

Medizinische Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Campus Benjamin Franklin  
Aus dem Immanuel Krankenhaus  
Geschäftsführender Direktor: Mag. theol. Elimar Brandt  
Leiter: Chefarzt Dr. med. Martin Lautenbach

Untersuchung der Ergebnisse nach Handgelenksarthrodese in der  
Technik nach Mannerfelt bei Patienten mit rheumatoider Arthritis in  
Abhängigkeit von Arthrodesenstellung und karpaler Höhe.

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der  
medizinischen Doktorwürde  
Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Campus Benjamin Franklin

vorgelegt von Susanne Müller  
aus Hoyerswerda

Seite 2

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. A. Eisenschenk

Korreferent: Priv.-Doz. Dr. med. M. Rudwaleit

Gedruckt mit Genehmigung der Charité - Universitätsmedizin Berlin  
Campus Benjamin Franklin

Promoviert am: 22.02.2008

## Inhalt:

1 Einleitung .....	5
2.1 Die Anatomie der Hand.....	7
2.1.1 Knöcherner Anatomie von Unterarm und Hand.....	7
2.1.2 Der Bandapparat des Handgelenks .....	9
2.1.3 Muskeln der Hand .....	9
2.2 Allgemeine Rheumatologie.....	10
2.2.1 Ätiopathogenese der RA .....	10
2.2.2 Epidemiologie .....	11
2.2.3 Diagnostik der RA.....	12
2.2.4 Klassifikation der RA am Handgelenk.....	13
2.2.5 Klinische Symptome der RA.....	15
2.2.6 RA am Handgelenk .....	18
2.2.7 Therapie der RA .....	20
2.2.7.1 Konservative Rheumatherapie .....	20
2.2.7.2 Medikamentöse Rheumatherapie .....	20
2.2.7.3 Synoviorthese und Radiosynoviorthese .....	24
2.2.7.4 Operative Rheumatherapie des Handgelenks.....	25
3 Patienten und Methodik .....	35
3.1 Allgemeines und Kriterien .....	35
3.2.1 Operationstechnik der Arthrodesese in der Technik nach Mannerfelt.....	37
3.2.2 Anamnese und Untersuchungstechniken .....	39
3.3 Datenerfassung und Datenauswertung.....	46
4. Ergebnisse .....	47
4.1 Subjektive Ergebnisse der Patientenbefragung.....	47
4.2 Komplikationen und Fusionsrate .....	49
4.3 Schmerzreduktion.....	50
4.4 Extensions-/ Flexionswinkel der Arthrodesese .....	51
4.4.1 Abhängigkeit der postoperativen Zufriedenheit vom Flexions-/ Extensionswinkel.....	51
4.4.2.1 Die Gesamtpunktzahl im DASH-Score in Abhängigkeit vom Flexions-/ Extensionswinkel .....	51
4.4.2.2 Abhängigkeiten der Alltagsaktivitäten nach dem DASH-Score vom Flexions-/ Extensionswinkel .....	53
4.4.3 Der Einfluß verschiedener Parameter auf den DASH Wert.....	54
4.4.3.1 Der Einfluss der karpalen Höhe auf den DASH-Wert .....	54
4.4.3.2 Dash-Metakarpus .....	55
4.4.4 Flexion und Extension im Metakarpophalangealgelenk in Abhängigkeit vom Flexions-/ Extensionswinkel im Radiokarpalgelenk .....	56
4.4.5 Kraft im Faustschluss .....	57
4.5 Radial- und Ulnarduktion der Arthrodesese.....	60
4.5.1 Die Zufriedenheit in Abhängigkeit von der Radial-/ Ulnarduktionsstellung der Arthrodesese .....	60
4.5.2 Die Kraft in Abhängigkeit von der Radial-/Ulnarduktionsstellung .....	61
4.6 Ergebnisse der angrenzenden Gelenke.....	62
4.7 Weitere klinische Ergebnisse .....	63
4.8 Ergebnisse bei beidseitig operierten Patienten.....	64
5. Diskussion .....	70
6. Zusammenfassung.....	98

7. Anhang .....	102
7.1 Abkürzungsverzeichnis .....	102
7.2 Abbildungsverzeichnis .....	103
7.3 Tabellenverzeichnis.....	104
7.4 Dokumentationsunterlagen.....	105
7.5 Danksagung .....	109
7.6 Lebenslauf .....	110
7.7 Erklärung an Eides Statt .....	111
8. Literaturverzeichnis.....	112

## 1 Einleitung

Der Begriff Rheumatoide Arthritis (RA) kommt aus dem englischen Sprachgebrauch (griechisch Rheuma: Zersetzen, Zerfließen). Er ersetzt die in Deutschland früher eher gebräuchliche Bezeichnung chronische Polyarthritis und steht für eine in Schüben verlaufende Autoimmunerkrankung, die vorwiegend Gelenke, jedoch auch andere Organe befällt. [128, 109, 113]

Unterschieden werden die entzündlichen infektiösen Gelenkerkrankungen, wie beispielsweise virale und bakterielle Arthritiden und Spondylitiden, infektiös reaktive Arthritiden (Rheumatisches Fieber, Lyme Arthritis) und nicht infektiöse entzündliche Gelenkerkrankungen, zu denen neben den HLA-B-27 assoziierte Spondarthritis (Spondylitis ankylosans/ Morbus Bechterew, Arthritis psoriatica, intestinale Arthropathien, Reiter-Syndrom), der Gicht und Pseudogicht (Chondrocalcinose) die RA zählt. [109, 113]

Derzeit sind in Deutschland zwischen 0,3 und 0,5% der Frauen und etwa 0,1 bis 0,3% der Männer an RA erkrankt. Davon verläuft bei 50 bis 70% der Patienten die Erkrankung linear progressiv, eine Spontanremission wird nur bei etwa jedem zehnten Patienten beobachtet. Bei männlichen Erkrankten kommt es infolge der Erkrankung durchschnittlich zu einer Verminderung der Lebenserwartung um etwa fünf Jahre, bei Frauen beträgt sie im Mittel zehn bis 15 Jahre. [60]

Gerade in den letzten Jahren hat die Therapie der Rheumatoiden Arthritis eine Wendung erfahren. So wurde in früheren Jahren oftmals diese Erkrankung lediglich symptomatisch mit Schmerztherapeutika wie NSAR behandelt. Neben den teils auch lebensgefährlichen Nebenwirkungen wie einer gastrointestinalen, möglicherweise tödlichen Blutung brachte diese Stoffgruppe keine ausreichende Therapie. Daneben kam es in den meisten Fällen zu einer ausgeprägten Progression der RA. Gerade in den letzten Jahren sind neben den Basistherapeutika zunehmend rekombinante Wirkstoffe, die so genannten Biologicals, in den therapeutischen Vordergrund getreten. Sie sind humane monoklonale TNF- $\alpha$ -Antikörper, welche durch zentralen Eingriff in der Entzündungskaskade die Entstehung des körpereigenen Tumornekrosefaktors und damit die Entzündung vermindern. Aufgrund vieler guter Behandlungsergebnisse (Zulassungsstudien) sind sie zunehmend bei sonst anders schwer therapierbaren Verläufen der Arthritiden zum Einsatz gekommen. Teilweise sollen diese Arzneimittel einen Stillstand der Erkrankung, selbst eine Verbesserung der Funktionalität erreichen [155, 124, 20, 50]. Danach können zwischen 60 und 70% der Patienten von der zusätzlichen Therapie mit Biologicals bei

nicht ausreichenden Therapieerfolgen unter anderer Basistherapie profitieren [110]. Mit den Biologicals kann die Aktivität der Krankheit und damit die Gelenkdestruktionen herabgesetzt oder sogar laut TEMPO (Trial of Etanercept and Methotrexat with Radiographic Patient Outcome)-Studie eine Remission erzielt werden [124, 44].

Derzeit neuestes Verfahren in der Erprobungsphase ist die Stammzelltherapie. Erste Ergebnisse zeigten bei Patienten mit vorheriger Hochdosismethotherapie, daraus folgender kompletter Immunsystemzerstörung und anschließender Gabe von patienteneigenen Stammzellen eine Beschwerde- und Krankheitsfreiheit [50]. Neben dem hohen Risiko der Behandlung sind derzeit noch nicht genügend Informationen in der Literatur verfügbar, die eine Vorhersage für die Zukunftsperspektiven machen.

Dennoch zeigte sich mit dem Bewusstsein, die kausale Therapie der Systemerkrankung RA bisher nicht zu finden, dass die Rheumaorthopädie und –chirurgie mit sämtlichen operativen Verfahren wichtig ist. Etwa 25 Prozent aller chirurgischen Eingriffe bei RA betreffen die Hand. [71,70] Während vor 30 Jahren die Therapie rheumatischer Schädigungen vordringlich durch gelenkerhaltende Synovialektomien geprägt war, wurde mit fortschreitenden Entwicklungen in der Rheumatherapie in den letzten Jahren eher der Trend zu gelenkerhaltenden oder rekonstruktiven Eingriffen deutlich. Vor allem im Bereich der großen Gelenke ist die Arthrodesen in den Hintergrund getreten. Trotzdem besteht weiterhin an vielen Gelenken die Indikation zur Arthrodesen [58]. Daneben sind speziell die Ergebnisse bei Handgelenksendoprothesen derzeit nicht befriedigend genug, um als Standardverfahren Einzug zu gewinnen [95, 94, 91, 142, 58].

