Zukunft tatsächlich zu einer Auslockerung führen, oder ob die bindegewebige Vernarbung mit Einsteifung in einer funktionsgünstigen Stellung das Rennen macht, ist eine wichtige Frage, die es durch Folgeuntersuchungen zu klären gilt. In jedem Fall muss der Patient darüber in Kenntnis gesetzt werden, dass als Rückzugsmöglichkeit nur die Arthrodesse bleibt. Schwerwiegende Komplikationen im Sinne von Kortikalisperforationen oder Implantatbrüchen wie bei den älteren gekoppelten Vorgängermodellen sind dagegen nicht zu erwarten, Osteolysen treten im Vergleich erst verspätet auf.

Die Ergebnisse hinsichtlich des Bewegungsausmaßes und der Schmerzfreiheit entsprechen in etwa anderen neueren gekoppelten Prothesen.

Andere Modelle übertreffen die Digitos-Prothese beispielsweise im Bewegungsumfang, weisen aber wieder andere konstruktionsbedingte und nicht weniger funktionsmindernde Nachteile auf, wie Instabilitäten, Dislokationen und schlechte Ergebnisse bei vorbestehenden Deformitäten. So beispielsweise beim Swanson-Platzhalter oder ungekoppelten Prothesen. Am Zeigefinger eignet sich die Digitos-Prothese etwas besser als der Swanson-Platzhalter. Mit der Digitos-Prothese können Deformitäten zuverlässig ausgeglichen werden.

Außerdem setzen ungekoppelte Modelle andere Ansprüche an die Gegebenheiten, es sind z.B. intakte Kollateralbänder nötig.

Die Arthrodese bzw. Gelenktransplantation stehen mit dem Fingermittelgelenkersatz nicht in Konkurrenz, sondern stellen vielmehr Alternativen bei Kontraindikationen gegen den künstlichen Gelenkersatz dar.

Die Digitos-Prothese ist kein optimaler und gänzlich zufriedenstellender Fingermittelgelenkersatz, ähnlich den anderen derzeit auf dem Markt gängigen Lösungen. Es besteht also weiterhin Verbesserungs- und Forschungsbedarf auf diesem Gebiet.

5. Zusammenfassung

Die Behandlung von Fingermittelgelenksarthrosen durch Endoprothesen birgt eine Reihe spezifischer Probleme und bleibt ein therapeutisches Problem und eine Herausforderung für die Handchirurgie.

Unzureichende Resultate der früheren und aktuellen Implantate sind unter anderem die Folge ihrer mechanischen Konstruktion und ihrer Materialien.

Mit der Digitos-Prothese steht ein neues Implantat zur Verfügung. Es handelt sich um eine zementierte modulare Scharnierprothese.

In Rahmen dieser klinischen Studie mit einer Laufzeit von vier Jahren und fünf Untersuchungszeitpunkten sollen die Erfahrungen mit diesem Implantat im postoperativen Langzeitverlauf dargestellt und die klinische Eignung überprüft werden.

Bei 16 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 59 Jahren wurden 19 Fingermittelgelenke durch die Digitos-Endoprothese ersetzt. Die Indikation bestand achtzehn Mal in einer schmerzhaften Funktionseinschränkung als Folge einer idiopathischen Arthrose, einmal wurde sie bei einer posttraumatischen Arthrose als Folge einer Mittelgelenksluxation gestellt. Postoperativ traten bis auf eine Wundheilungsstörung, mit einmaliger chirurgischer Revision und nachfolgender Strecksehnenmittelzügelläsion mit Knopflochdeformität, keine schwerwiegenden Komplikationen auf. 14 Patienten, entsprechend 17 Mittelgelenken, konnten dauerhaft nachuntersucht werden.

Präoperativ bestand bei den betroffenen Gelenken ein Bewegungsumfang von 50 Grad im Median. Nach einem vorübergehendem Anstieg drei Monate postoperativ auf 65 Grad im Median, sank der Bewegungsumfang nach Ablauf eines Jahres auf den präoperativen Ausgangswert. Anschließend zeigte sich ein Rückgang um jeweils fünf Grad pro Jahr. Vier Jahre postoperativ lag der Bewegungsumfang 15 Grad unter dem präoperativen Niveau.