Die Operative Handgelenksversteifung nach Mannerfelt wurde erstmals 1971 von Mannerfelt und Malmsten publiziert [88]. Sie behandelten 49 destruierte, instabile, schmerzhaft und schwache Handgelenke bei RA-Erkrankten mit diesem Versteifungsverfahren mittels interner Fixierung. Mannerfelt und Malmsten entwickelten anlehnend an bisherige Techniken, vor allem inspiriert durch die Technik von Clayton [29], 1968 eine Methode der inneren Kompression mit Rotationsstabilität, was die Zeit der postoperativen Gipsimmobilisierung reduzieren sollte. Außerdem musste dieses Osteosyntheseverfahren eine intraoperative Korrektur der Stellung ermöglichen. Bis jetzt ist dieses Verfahren der Handgelenksversteifung in seiner ursprünglichen Form kaum verändert, weit verbreitet und etabliert. Verglichen mit anderen Verfahren der operativen Rheumaorthopädie der Hand, wie beispielsweise Plattenarthrodesen, Handgelenksendoprothesen etc. lassen sich selten so gute Ergebnisse bei fortgeschrittenen Destruktionen der Handgelenke erzielen, wie die Arthrodesen in der Technik nach Mannerfelt es

erlaubt. Bei Fehlschlagen dieser anderen Verfahren oder Lockerung des Materials ist in der Mehrzahl der Fälle die Methode der Versteifung ultima Ratio [119].

Präoperativ herrscht bei einem Großteil der Patienten mit stark destruiertem Handgelenk bereits eine deutlich objektivierbare Bewegungseinschränkung. Teilweise kommt es zu einer spontanen Ankylose, manchmal von den Patienten sogar unbemerkt. Viele Patienten haben Angst vor der Versteifung eines Gelenks. Es ist dann die präoperative Gipsfixierung zur Probe für den Patienten zu empfehlen. Nur wenige Patienten sind mit dem Operationsergebnis der Arthrodesen der Hand in der Technik nach Mannerfelt unzufrieden [71, 85, 114, 122, 142, 168]. Die Patienten schätzen sogar die auf Kosten der Beweglichkeit dazu gewonnene Stabilität und Kraft, die sie vorher nicht besaßen.

Bei der Handgelenksversteifung ist es aber wissenswert, welche Stellung am profitabelsten für den Patienten ist. Bisher konnte bei keiner Untersuchung der Arthrodesen nach Mannerfelt geklärt werden, welche Arthrodesenstellung günstiger für den Patienten und die Funktionalität des Handgelenks im Alltag ist. Ungeklärt sind weiterhin mögliche Einflüsse von radiologischen Parametern, wie karpale Höhe und karpale Ulnartranslokation, sowie die Auswirkung der Einstellungswinkel auf Kraft und Funktionalität. Ziel der vorliegenden Studie war daher die Befragung und Untersuchung der Patienten mit Rheumatoider Arthritis und operativer Handgelenksversteifung nach Mannerfelt zur Analyse der genannten Faktoren.

## 2.1 Die Anatomie der Hand

### 2.1.1 Knöcherne Anatomie von Unterarm und Hand

Der Unterarm besteht aus der in Neutralstellung medial liegenden Ulna und dem lateral liegenden Radius. Die Ulna bildet mit der Incisura trochlearis ulnae als zangenförmige Führungsleiste mit der trochlea humeri das proximal gelegene Oberarm-Ellen-Gelenk. Distal ist die Ulna nicht direkt am Gelenk beteiligt. Der Corpus ulnae geht weiter distal in das Caput ulnae mit dem kleinen stiftartigen Processus styloideus über [123, 129].

Der proximale Anteil des Radius, das Caput radii, ist kranial zu Fovea articularis eingedellt und wird durch die Circumferentia articularis umrundet. Die Fovea articularis radii bildet mit dem kugelförmigen Capitulum humeri das Oberarm-Speichen-Gelenk. Oberarm-Ellen- und Oberarm-Speichen-Gelenk bilden zusammen das Ellenbogengelenk, welches unter anderem durch den straffen Bandapparat weitgehend zwei Freiheitsgrade hat, Flexion und Extension [123, 81].

Die Circumferentia radii bildet mit der Incisura radialis das proximale Speichen-Ellengelenk, *Articulatio radioulnaris proximalis*. Das Caput radii wird durch das Ligamentum anulare radii umfasst und damit in der Incisura radialis ulnae gehalten. Das Gelenk ist geometrisch gesehen ein Radgelenk, wodurch Pronation und Supination möglich sind. Bei den Umwendbewegungen gleitet der Radius im proximalen Radio-Ulnar-Gelenk in der Incisura radii um die Ulna. Im distalen Radio-Ulnar-Gelenk bewegt sich die Incisura ulnaris radii um die überknorpelte Circumferentia articularis ulnae. Der Discus articularis ulnae ist ausgedehnt mit der distalen ulnaren Radiuskante und mit seiner Spitze am Processus styloideus der Ulna verwachsen. Bei Pro- und Supinationsbewegungen wird folglich der Discus mit dem Radius mitbewegt [123, 105, 133].

Am distalen Ende des Radius befindet sich die Facies articularis carpalis.

Der Karpus besteht aus insgesamt acht Handwurzelknochen, die in einer proximalen und in einer distalen Reihe mit je 4 Handwurzelknochen angeordnet sind. In der proximalen Reihe liegen von radial nach ulnar das Os scaphoideum, das Os lunatum, das Os triquetrum und das Os pisiforme. In dieser Reihe befinden sich jedoch nur drei echte Knochen, da das Os pisiforme ein Sesambein ist. In der distalen Reihe liegen von radial nach ulnar Os trapezium, Os trapezoideum, Os capitatum und Os hamatum [133, 123, 129].

Die proximale Handwurzelreihe ist mit dem Unterarm durch die *Articulatio radiocarpalis*, dem proximalen Handgelenk, verbunden. Den Gelenkkopf bilden Os scaphoideum, Os lunatum und Os triquetrum. Die Gelenkpfanne sind Facies articularis carpalis und der Discus ulnocarpalis. Der laterale Anteil des Radius, Fovea scaphoidea, kommuniziert gelenkig mit dem Os scaphoideum. Der mediale Teil des Radius, Fovea lunata, ist mit dem Os lunatum gelenkig verbunden. Das distale Ulnaende bildet keinen Bestandteil des proximalen Handgelenks. Der Discus ulnocarpalis befindet sich zwischen dem distalen Anteil der Ulna und den Os lunatum und triquetrum. Er dient vor allem zur Übertragung von Druck und Kräften auf den Unterarm. Die *Articulatio radiocarpalis* ist ein typisches Eigelenk, also *Articulatio ellipsoidea*, und hat zwei Freiheitsachsen, Abduktion/ Adduktion und Flexion/ Extension. Die Kombination beider Bewegungen ergibt im Handgelenk die Zirkumduktion [133, 123, 105, 129].

Die *Articulatio mediocarpalis*, das distale Handgelenk, befindet sich zwischen proximaler und distaler Reihe der Handwurzelknochen. Die proximale Gelenkpfanne wird aus dem Os scaphoideum, lunatum, und triquetrum gebildet und artikuliert mit dem distalen Gelenkkopf, der aus dem Os hamatum und dem Os capitatum besteht. Den proximalen Gelenkkopf bildet das Os

scaphoideum und ist gelenkig mit der distalen Gelenkpfanne, die aus Os trapezium und Os trapezoideum besteht, verbunden. Distales und proximales Gelenk werden bei Bewegungen kombiniert und bilden zusammen ein verzahntes Scharniergelenk. Palmarflexion und Dorsalextension sind jeweils bis zu 60° möglich, Radialduktion ist bis 30° und Ulnarduktion bis zu 40° physiologisch ausführbar [133, 129, 11, 105].

### 2.1.2 Der Bandapparat des Handgelenks

Die Aufgaben der Bänder bestehen in der Führung benachbarter Knochen in deren Bewegungsrichtungen und der Beschränkung derer Ausschläge [133]. Der karpale Bandapparat gliedert sich in eine oberflächliche, eine mittlere und eine tiefe Schicht.

Die obere Schicht besteht aus dem Retinaculum flexorum, das sich zwischen der Eminentia carpi radialis und der Eminentia carpi ulnaris ausspannt und dem Retinaculum extensorum, das aus einer oberflächlichen supratendinösen und einer tiefen infratendinösen Bindegewebsschicht besteht [133, 129, 161, 11]. Beide Retinakula haben zur Aufgabe, die Sehnen zu zügeln und in deren richtigen Positionen über die Handgelenke zu führen [133, 123, 129].

Die mittlere Schicht ist zusammengesetzt aus drei Bandgruppen, den Ligamenta radiocarpalia, den ulnocarpalen Komplex (bestehend aus Discus articularis, Ligamenta radioulnare palmare et dorsale, Ligamentum ulnotriquetrum, Ligamenta ulnocarpale palmare et dorsale, Ligamentum collaterale carpi ulnare und der Sehnenscheide des M. extensor carpi ulnaris) und dem Ligamentum intercarpale dorsale. Die Ligamenta radiocarpalia werden weiter unterteilt in Ligamenta collaterale carpi radiale, Ligamentum radiocarpale palmare und Ligamentum radiocarpale dorsale. Diese Ligamenta werden auch als extrinsische Bänder bezeichnet [133, 129, 123].

Die tiefe Schicht besteht aus kurzstreckigen, die Ossa carpalia untereinander verbindenden Ligamenta intercarpalia palmaria, dorsalia et interossea (=intrinsische Bänder) [133, 123, 105, 129].

### 2.1.3 Muskeln der Hand

An der Hand werden 19 Unterarmmuskeln unterschieden. Muskeln der oberflächlichen Schicht entspringen am Humerus, Muskeln der tiefen an der proximalen Hälfte von Radius, Ulna und Membrana interossea. Im distalen Verlauf gehen die Muskeln in Sehnen über und schließlich

setzen sie an Unterarmknochen, Handwurzel- oder Mittelhandknochen oder Fingern an [133, 123, 129, 105].

Die Extensoren werden unterteilt in oberflächliche Muskeln (M. extensor digitorum, M. extensor digiti minimi, M. extensor carpi ulnaris) und tiefe Muskeln (M. abductor pollicis longus, M. extensor pollicis brevis und M. extensor indicis) [105, 129, 123, 133].

Die Flexoren sind insgesamt in 3 Schichten eingeteilt. Zur ersten und oberflächlichen Schicht gehören: M. pronator teres, M. flexor carpi radialis, M. palmaris longus und M. flexor carpi ulnaris. Die zweite, mittlere Schicht besteht nur aus dem M. flexor digitorum superficialis. Die Mm. flexor digitorum profundus, flexor pollicis longus und pronator quadratus bilden die tiefe, vierte Schicht [105, 123, 11].

Die brachioradiale Muskelgruppe umfasst in der oberflächlichen Schicht den M. brachoradialis, den M. extensor carpi radialis longus und den M. extensor carpi radialis brevis. In der Tiefe liegt der M. supinator.

Die kurzen Handmuskeln werden in vier Thenar- oder Daumenballenmuskeln (M. abductor pollicis brevis, M. opponens pollicis, M. flexor pollicis brevis, M. adductor pollicis), drei mittlere Handmuskeln (Mm. lumbricales, Mm. interossei palmares, Mm. interossei dorsales) und 4 Hypothenar- oder Kleinfingerballenmuskeln (M. palmaris brevis, M. abductor digiti minimi, M. flexor digiti minimi brevis, M. opponens digiti minimi) unterteilt [133, 129, 105].

## 2.2 Allgemeine Rheumatologie

### 2.2.1 Äthiopathogenese der RA

Die Rheumatoide Arthritis ist definiert als eine chronische Systemerkrankung des mesodermalen Gewebes. Vorwiegend befallen sind, bei dieser meist schubweise verlaufenden Erkrankung, die Gelenke, wobei jedoch auch ein Befall von Sehnenscheiden, paraartikulärem Weichteilen und verschiedenen anderen Organen (vor allem Herz, Lunge, Niere, Nervensystem) auftritt [128, 131, 109]. Bis heute ist die Äthiologie nicht ausreichend sicher bekannt. Vermutlich existiert eine genetische Disposition des RA-Patienten (65-80% HLA-DR-4 positiv, gegenüber 25% in der gesunden Kontrollgruppe) [128, 131, 109]. Unter den rheumatischen Erkrankungen ist die RA die häufigste diagnostizierte chronische entzündliche Gelenkerkrankung. Die in der Häufigkeit nachfolgenden rheumatischen Erkrankungen sind unter anderem die Polymyalgia rheumatica, Arteriitis temporalis, Psoriasisarthropathie, Spondylitis ankylosans und der Systemische Lupus erythematodes [90, 128, 131].

Als Krankheitsursache werden autoimmune Fehlsteuerungen angenommen, wobei vermutlich ein Autoantigen oder ein bakterieller oder viraler Erreger ursächlich für eine immunologische Kreuzreaktion ist und bisher aber noch nicht hinreichend klassifiziert werden konnte. Pathogenetisch kommt es zu einer Synovialitis, also einer synovialen entzündlichen Hyperplasie und Hypertrophie, verursacht durch Ödembildung, Synoviavermehrung, Fibrinexsudation, Infiltration inflammatorisch wirkender Zellen als Folgen der gesteigerten Permeabilität gelenknaher Blutgefäße [90,25,83]. Das so genannte Pannusgewebe wird definiert als ein unter anderem aus Fibroblasten und Makrophagen bestehendes Granulationsgewebe. Es führt ausgehend von einem Recessus der Gelenkkapsel mit der Zeit zur Invasion, Unterminierung und Destruktion des Gelenkknorpels und des subchondralen Knochens, woraus die gelenknahe Osteoporose resultiert. Bei Ausbildung des so genannten Markpannus, also der subchondralen Pannusbildung, kommt es auch zur chondralen Destruktion. Bei mechanischer Beanspruchung kann es nun zur Ablösung von Fragmenten des Knorpels und gegebenenfalls des Knochens kommen. Dieses wiederum als innere Noxe führt zu weiteren Läsionen an den Gefäßwänden und somit zu Circulus vitiosus. Als wesentlich beteiligt werden auch die Entzündungsmediatoren, Zytokine (v.a. IL-1, TNF $\alpha$ ), Wachstumsfaktoren (z.B. FGF) sowie Autoantikörper (als so genannter Rheumafaktor und Anti-CCP serologisch bestimmt) und auch die Bedeutung hinsichtlich matrixabbauender Enzyme gesehen [90, 104, 32].

### 2.2.2 Epidemiologie

Die RA hat bei einer Inzidenz, also einer Neuerkrankungsrate von 36 je 100.000 Einwohner und Jahr eine Bevölkerungsprävalenz (Anzahl der Krankheitsfälle einer festgelegten Population zu einem festgelegten Zeitpunkt) von etwa 1-2% [128, 131, 90, 21].

Frauen erkranken dreimal häufiger als Männer. Die Manifestation der RA ist in jedem Lebensalter möglich, der Manifestationsgipfel liegt jedoch zwischen dem 30. und 50. Lebensjahr. [131, 113, 109, 162, 128, 21]

Bei 2,7% der Patienten beginnt die RA am Handgelenk, sieht man die Hand aber als gesamte Einheit, kommt es laut Gschwend (1968) in 14,9-19,5% der Fälle zu einem primären Handgelenksbefall, in Studien von Sell et al. (2000) werden Zahlen zwischen 36-39% angegeben [136]. Betrachtet man dagegen die ersten zwei bis drei Jahre der Erkrankung, so sind bereits zu einem frühen Zeitpunkt bei 35% der Betroffenen pathologische Veränderungen im Bereich der Hand zu finden. Nach durchschnittlich 14 Jahren nach Krankheitsbeginn ist bei nahezu jedem Patienten, abhängig von der Literatur zwischen 64 und 95%, ein rheumatischer

Handgelenksbefall zu finden. Davon geben wiederum ungefähr 95% einen doppelseitigen Befall des Handgelenks an [90, 159, 98, 54, 149, 71, 142, 71, 13, 15, 84]. Mit einem irreversibel schwer geschädigten Handgelenk und einem Verlust der Funktion der gesamten Hand müssen nahezu zwei Drittel der Rheumatiker rechnen, wenn keine Behandlung erfolgt. Aus diesem Grund sind circa 40% der chirurgischen Interventionen an Rheumazentren Handgelenksversorgungen. Infolge dessen muss ein großes Augenmerk auf die Hand und deren Funktion und das Handgelenk als Schlüsselgelenk zum Behalten der Lebensqualität gelegt werden [90, 54, 103, 135].

### 2.2.3 Diagnostik der RA

1958 stellte die American Rheumatism Association (ARA) diagnostische Kriterien für die RA auf, welche 1987 revidiert wurden. Eine RA liegt wahrscheinlich vor, wenn wenigstens 1-4 Kriterien über einen Zeitraum von mindestens 6 Wochen vorhanden sind, sicher ist die RA, wenn mindestens 4 Kriterien erfüllt sind (Tabelle 1, revidierte ARA-Kriterien). Diese Kriterien ermöglichen mit einer Sensitivität von 91-94% und einer Spezifität von 89% eine hohe Wahrscheinlichkeit, die Diagnose zu treffen. Sie dienen zur sicheren Identifikation der RA, jedoch nicht zur Frühdiagnose [131].

<b>Revidierte ARA-Kriterien</b> (American Rheumatism Association, 1958, revidiert 1987) = ACR (American College of Rheumatology)-Kriterien
1. Morgensteifigkeit in und um die Gelenke, Dauer mindestens 1 Stunde vor maximaler Besserung
2. Weichteilschwellung (Arthritis) von 3 oder mehr Gelenken (von einem Arzt beobachtet)
3. Schwellung (Arthritis) der proximalen interphalangealen, metakarpophalangealen oder Handgelenke
4. Symmetrische Gelenkschwellungen
5. Rheumaknoten
6. Nachweisbare Rheumafaktoren (mit einer bei normalen Kontrollen in maximal 5% positiv reagierenden Methode)
7. Im Röntgenbild Erosionen und/oder gelenknahe Osteoporose in Finger- und/oder Handgelenken