Innerhalb der ersten 24 Monate waren radiologisch keine Osteolysen um den Zement zu verzeichnen. Nach Ablauf von 36 Monaten waren sie bei 15 Fingermittelgelenken nachweisbar. Nach weiteren 12 Monaten fanden sich bei allen Prothesen Osteolysesäume, wobei die bereits bestehenden nur eine sehr diskrete Progredienz zeigten.

Klinisch fanden sich nach 48 Monaten keine Lockerungszeichen. Insgesamt zeigten sich keine Hinweise für eine Luxation, einen Material- oder Knochenbruch. Die Gelenke waren stets stabil geführt. Bis auf eine leichte Ulnardeviation am Zeigefinger zweier Patienten nach 36 Monaten waren keinerlei Achsenfehlstellungen aufgetreten. Ebenfalls 36 Monate postoperativ zeigten sich bei vier Patienten osteophytäre Anlagerungen im gelenknahen Bereich der Grund und Mittelphalanx, deren Ausprägung sich im Folgejahr leicht verstärkte.

Alle Patienten waren subjektiv sehr zufrieden, lediglich zwei gaben Schmerzen unter starker Belastung an.

Die zunehmende Einsteifung und die Erosion um den Zement legen die Vermutung nahe, dass die Ergebnisse mit der Digitos-Prothese, trotz der überwiegenden Schmerzfreiheit und dem zuverlässigen Ausgleich von Deformitäten, nicht zufriedenstellend sind. Nach kritischer Durchsicht der anderen gängigen Prothesen zeigt sich jedoch, dass die Ergebnisse mit ähnlichen Modellen durchaus vergleichbar sind. Andere Scharnierprothesen und nichtgekoppelte Modelle weisen jeweils wieder andere konstruktionsbedingte, aber nicht minder funktionsmindernde Nachteile auf. Insgesamt kann zu dem Schluss gekommen werden, dass die Prothese bedingt weiter eingesetzt werden kann. Hierfür sind allerdings eine genaue Indikationsprüfung sowie eine Prüfung der individuellen Gegebenheiten und Ansprüche dringend erforderlich.

6. Literaturverzeichnis

1. Bontemps E, Tillmann K: Long-term results of finger joint endoprotheses of the "St. Georg" model. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 20: 321-323 (1988)
2. Braga-Silva J, Calcagnotto G, Braga-Silver J: The innervation of the proximal interphalangeal joint and its application in neurectomy. *J Hand Surg [Br]* 26: 541-543 (2001)
3. Branemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, Ohman A: Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 16: 1-132 (1977)
4. Brannon EW, Klein G: Experiences with a finger-joint prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 41-A: 87-102 (1959)
5. Camitz H: Die deformierende Hüftgelenksarthritits und speziell ihre Behandlung. *Acta Orthop Scand* 4: 193-213 (1933)
6. Condamine JL, Benoit JY, Comtet JJ, Aubriot JH: Proposed Digital Arthroplasty - Critical study of the Preliminary results. *Ann Chir Main* 7: 282-297 (1988)
7. Condamine JL, Fourquet M, Marcucci L, Pichereau D: Primary metacarpophalangeal and proximal interphalangeal arthrosis of the hand. Indications and results of 27 DJOA arthroplasty. *Ann Chir Main Memb Super* 16: 66-78 (1997)
8. Dautel G, Merle M: Gelenkrekonstruktion. In: Dautel M, Merle M, Rehart S (Hrsg): *Chirurgie der Hand*. Thieme, Stuttgart, S. 15-54 (1999)
9. Ellis PR, Tsai TM: Management of the traumatized joint of the finger. *Clin Plast Surg* 16: 457-473 (1989)
10. Ferlic DC, Clayton ML, Holloway M: Complications of silicone implant surgery in the metacarpophalangeal joint. *J Bone Joint Surg Am* 57: 991-994 (1975)
11. Flatt AE, Ellison MR: Restoration of rheumatoid finger joint function. 3. A follow-up note after fourteen years of experience with a metallic-hinge prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 54: 1317-1322 (1972)
12. Foliart DE: Swanson silicone finger joint implants: a review of the literature regarding long-term complications. *J Hand Surg [Am]* 20: 445-449 (1995)
13. Foucher G, Hoang P, Citron N, Merle M, Dury M: Joint reconstruction following trauma: comparison of microsurgical transfer and conventional methods: a report of 61 cases. *J Hand Surg [Br]* 11: 388-393 (1986)