**Tabelle 1: Revidierte ARA-Kriterien**

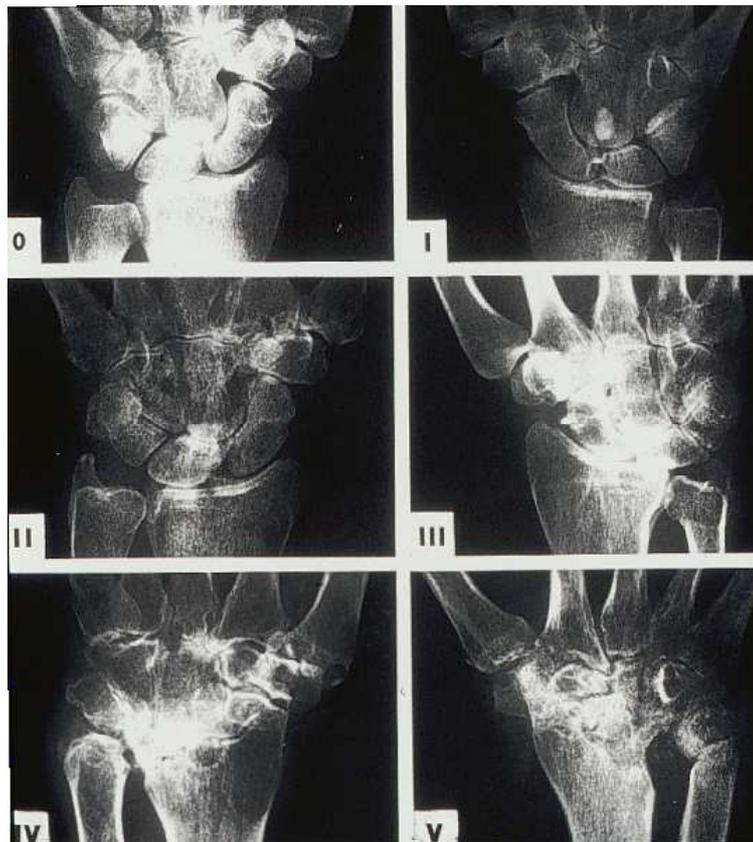
Zur frühen Diagnose einer RA sind neben Anamnese und Klinik (klinische Untersuchung) labordiagnostische Parameter (BSG, CRP, CCP, Serum-Eisen, Serum-Kupfer, Blutbild, Rheumafaktoren, ANA, u.a.), Röntgendiagnostik, gegebenenfalls MRT, Sonographie,

Krankheitsaktivitäts- („core set“ des ACR) und Funktionsstatusklassifikationen (ACR, Weiterentwicklung der Steinbrockerkriterien von 1949, DASH) hinzuzuziehen [131].

#### 2.2.4 Klassifikation der RA am Handgelenk

Für den Bereich des Handgelenks existieren verschiedene Einteilungen und Klassifikationen, die entweder den Destruktionsgrad [117, 79, 147, 63] oder den Destruktionstyp [138, 139] beschreiben. Die wichtigsten und gebräuchlichsten sind die Einteilung nach Larsen, Dale und Eek [79], die Wrightington-Klassifikation [63] und die Einteilung nach Simmen und Huber [138, 139].

Basierend auf Standartröntgenfilmen unterschieden Larsen und Mitarbeiter 1977 erstmals sechs unterschiedliche Krankheitsstadien. Sie sind die heute gängigste Einteilung der radiologischen Veränderungen des rheumatischen Handgelenks. Stadium 0 zeigt keine röntgenologisch sichtbaren Veränderungen, wohingegen Stadium I, gekennzeichnet durch geringe Veränderungen mit periartikulärer Weichteilschwellung, periartikulärer Osteoporose und



**Abbildung 1: Larsen-Dale-Eek-Stadieneinteilung für das Handgelenk**

eventuell geringer Gelenkspaltverschmälerung, schwer davon abgrenzbar ist. Im Stadium II werden Frühveränderungen des Röntgenbildes mit Erosionen und Gelenksspaltverschmälerungen deutlich. Mittelgradige Destruktionen mit bereits starken Erosionen und gegebenenfalls Anzeichen einer karpalen Instabilität zeigen sich im Stadium III, während dies im Stadium IV durch starke Destruktionen mit einem weitgehenden Gelenkspaltverlust imponiert. Das Stadium V bietet ein Bild stärkster Destruktionen. Mutilierende oder ankylosierende Veränderungen mit Verlust der Gelenkflächen, ausgeprägter knöcherner Deformierung, Luxation oder Ankylose sind dessen bildmorphologisches Korrelat [79, 90]. (Abbildung 1)

Eine weitere Einteilung von Röntgenbildern des rheumatischen Handgelenks ist die Wrightington-Klassifikation, die zusätzlich notwendige therapeutische Verfahren beschreibt [63]. Gemäß dieser Klassifikation sind bei erhaltener Handgelenksarchitektur, geringer Rotationsinstabilität des Skaphoids, osteoporotischen Zeichen, Erosionen und gegebenenfalls Zysten die Kriterien für Grad 1 nach der Wrightington-Klassifikation erfüllt. Therapie ist in diesem Stadium die Synovialektomie.

Bei Grad 2 stellen sich im Röntgenbild eine Ulnartranslokation, Lunatumflexion und eine Skaphoidflexion oder Destruktion des Radioulnargelenks bei erhaltener Radioskaphoidal- und Mediokarpalgelenken dar. Stadiengerechte Therapien sind hier die Ulnakopfresektion bei Caput-Ulnae-Syndrom, Weichteilstabilisierung, radiolunäre Fusion und die Resektions-Interpositions-Arthroplastik (RIAP).

Eine arthrodetische oder alloarthroplastische Versorgung ist frühestens bei Grad 3 gemäß Wrightington-Klassifikation indiziert. Im Röntgenbild stellen sich in diesem Stadium Destruktionen der Interkarpalgelenke, des Radioskaphoidalgelenks oder die palmare Subluxation bei fehlenden oder nur gering ausgeprägten Radiusdestruktionen dar.

Zusätzliche ausgeprägte Destruktionen am Radius und am distalen Radioulnargelenk kennzeichnen Grad 4. Als einzige therapeutische Option ist hier die Arthrodesse indiziert [63, 90].

Simmen und Huber [138, 139] klassifizierten den natürlichen Verlaufstyp der entzündlichen Zerstörung durch die RA und nicht den Destruktionsgrad der rheumatischen Handgelenksveränderung. Sie unterschieden dabei drei verschiedene Typen. Diese haben unterschiedliche Prognosen und bedürfen eines unterschiedlichen behandlungstherapeutischen Managements. Besonders wichtig ist dies, wenn radiologisch noch keine ausgeprägten Destruktionen verifizierbar sind, klinisch jedoch ein operativer Eingriff erforderlich ist [138,

139, 90]. Für die Bestimmung des Typs sind röntgenologische Kriterien, wie die Abnahme der karpalen Höhe [167, 132, 37], die progressive Ulnartranslokation des Karpus [38] und radiologische Zeichen der karpalen Desintegration, wie beispielsweise die skapholunäre Dissoziation, ausschlaggebend. Bis zum eindeutigen Feststellen des Verlaufstyps sind alljährliche röntgenologische Untersuchungen der Handgelenke erforderlich [90].

Der Verlaufstyp I, der ankylosierende Typ, ist typisch für die juvenile Arthritis, tritt jedoch auch bei RA im Erwachsenenalter auf. Bei Handgelenken, die diesem Typ zugeordnet werden, kommt es im Verlauf zu einer eingeschränkten Beweglichkeit. Vermutlich eine schnelle Gelenkflächendestruktion bei straffen Gelenk führt zu einer radiokarpalen oder interkarpalen spontanen Fusion, während die karpale Ulnartranslokation und der Verlust der karpalen Höhe verhältnismäßig langsam geschehen.

Durch Sekundäre Osteoarthrose ist der Typ II gekennzeichnet. Parallel zu Arthritis bedingten Erosionen kommt es zu sekundären arthrotischen Veränderungen. Radiologisch werden sowohl für die Arthritis typische chondrale Osteoporosen als auch subchondrale Sklerosezonen, bei langsamer Ulnartranslokation und langsamem Verlust karpaler Höhe, sichtbar. Die karpale Architektur wird stabilisiert auf Grund des Nebeneinander von entzündlicher Destruktion und sekundären degenerativen Reaktionen in einer Art Balance.

Beim desintegrativen Typ III haben die Patienten erosive Arthritiden mit progredientem Kollaps des Handgelenks, neben Destruktion der ligamentären Strukturen und rasch progredienten Knochenverlusten, so genannte Arthritis mutilans. Unter anderem kann es zu palmarer und/oder zu ulnarer Handgelenksluxation, teils zu komplettem Verlust der karpalen Knochen kommen, das heißt, Ulnartranslokation und Verlust der Karpalen Höhe können rasch eintreten. Klinisch ist die Erkennung dieses Verlaufstyps wichtig, weil nur eine ossäre Stabilisierung, wie partielle oder vollständige Fusionierung im Gegensatz zu reinen Weichteileingriffen, eine langfristige Stabilisierung erzielen [138, 139, 90].

### 2.2.5 Klinische Symptome der RA

Die RA ist eine meist schubweise verlaufende Erkrankung. Die Krankheitsverläufe und -ausprägungen sind individuell verschieden [128, 131].

Nach Thabe [150] schließt sich das Frühstadium der RA an das Prodromalstadium, das durch Parästhesien, Steifigkeit und eventueller synovitischer Schwellung gekennzeichnet ist, aber auch fehlen kann, an. Gekennzeichnet ist es durch das erstmalige Auftreten von sichtbaren und

palpierbaren Gelenksschwellungen, die persistieren. In einigen Fällen kann es zur Hautrötung über dem betroffenen Gelenk kommen, jedoch ist dies nicht obligat. Vielmehr kann man eine leichte Überwärmung über dem druckschmerzhaften Gelenk feststellen. Betroffen sind bei der RA charakteristischerweise in der Mehrzahl der Fälle Fingergrund- und Fingermittelgelenke unter Aussparung der Fingerendgelenke. In circa 70% der Fälle wird diese typische Symptomatik symmetrisch an beiden Händen beobachtet. Die außerdem charakteristische Morgensteifigkeit der Gelenke von mindestens 15 Minuten kann bei manchen Patienten auch mehrere Stunden anhalten [150]. Häufig ist dies mit einer hochgradigen Kraftminderung und der Unmöglichkeit die Hand zur Faust schließen zu können assoziiert. Typisch ist unter anderem noch der Schmerz beim Händedruck, als positives Gaenslen-Zeichen gilt der Querdruckschmerz im Bereich der Fingergrundgelenke. Neben den Handgelenken sind auch häufig die Zehengrundgelenke Ort der (Erst-) Manifestation, deutliche Vorfußschmerzen weisen darauf hin. In einigen Fällen sind jedoch nicht diese typischen Lokalisationen der Ort des ersten Auftretens. Schulter-, Knie-, Kiefergelenke, Halswirbelsäule und vor allem die Sprunggelenke sind Orte der Manifestation. Röntgenologisch beobachtet man neben gelenknaher Osteoporose und Weichteilzeichen oft keine destruktiven Veränderungen. [150]

Im mäßig fortgeschrittenen Stadium II klagt der Patient vor allem über einen belastenden Dauerschmerz, vor allem in der Nacht und morgens, neben einer merkbaren Bewegungseinschränkung. Außerdem fällt eine Muskelatrophie, besonders der Mm. interossei am Handrücken auf. Häufiger kommen nun chronische Tenosynovitiden, Bursitiden und Rheumaknoten vor (Abbildung 2).



**Abbildung 2: Klinischer Befund bei ausgeprägter Synovialitis der Strecksehnen bei rheumatoider Arthritis**

Meist existieren in diesem Stadium noch keine Gelenkdeformitäten. Röntgenologisch erkennt man die ersten destruierenden Veränderungen. [150]

Das Stadium III als fortgeschrittenes Stadium zeigt neben progredienten Knorpel- und Knochendestruktionen und einer gravierenderen Muskelatrophie eine infolge des zerstörten Kapsel- und Bandapparates beginnende Deformierung der Gelenke. An den Händen typisch ist dafür die Ulnardeviation der Finger, außerdem die bei Fortschreiten gegebenenfalls sichtbar werdenden Knopfloch- (Hyperextension der Fingergrundgelenke und der distalen Interphalangealgelenke bei fixierter Beugstellung, volares Abgleiten der Strecksehnen) und Schwanenhalsdeformitäten (Hyperextension im Fingermittelgelenk und Beugung im Fingerendgelenk bei Flexion der Finger), die 90/90-Deformität des Daumens (Fehlstellung mit 90 Grad Flexion im MP-Gelenk und 90 Grad Hyperextension im Interphalangealgelenk) und das Caput-Ulnae-Syndrom (Radius und Hand subluxieren palmar gegenüber dem dorsal prominenten Ulnarkopf) [40, 131, 90]. An den Füßen kann es bei Progredienz zur fibularen Deviation vor allem der Großzehe als so genannter arthritischer Hallux valgus und Dorsalluxation der Zehengrundgelenke mit Durchtreten der Metatarsalköpfchen und der damit verbundenen starken Schmerzen beim Stehen und Gehen kommen. Daneben können Fehlstellungen und Instabilitäten im Bereich der Ellenbogen-, Knie- und Sprunggelenke symptomatisch werden. Oft fällt auch eine fluktuierende Schwellung in der Kniekehle, die so genannte Baker-Zyste, auf, die auch im Verlauf rupturieren und bei Verteilung im Unterschenkel heftige Schmerzen verursachen kann. Infolge einer Zervikalarthritis kann es zu neurologischen Störungen kommen. Starke osteoporotische Veränderungen, Knorpelverlust, verstärkte Knochendestruktionen und Subluxationen und Luxationen der entsprechenden Gelenke sind im Röntgenbild im Stadium III verifizierbar [150].

Als fortgeschrittene Gelenkveränderungen an allen Extremitätengelenken sind im Endstadium, Stadium IV unter anderem Auftreibungen, Fehlstellungen, Lockerungen, Deformierungen, Ankylosen und Subluxationen zu nennen. Fibröse oder knöcherne Ankylosen der verschiedenen Gelenke sind Zeichen einer „ausgebrannten“ Entzündung, jedoch bedeutet dies funktionelle Behinderung bis hin zur Invalidität. Nicht selten ist dies der Grund für eine Bettlägerigkeit oder eine Abhängigkeit vom Rollstuhl.

Röntgenologisch werden neben den im Stadium III auftretenden Veränderungen knöcherne Ankylosen sichtbar [128, 131].

Als autoimmune Allgemeinerkrankung befällt die RA nicht nur den Bewegungsapparat, sondern, zwar seltener, auch extraartikuläre Lokalisationen. Bei Beteiligung des Herzens kann es zur häufig asymptomatischen Perikarditis und selten zur Myokarditis kommen. Auch Nekrosen oder

Rheumaknoten können sich dort ausbilden. Funktionelle periphere Durchblutungsstörungen und Vaskulitiden mit folgenden Hautulzera, Neuropathien, Nekrosen und Gangrän sind Korrelat einer Gefäßbeteiligung. Zur Lymphknotenvergrößerung und Milzbeteiligung kommt es infolge des Befalls des lymphatischen Systems. Sind Lungen oder Pleura von der Erkrankung betroffen, können eine Pleuritis sicca oder exsudativa, eine interstitielle Lungenfibrose oder Rheumaknoten in der Lunge resultieren. Im Nervensystem kann es zu Neuropathien, bei Befall der Augen zu Episkleritis, Skleritis oder Keratitis sicca kommen. Oft sekundär folgen Blutbildveränderungen, wie Anämie, Leukozytose und Thrombozytose. Ebenfalls meist sekundär und eher selten kann eine Amyloidose, Blutgerinnungsstörungen und unspezifische Mitreaktion der Leber, Zeichen der Erkrankung sein. [128]

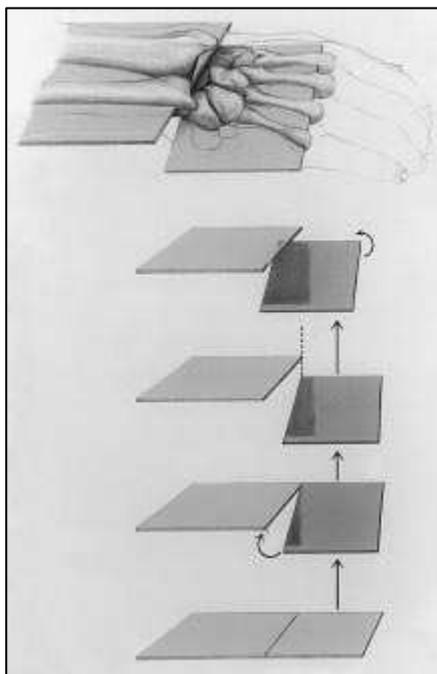
#### 2.2.6 RA am Handgelenk

Die RA ist eine Systemerkrankung und somit kommt es auch im Bereich des Handgelenks zu örtlichen Entzündungen (Synovialitis, Gefäße, Haut u.a.) mit nachfolgenden destruktiven Veränderungen an Knochen, Knorpeln, Kapsel-Bandapparat, Sehnengleitgeweben und Sehnen, was wiederum zu Schmerzen, Fehlstellungen, Verlust von Funktionen und Sehnenrupturen führen kann. [90]

Die pathogenetische Ursache für die Handdeformität ist die Proliferation des synovialen Gewebes. Unter anderem betrifft dies nicht nur die Gelenke, sondern auch sowohl die Beugesehnen, als auch die Strecksehnenfächer. Aufgrund der speziellen Anatomie des Handgelenks und dessen Komplexität werden unterschiedliche Befälle bei RA gesehen. Zu den vielfältigen Veränderungen im Bereich der rheumatischen Hand gehören knöcherne Erosionen, Veränderungen am Bandsystem, Kapseldeformierungen, Vergrößerung der Gelenkkapsel und Veränderungen an Sehnen, sowie am Sehnengleitgewebe. [90]

Der Synovialitis nachfolgend kommt es zu einer Überdehnung, Lockerung und zu einer Ruptur der dorsalen radiokarpalen und palmaren ulnocarpalen Kapsel-Band-Systeme mit teilweiser hernienartiger Perforation des synovialitischen Gewebes. In Folge dessen kommt es dann zur so genannten Supinationsfehlstellung. Begünstigend für die Ulnartranslokation des Karpus ist die Zerstörung der Verbindung zwischen Radius und Os triquetrum [82, 115, 90]. Zur palmaren Dislokation der Handwurzel kommt es durch die Synovialitis im Bereich der insuffizienten radiocarpalen Bänder. Eine so genannte Radiuskrypte entsteht infolge entzündlicher Einwirkungen im Bereich des Ligamentum radioscapolunatum als Hinweis für Zerstörung der

Bandinsertion. Betrifft die Synovialitis den interkarpalen Bereich kommt es zu Instabilitäten im Karpus. Bei einer Synovialitis im distalen Radioulnargelenk und Zerstörung des ulnokarpalen Komplexes, bestehend aus fibrokartilaginären und ligamentären Strukturen, die zwischen Ulnakopf und der proximalen, ulnaren Handwurzelreihe besteht und den Discus triangularis beinhaltet, ist dies oft ein Teil der Lockerung im ulnocarpalen System. Zur palmaren Dislokation der Sehne des M. extensor carpi ulnaris kommt es infolge einer Überdehnung des dorsalen Kapsel-Band-Apparates des distalen Radioulnargelenks und entzündlicher Destabilisierung des 6. Strecksehnenfachs. Zusammen bildet dies das Caput-Ulnae-Syndrom, das als prominenter Ulnakopf bei durch die proliferative Synovialitis zerstörtem distalen Radioulnargelenk definiert ist [121, 96, 6, 90]. Die palmare Extensor-carpi-ulnaris Dislokation



**Abbildung 3: Schematische Darstellung der Entwicklung der Supinationsdislokation am Handgelenk bei RA. Aus: Bauer, R., Kerschbaumer, Poisl: Orthopädische Operationslehre Bd. III: Schulter und obere Extremität, Stuttgart, New York, Thieme 1997, S. 467**

führt zu einer relativen Insuffizienz, sehr selten auch zur Ruptur der Sehne, sowie zu einem Stabilitätsverlust im ulnokarpalen und distalen Radioulnargelenk. Das Gesamtbild aus gelockertem Bandsystem, karpaler Ulnartranslokation und der Zugwirkung der radialen Handgelenksstrecker bei gleichzeitigen Stabilitätsverlust durch die Extensor-carpi-ulnaris Sehne kann darum die radiale Fehlstellung der Handwurzel, auch Radialkollaps genannt, sogar noch verstärken. Die karpale Fehlstellung wiederum führt neben anderen Faktoren zu einer Ulnardeviation der Langfinger. Bei weit fortgeschrittenen Veränderungen, also radialer Abweichung der Metakarpalknochen [146, 96, 90, 142], damit veränderter Zugrichtung der Fingersehnen und folgender Ulnardeviation der Langfinger, spricht man von der so genannten Handskoliose oder auch Zick-Zack-Deformität der Hand- und Fingergelenke.