14. Gerard F, Garbuio P, Galleze B, Obert L, Tropet Y: Value of Swanson implants in complex traumatic lesions of the proximal interphalangeal joint. *Ann Chir Main Memb Super* 15: 158-166 (1996)
15. Gschwend N: The rheumatic hand. *Orthopade* 27: 167-174 (1998)
16. Gschwend N, Raemy H, Nittner H, Ivosevic-Radovanovic D: Langzeit-Ergebnisse des endoprothetischen Gelenkersatzes und der Synovektomie. *Handchirurgie* 18: 135-149 (1986)
17. Hagert CG, Branemark PI, Albrektsson T, Strid KG, Irstam L: Metacarpophalangeal joint replacement with osseointegrated endoprotheses. *Scand J Plast Reconstr Surg* 20: 207-218 (1986)
18. Iselin F, Conti E: Long-term results of proximal interphalangeal joint resection arthroplasties with a silicon implant. *J Hand Surg [Am]* 20: 595-597 (1995)
19. Kleinert JM, Lister GD: Silicone implants. *Hand Clin* 2: 271-290 (1986)
20. Lang E, Schmidt A, Ishida A, Baumgartler H: Experiences with the alloplastic joint prosthesis of the interphalangeal joint. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 32: 44-49 (2000)
21. Lin HH, Wyrick JD, Stern PJ: Proximal interphalangeal joint silicone replacement arthroplasty: clinical results using an anterior approach. *J Hand Surg [Am]* 20: 123-132 (1995)
22. Linscheid RL, Dobyns JH, Beckenbaugh RD, Cooney WP, III: Proximal interphalangeal joint arthroplasty with a total joint design. *Mayo Clin Proc* 54: 227-240 (1979)
23. Linscheid RL, Murray PM, Vidal MA, Beckenbaugh RD: Development of a surface replacement arthroplasty for proximal interphalangeal joints. *J Hand Surg [Am]* 22: 286-298 (1997)
24. Litter JW: On the adaptability of man's hand. *The Hand*: 187-191 (1973)
25. Lundborg G, Branemark PI: Osseointegrated proximal interphalangeal joint prostheses with a replaceable flexible joint spacer--long-term results. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 34: 345-353 (2000)
26. Mathoulin C, Gilbert A: Arthroplasty of the proximal interphalangeal joint using the Sutter implant for traumatic joint destruction. *J Hand Surg [Br]* 24: 565-569 (1999)
27. Merk R, Rudigier J: Denervation of finger joints as an alternative procedure to arthrodesis or endoprosthesis. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 34: 182-186 (2002)