Den Hauptanteil an der Entwicklung der rheumatischen Handgelenksdeformität bildet die palmare Subluxation des Radius und der Hand (Abbildung 3) gegenüber dem am

Handrücken prominenten Ulnakopf, also das so genannte Caput-Ulnae-Syndrom [6]. Häufig ist es die Ursache für eine Ruptur der Fingerstrecksehnen vom 5. Finger ausgehend nach radial nach

ulnar, was vor allem durch den manchmal sogar scharfkantig veränderten Ulnakopf verursacht ist [90].

Ein Verlust der Handgelenksfunktion beziehungsweise eine Einschränkung der Benutzbarkeit der Hand geht für den Patienten häufig mit einer schweren Behinderung und Minderung der Lebensqualität einher, da eine Selbstversorgung damit unmöglich werden kann. Sie wird von den meisten Patienten subjektiv als stärker einschränkend empfunden, als der Verlust der Gehfähigkeit [90]. Aus kosmetischen Gründen ist die deformierte Hand oftmals für den Patienten im sozialen Umfeld ebenso belastend und kann deshalb als „ästhetische Behinderung“ bezeichnet werden. Eine Kompensation der Funktionseinschränkung kann vom Rheumatiker lange erfolgen. Teilweise besteht bei den Patienten erhebliche Angst vor Operationen, die zum Verlust der geläufigen kompensierenden Bewegung, der so genannten Ersatzgreifforn führen könnten. Aus diesem Grund kommt es nicht selten dazu, dass eine rheumachirurgische oder handchirurgische Vorstellung erst zu einem Zeitpunkt erfolgt, an dem eine präventive, weniger invasive und belastende Behandlung der Erkrankung nicht mehr möglich ist und eine operative Therapie somit unumgänglich ist. Die früher häufig praktizierte abwartende Haltung bezüglich der Erkrankung der rheumatischen Hand ist heutzutage obsolet [54, 150, 90].

## 2.2.7 Therapie der RA

### 2.2.7.1 Konservative Rheumatherapie

Die Therapie des Rheumapatienten sollte möglichst interdisziplinär erfolgen. So ist neben einem Zusammenspiel von Ärzten verschiedener Fachrichtungen (Internisten, Orthopäden und Chirurgen), physio-, ergotherapeutischer, sozialdienstlicher Betreuung auch eine Einbindung der Rheumaliga unerlässlich, um im Zusammenspiel dieser Fachgruppen bestmögliche Beweglichkeit und optimales Zurechtkommen im Alltag zu erzielen [90].

### 2.2.7.2 Medikamentöse Rheumatherapie

Heutzutage wird ein deutlich aggressiveres medikamentöses Vorgehen gegen die RA als noch vor einigen Jahren gewählt [75, 50, 68, 41, 7]. Voraussetzung für eine frühzeitig eingeleitete so genannte Basistherapie ist die möglichst schnelle und frühzeitige Diagnosesicherung. Die jeweils dem Patienten am besten entsprechende Substanz hängt einerseits von der Krankheitsaktivität (Tabelle 3), und andererseits von der Prognose (Tabelle 2) ab. Bei hoher Krankheitsaktivität oder möglichen Anzeichen für eine ungünstige Prognose sollte schnellstmöglich eine intensive

Kriterien für eine ungünstige Langzeitprognose
- Niedriges Alter bei Krankheitsbeginn
- Weibliches Geschlecht
- Hohe serologische Entzündungszeichen
- Positiver Rheumafaktor
- Frühe radiologische Destruktionszeichen
- Frühe systemische Krankheitszeichen
- Hohe Gelenkindizes
- Schlechter Funktionsstatus (z.B. HAQ = Health Assessment Questionnaire, DASH)

**Tabelle 2: Kriterien für eine ungünstige Langzeitprognose**

immunsuppressive Therapie eingeleitet werden. Eventuell kann man bei erreichter Remission eine Reduktion der Dosis oder eben eine weniger aggressive Therapie erwägen.

Keineswegs dürfen bei Anzeichen einer aktiven RA die Basistherapeutika abgesetzt werden, da dies den nächsten akuten Schub mit sich bringen würde [75, 50, 68, 7]. Mit diesem aggressiven therapeutischen Management gibt es in bestimmten Studien (z.B. TEMPO-Studie[44]) Hinweise auf eine bessere Langzeitprognose. Im Gegensatz zu

Kriterien zur Einschätzung der Krankheitsaktivität		
<u>DAS=Disease Activity Score</u>	<u>Funktionsstatus</u>	<u>Röntgen-Score</u>
-Index der geschwollenen und schmerzhaften Gelenke	z.B. HAQ = Health Assessment Questionnaire oder DASH = Disability Score of Arm, Shoulder and Hand	(Aufnahme der Hände/Vorfüße)
-BSG oder CRP		
-globale Selbsteinschätzung des Patienten		

**Tabelle 3: Kriterien zur Einschätzung der Krankheitsaktivität**

den früher als Ersttherapie eingesetzten rein symptomatisch wirkenden nicht steroidalene Antiphlogistika (NSAR), wählt man nach Abwägung aller Nebenwirkungen und Kontraindikationen das für den Patienten geeignetste Basismedikament aus. Diese besitzen keine direkte schmerz- und entzündungshemmende Wirkung, sondern greifen zwar mit Verzögerung, aber dennoch

blockierend in die Krankheitskaskade oder den Verlauf ein. Als erstes Medikament galt vor mehr als 70 Jahren das parenterale Gold. Seitdem wurden immer mehr Basismedikamente entdeckt. (Tabelle 4) [77, 92, 7]

Mittel der ersten Wahl sind heute bei milder bis mittlerer Krankheitsaktivität Sulfasalazin und bei mittlerer bis hoher Aktivität Methotrexat (MTX). Stellt sich innerhalb eines Intervalls von

zwei bis drei Monaten keine Wirksamkeit ein, so muss zwangsläufig auf eine Kombinationstherapie umgestellt werden. Oft ist eine Basismonotherapie nicht ausreichend und

<u>Therapie der RA mit Basistherapeutika oder Immunsuppressiva</u>	
Antimalariamittel -Chloroquin -Hydroxychloroquin	Wirkung nach ca. 4-6 Monaten, zweitrangig als Monotherapie, viel verwendet in Kombination
Sulfasalazin	Wirkeintritt nach etwa 2-3 Monaten, bei mäßiger Erkrankungsaktivität meist verwendete Substanz
Orales Gold (Auranofin)	Wirkt nach 4-6 Monaten, selten verwendete Substanz wegen des späten Wirkeintritts und der relativ schwachen Wirkung
Parenterales Gold (Aurothimalat)	Wirkbeginn nach 3-4 Monaten, Reservepräparat wegen des langsamen Wirkeintritts und der relativ hohen Toxizität
Methotrexat	Wirkbeginn nach 1-3 Monaten, zählt als Goldstandard und erste Wahl bei der aktiven und hochaktiven Erkrankung, aufgrund der guten Nutzen-Risiko-Relation
Leflunomid	Jüngste zugelassene Substanz, rascher Wirkbeginn (ca. 1-2 Monate), viel verwendet aufgrund günstiger Nutzen-Risiko-Relation
Azathioprin	Für MTX Reservepräparat wegen ungünstiger Nutzen-Risiko-Relation, wirkt nach 2-3 Monaten
Cyclosporin A	Gute Wirksamkeit, wirkt nach 1-3 Monaten, problematisches Sicherheitsprofil, nachrangig zu MTX, gut in Kombi mit MTX
D-Penicillamin	Kaum verwendet wegen der hohen Toxizität, Wirkung nach 3-4 Monaten

**Tabelle 4: Basismedikamente**, modifiziert nach MMW 33-34, 2002

es muss auf eine Zweifach- oder Dreifachtherapie umgestellt werden. Gegebenenfalls kann auch eine Monotherapie mit TNF- $\alpha$ -Blockern (z.B. Infliximab und Etanercept) oder TNF- $\alpha$ -Blocker in Kombination mit einem älteren Basistherapeutikum erwogen werden, wobei z.B. die ERA-Studie einen deutlichen Vorteil der Kombinationstherapie von MTX und TNF- $\alpha$ -Blocker gegenüber einer MTX-Monotherapie aufzeigte [155, 92, 7]. Bei Unverträglichkeit von Sulfasalazin können als zweite Wahl oder Reservetherapeutika Antimalariamittel oder orales

Gold dienen. Bei Unverträglichkeit von MTX kann Leflunomid, parenterales Gold, Azathioprin oder Cyclosporin A als Ausweichmedikament erwogen werden. Bei allen verwendeten Medikamenten ist eine strenge und konsequente Überwachung des Patienten zur Detektion der häufig auftretenden Nebenwirkungen erforderlich. Nach Krüger (2000) [77] sind schwere Nebenwirkungen jedoch selten [20]. Die rekombinanten Wirkstoffe, aufgrund der biologischen Grundsubstanz Biologicals genannt, erlangen in der pharmakotherapeutischen Behandlung einen immer größeren Stellenwert. Zu ihnen gehören neben den Hemmstoffen des Zytokins Tumornekrosefaktor-Alpha Infliximab, Etanercept und Adalimumab („komplett rekombinanter monoklonaler Antikörper“), die Hemmstoffe des Interleukin 1, z.B. Anakinra. TNF- $\alpha$ -Blocker nehmen als relativ neue Substanzen dennoch eine Sonderstellung ein, da neben rascher und intensiver Wirkung auch ein Stillstand der Erkrankung und eine Verbesserung des Funktionsstatus beobachtet wurden, sogar auch bei fortgeschrittener Erkrankung. Vermutlich kommt es in Folge von fehlender TNF neutralisierender Rezeptoren zu einem Überschuss an TNF im Gelenk, was eine intraartikuläre Entzündung bewirkt [155]. Die Ansprechrate der Patienten liegt mit 70-80% [77] dennoch höher als die bei herkömmlicher Basismedikation. Aufgrund hoher Behandlungskosten und der bei dieser Stoffgruppe vorkommenden schweren Nebenwirkungen (Infektionsrisiko, Tbc-Reaktivierung) [77, 20] kann diese Therapie momentan nur bei wenigen Patienten angewendet werden [77, 92, 7].

Die neuesten Studien zeigen ein weiteres Verfahren auf, was sogar Autoimmunerkrankungen heilen könnte. Nach Radbruch (2003) [50] wird momentan die Stammzelltherapie als therapeutische Option untersucht. Demnach wird das gesamte Immunsystem durch eine „Hochdosis-Chemotherapie“ zerstört. Im Anschluss wird mittels zuvor konservierter körpereigener Blutstammzellen die Immunkompetenz des Patienten wieder hergestellt. Obwohl dieses Verfahren risikoreich ist, wurde bei einigen der Stammzellpatienten bereits ein krankheits- und beschwerdefreies Intervall von über 5 Jahren dokumentiert [50].

Nach Breedvelt darf eine Krankheitsremission nicht zum Anlass genommen werden mit der Therapie aufzuhören, da dadurch ein erneuter Schub, eine aktive RA, produziert werden kann [12].

Im akuten Schub, also bei sehr hohen Entzündungsparametern (BSG, CRP), viszeralen Beteiligungen, Fieber oder drohender Bettlägerigkeit ist der hochdosierte Einsatz von Glukokortikoiden gerechtfertigt. Deren Wirkprinzip sind die gemeinsame Immunsuppression und Entzündungshemmung. Dennoch sollte eine Therapie des akuten Schubes nur kurzfristig mit

fünf- bis siebentägiger Dosisreduktion mit Glukokortikoiden erfolgen. Nach älterer Lehrmeinung kann man in einigen Fällen auch eine längerdauernde Gabe höherer Dosen bei viszeralen Komplikationen und in niedrigen Dosierungen, wenn eine symptomatische Therapie nicht ausreicht, versuchen [128, 131, 7].

Die RA-Behandlung sollte zusätzlich durch eine physikalische Therapie ergänzt werden. Neben Kryo- oder Thermotherapie und niederfrequenten Strömen zur Schmerzstillung kommen zur Entzündungsdämpfung in der akuten Phase Kryotherapie, in der chronischen Phase Thermotherapie und in subakuten Entzündungsphasen kühle Wickel, milde Wärme und lauwarme Fangopackungen in Betracht. Zur Muskelkräftigung kann Krankengymnastik, tetanisierende Reizströme oder klassische Massagen, jedoch nicht an Gelenken versucht werden. Nicht zuletzt sind Bewegungstherapie, Unterwassergymnastik und isometrisches Muskeltraining zur Funktionsverbesserung, Gelenkstabilisierung und Kontrakturbeseitigung zu erproben [131, 16].

### 2.2.7.3 Synoviorthese und Radiosynoviorthese

Die Synoviorthese ist die intraartikuläre Injektion einer nekrotisierenden Noxe, bei Beschwerde erzeugender Synovialitis und unwirksamer medikamentöser Therapie, um therapeutisch einen Rückgang der proliferativen Synovialitis zu erzielen [40, 90], wenn ein operatives Verfahren nicht indiziert ist. Osmiumsäure oder Natriummorrhuat werden aufgrund der Schädigung am Gelenkknorpel und den Resynovialitiden sowie der kontrovers diskutierten Effektivität und den Langzeitergebnissen heute eher seltener verwendet [90, 100].

Jedoch ist nur die Behandlung der Synovialitis intraartikulär möglich. Sehnen- und Sehnengleitgewebe, welche gerade häufig bei Befall des Handgelenks betroffen sind, werden damit nicht erreicht. Deshalb besteht im Handgelenksbereich nur bei isolierter intraartikulärer Synovialitis ohne begleitender Tenosynovialitis die Indikation zur Synoviorthese.

Die Radiosynoviorthese (RSO) ist die therapeutische intraartikuläre Injektion eines Radionuklids. Verwendet wird bei Injektionen im Bereich der Hand meist der Beta- und Gammastrahler <sup>186</sup>Rhenium, der eine maximale Gewebereichweite von 3,7 mm und eine physikalische Halbwertszeit von 3,7 Tagen besitzt. Nach Nekrose der Synovialis und Fibrosierung kann im weiteren Verlauf wieder eine Synoviamembran mit Synoviabildung hergestellt werden. Zur Vermeidung einer RSO bei geringer intraartikulärer Entzündung, unter anderem wegen vermeidbarer Nebenwirkungen wie Strahlensynovialitis, Gewebsnekrosen,

Knorpelschäden, Malignomen und chromosomaler Schäden, und zur Größenbestimmung des Gelenkinnenraums sollte nach Meinung einiger Verfasser [106, 102, 101, 90] eine Arthrosonographie und eine Szintigraphie erfolgen. In den LDE-Stadien 0-I finden sich die besten Ergebnisse der RSO. Eine Beurteilung des RSO-Ergebnisses sollte frühestens nach 3-6 Monaten erfolgen. Bei postsynoviorthetischen Schrumpfungs- und Vernarbungsprozessen des Kapsel-Band-Apparates kann dies spätere operative Behandlungen erschweren [90].

#### 2.2.7.4 Operative Rheumatherapie des Handgelenks

Grundsätzlich sollte vor jeder Planung einer operativen Behandlung des Patienten geprüft werden, ob der Patient eine konsequente (über mindestens sechs Monate) und ausreichende medikamentöse Therapie erfährt. Unbedingte Voraussetzung ist dabei, dass der Patient eine systemische Therapie mit den sog. Basistherapeutika erhält, bevor eine operative Behandlung erwogen werden kann [90, 71].

Sinnvoll ist es einen Therapieplan zu erstellen und darin vor allem die Reihenfolge der Behandlungsmaßnahmen, des oft polyartikulär betroffenen Patienten, festzulegen. Patientenwunsch und Patientenbedarf ist dabei ausdrücklich zu erfassen und muss neben den kosmetischen Vorstellungen des Patienten Berücksichtigung finden [56, 90, 71]. Ebenfalls wichtig zur operativen Entscheidungsfindung sind die Kenntnis der individuell verschiedenen Krankheitsentwicklungen (Krankheitsbeginn, Beginn der lokalen Affektionen, Dauer, Progredienz, derzeitige medikamentöse Therapie, zuvor lokale oder allgemeine therapeutische Maßnahmen), die Stadien der Veränderung im Röntgenbild nach Larsen, Dale, Eek [79] und die Klassifizierungen des Typs des natürlichen Verlaufs nach Simmen und Huber (1994) [138,139,90].

In der operativen Therapie bei RA-Befall der oberen Extremität gibt es verschiedene Verfahren. Man unterscheidet präventive (z.B. Synovialektomie [71]) und rekonstruktive Maßnahmen (z.B. Prothesenversorgung) [90, 71]. Weiterhin kann eine Einteilung in Weichteil- und in knöcherne Eingriffe erfolgen. Bei Befall mehrerer Gelenke der oberen Extremität wird meist gemäß der funktionellen Wertigkeit der Gelenke die Versorgung von proximal nach distal vorgenommen, falls die Operation aller Gelenke in einer Sitzung nicht möglich ist [5, 111, 144, 71]. Prinzipiell sollte jedoch der präventiven Therapie der Vorrang gegeben werden, um Spätfolgen und Destruktionen zu verhindern oder in der Progression zu mildern [142].