28. Minamikawa Y, Horii E, Amadio PC, Cooney WP, Linscheid RL, An KN: Stability and constraint of the proximal interphalangeal joint. *J Hand Surg [Am]* 18: 198-204 (1993)
29. Moller K, Geijer M, Sollerman C, Lundborg G: Radiographic evaluation of osseointegration and loosening of titanium implants in the MCP and PIP joints. *J Hand Surg [Am]* 29: 32-38 (2004)
30. Moller K, Sollerman C, Geijer M, Branemark PI: Early results with osseointegrated proximal interphalangeal joint prostheses. *J Hand Surg [Am]* 24: 267-274 (1999)
31. Moller K, Sollerman C, Geijer M, Branemark PI: Osseointegrated silicone implants. 18 patients with 57 MCP joints followed for 2 years. *Acta Orthop Scand* 70: 109-115 (1999)
32. Moutet F, Guinard D, Gerard P, De S, X, Ranc R, Moreau C: A new titanium-carbon finger joint implant. Apropos of 15 initial cases. *Ann Chir Main Memb Super* 13: 345-353 (1994)
33. Murray PM: New-generation implant arthroplasties of the finger joints. *J Am Acad Orthop Surg* 11: 295-301 (2003)
34. Paplanus SH, Payne CM: Axillary lymphadenopathy 17 years after digital silicone implants: study with x-ray microanalysis. *J Hand Surg [Am]* 13: 399-400 (1988)
35. Peimer CA, Medige J, Eckert BS, Wright JR, Howard CS: Reactive synovitis after silicone arthroplasty. *J Hand Surg [Am]* 11: 624-638 (1986)
36. Rehart S, Kerschbaumer F: Endoprostheses of the hand. *Orthopade* 32: 779-783 (2003)
37. Sauerbier M, Cooney WP, Berger RA, Linscheid RL: Complete superficial replacement of the middle finger joint--long-term outcome and surgical technique. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 32: 411-418 (2000)
38. Schmidt K, Miehke RK, Witt K: Status of the endoprosthesis in rheumatic metacarpophalangeal joints. Long-term results of metacarpophalangeal prostheses using Swanson's silastic spacers. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 28: 254-264 (1996)
39. Stellbrink G, Zippel J, Englert M: "St. George" finger-joint demonstration and preliminary report. *Handchirurgie* 3: 83-90 (1971)

40. Swanson AB: Implant resection arthroplasty of the proximal interphalangeal joint. *Orthop Clin North Am* 4: 1007-1029 (1973)
41. Swanson AB, Maupin BK, Gajjar NV, Swanson GD: Flexible implant arthroplasty in the proximal interphalangeal joint of the hand. *J Hand Surg [Am]* 10: 796-805 (1985)
42. Takigawa S, Meletiou S, Sauerbier M, Cooney WP: Long-term assessment of Swanson implant arthroplasty in the proximal interphalangeal joint of the hand. *J Hand Surg [Am]* 29: 785-795 (2004)
43. Wilhelm A: Articular denervation and its anatomical foundation. A new therapeutic principle in hand surgery. On the treatment of the later stages of lunatomalacia and navicular pseudarthrosis. *Hefte Unfallheilkd* 86: 1-109 (1966)
44. Zachariae I: Experiences of a Flatt finger joint prosthesis. *Acta orthopaedica Scandinavica* 38: 329-340 (1967)

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei allen, die zur Planung und Durchführung dieser Studie beigetragen haben.

Besonders herzlich bedanken möchte ich mich bei Herrn PD Dr. med. M. Mentzel für die Bereitstellung des Themas und seine ausgezeichnete Unterstützung.

Außerdem möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. med. L. Kinzl bedanken für die Möglichkeit der Promotion in seiner Abteilung.

Desweiteren gilt mein besonders großer Dank Herrn Dr. med. J. Gülke für die Investition seiner Zeit mit geduldiger und kompetenter Betreuung und zahlreichen sachkundigen Anregungen und Korrekturen, die sehr zur Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen haben.

Herzlichen Dank Herrn Dr. med. N. Wachter für die Anregungen und die hilfreiche „technische“ Unterstützung.

Lebenslauf

Name		Doris Maria Eder
Geburtsdatum		26.10.1975
Geburtsort		Eggenfelden
Schulbildung	1982-1986	Grundschule Pfarrkirchen
	1986-1995	Gymnasium Pfarrkirchen
	1995	Abitur
Studium	1995-2002	Studium der Humanmedizin, Universität Ulm
	09/97	Ärztliche Vorprüfung
	09/98	Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung
	09/98	Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
	05/02	Dritter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
		Ärztliche Gesamtnote 1,49
Praktisches Jahr	04-08/01	Pädiatrie, Universitäts-Kinderklinik Ulm
	08-12/01	Chirurgie, Regionalspital Leuggern, Schweiz
	12-02/01	Innere Medizin, Universitätsklinik Ulm
AIP	01/03-06/04	Kinderkrankenhaus Josefinum Augsburg
Assistenzärztin	seit 07/04	Kinderkrankenhaus Josefinum Augsburg