Zu den präventiven Verfahren gehören zum Beispiel die Arthrosynovialektomie und die Tenosynovialektomie. Bisweilen müssen rekonstruktive Verfahren angewendet werden. Dazu gehören die Arthroplastiken und die Teilversteifungen, die zwar oftmals einzelne Funktionen der Hand beeinträchtigen können, aber in Summation Stabilität, Kraft und Greiffähigkeit der Hand erhöhen [71]. Ziel der operativen rekonstruktiven Therapie sollen der Erhalt der Restbeweglichkeit bei Stabilität und Schmerzfreiheit, die Wiederherstellung einer schmerzfreien Supination, Rekonstruktion der Sehnenfunktion und damit die Hemmung einer palmaren oder ulnaren Subluxation, bzw. bei schon eingetretener Subluxation die Korrektur dieser, sein [31, 54, 138, 141, 90]. Gerade beim desintegrativen Verlaufstyp nach Simmen und Huber [138] sind reine Weichteileingriffe langfristig nicht viel Erfolg versprechend, eine ossäre Stabilisierung ist in diesen Fällen geradezu essentiell.

#### Synovialektomie

Die Arthrosynovialektomie als Monotherapie ist jedoch nur in frühen Stadien des Krankheitsbildes, das heißt, bei Stadien geringer röntgenologischer Progredienz, wie LDE 0-II, indiziert [90, 149, 66], wenn Schwellungen und schmerzhafte Funktionseinschränkungen mehr als 6 Monate persistieren [56, 70, 90, 71, 145, 99, 46, 31, 66]. Ein Eingriff ist schon früher bei akuten Beschwerden durch Nervenkompressionen oder Sehnenrupturen indiziert [90]. Deutlich schlechtere Ergebnisse der Synovialektomie werden bei einer Operation ab LDE-Stadium III erreicht und sollten nach Teigland ab diesem fortgeschrittenen Stadium nicht mehr erfolgen [148, 90]. Die Häufigkeit dieses Verfahrens konnte in den letzten Jahren in den Rheumazentren aufgrund verbesserter Wirksamkeit medikamentöser Therapien reduziert werden [90]. Sowohl anatomisch als auch chirurgisch werden die verschiedenen Regionen der synovialen Proliferation unterschieden. Es können neben dem radiocarpalen, dem ulnocarpalen, dem mediocarpalen und dem distalen radioulnaren Gelenk auch die Strecksehnenfächer und Beugesehnscheiden betroffen sein. Empfohlen ist, die Synovialektomie so radikal wie möglich durchzuführen, das heißt, es muss zum Einen das synoviale Gewebe von allen Kompartimenten des Handgelenks entfernt werden und zum Anderen auch eine Tenosynovialektomie durchgeführt werden, weil eine Handgelenkssynovialitis oftmals mit einer Tenosynovialitis einhergeht [90, 71, 90]. Weiterhin wird empfohlen zusätzlich eine Reposition und Stabilisierung des Karpus vorzunehmen, weil sonst in einem Drittel der Fälle schlechte Ergebnisse zu erwarten sind. Die sich neubildende Synovialis ist gefäßärmer und weniger fibrös, so dass sie damit zu geringerer Exsudation befähigt ist [90, 56].

Die alleinige Arthrosynovialektomie kann arthroskopisch erfolgen. Bei Tenosynovialektomien, bei zusätzlichen Eingriffen und bei früheren Operationen in diesem Gebiet muss offen operiert werden [71]. Indiziert ist dieses minimal invasive Verfahren bei noch geringeren Destruktionen (LDE 0-II) und kann aus den vorgenannten Gründen am Handgelenk nur selten angewendet werden. Arthroskopische Eingriffe zeichnen sich durch geringere Gewebetraumata, schnellere Rehabilitation und erheblich kleinere Zugänge aus [71, 90].

Bei persistierender Synovialitis mit geringen Destruktionen von maximal LDE Stadium II wird empfohlen, die Synovialektomie aller Kompartimente des Handgelenks und der Strecksehnenfächer mit einer dorsalen Stabilisierung der Handgelenkscapsel mittels Retinakulum extensorum Transposition zu kombinieren. Eventuell ist im Stadium II bei Caput-Ulnae-Syndrom die Ulnakopfresektion erforderlich [66, 90]. Auch ein Extensor-carpi-radialis Sehnentransfer kann zur Karpusstabilisierung notwendig werden [39].

Das Verfahren findet in Blutleere unter Verwendung von Vergrößerungsoptiken (Lupenbrille) statt. Größtenteils erfolgt eine gerade, mediane Inzision am Handgelenk, seltener wird ein 3-4 cm proximal des Ulnakopfes beginnender und an der Os metacarpale II Basis endender Hautschnitt vorgenommen. Der Vorteil einer medianen, geraden Inzision besteht in dem geringeren Risiko einer Hautnekrose aufgrund weniger gestörter Hautperfusionen im Bereich der Inzision [90, 46, 88]. Der Eingriff erfolgt unter Schonung der subkutanen Venen, der sensiblen Anteile des N. radialis und des N. ulnaris. Ulnarseitig der M. extensor carpi ulnaris Sehne erfolgt die Inzision des Retinakulum extensorum. Es wird radial gestielt und mobilisiert bis zum zweiten Strecksehnenfach. Letztendlich folgt die Gelenkdenervierung [90].

#### Tenosynovialektomie

Bei der Tenosynovialektomie werden alle Strecksehnenfächer der Reihe nach möglichst radikal, jedoch unter Schonung der jeweiligen Sehnen, synovialektomiert. Distal und unter dem Retinakulum extensorum sind die synovialen Proliferationen häufig am ausgeprägtesten. In mehr als 50% liegen synovialitische Anteile auch intratendinös vor [90]. Eine Sehnen Dekompression ist nach Erfahrung einiger Autoren [90] vorteilhaft für den weiteren Verlauf. Eine ungenügend radikale Synovialektomie ist postoperativ nachteiliger als das Risiko einer eventuellen Sehnenruptur. [90]

#### Synovialektomie des distalen Radioulnargelenks

Bei der Beteiligung des distalen Radioulnargelenks (30% der Patienten) finden sich synovialitische Proliferationen häufig auch ventral des Ulnakopfes, weshalb je nach Zustand von

Knochen, Knorpel und Stabilität des distalen radioulnaren Gelenks eine Therapie des Caput-Ulnae-Syndrom, beispielsweise eine Resektion durchgeführt werden muss. [90, 14]

#### Radiokarpale und mediokarpale Synovialektomie

Bei radiokarpaler und mediokarpaler Synovialektomie kann die Eröffnung der Gelenkkapsel über Konvexschnitte, Längsschnitte, Incisionen entlang des Radius sowie T-förmige Schnitte erfolgen. Durch Beugung im Handgelenk und axialen Zug kann die ausgiebige und gründliche Synovialektomie der Interkarpalräume durchgeführt werden. Synoviale Anteile, die in Knochen eingewachsen sind oder dem radioskaphoidalen Bandsystem angrenzen müssen exzidiert werden. Der mediokarpale Gelenkraum muss, bei zwar seltenerem Befall, trotzdem dargestellt werden, weil Synovialitiden in diesem Bereich erheblich Symptomatiken und Karpusdeformitäten hervorrufen können. Durch Verlagerung (möglichst nur Teile) des Retinakulum extensorum unter die Extensorsehnen wird die Synovialektomie durch eine Karpusstabilisierung abgeschlossen. Dies gewährleistet einen Schutz der Extensorsehnen vor knöchernen Anteilen, stabilisiert den Karpus und verhindert Sehnenadhäsionen. Seltener wird hierzu als freies Sehmentransplantat die Sehne des M. palmaris longus verlagert [90].

#### Stabilisierung des Karpus

Die Stabilisierung des Karpus erfolgte früher mittels über 4-6 Wochen belassener Kirschner-Drähte. Verlassen wurde diese Technik weitgehend aufgrund der Fusionen und Ankylosen des Gelenks, nachdem Weichteiltechniken entwickelt wurden. Es existieren unterschiedliche Verfahren, wie die Naht der Gelenkkapsel unter Spannung, die dorsale Kapsel fixation am Tuberkulum dorsale radii, die Gelenkkapselraffung unter Ankerfixation am Radius, Retinakulum extensorum Transposition, partielle, wie die radiolunäre und die radioskapholunäre und vollständige Arthrodesen [90, 57, 66, 3].

Durch die gegebenenfalls partielle Retinakulum extensorum Verlagerung unter die Strecksehnen wird die Palmarflexion auf 30-40° limitiert. Indiziert ist sie alleinig im LDE-Stadium 0-I, kombiniert mit anderen Verfahren ab dem Stadium II [66, 149, 90].

Clayton und Ferlic empfahlen die Sehmentransposition der Extensor-carpi-radialis-longus auf die Extensor-carpi-ulnaris-Sehne im LDE-Stadium II [90, 31]. Mittels dieses Verfahrens soll eine Korrektur der Supinationsdeformität und der radialen Deviation ermöglicht werden. Durch den zusätzlichen dorsalen Zügel werden die Extensorsehnen bei Extension stabilisiert und die Extensor-carpi-ulnaris-Sehne wieder zentriert. Selbst in fortgeschrittenen Fällen kann mit diesem

Verfahren ulnare Stabilität erzielt werden [90, 48]. Einige Operateure bevorzugen die Transposition der halben Sehnen des M. extensor carpi radialis brevis. [90]

Bei fortgeschrittenen Destruktionen, wenn kein Weichteileingriff indiziert ist, werden Teil- oder Vollversteifungen des Handgelenks vorgenommen. Abhängig vom natürlichen Verlaufstyp nach Simmen, der LDE und der Wrightington-Klassifikation [138, 139] werden bei Typ I oder II nach Simmen lediglich die dorsale Handgelenkssynovialektomie und bei Vorliegen eines Caput-Ulnae-Syndrom die Ulnakopfresektion durchgeführt. Eine Handgelenksinstabilität ist bei diesen beiden Typen nicht zu erwarten, während bei Typ III nach Simmen im natürlichen Verlauf die Handgelenksstabilisierung obligat ist. Deshalb genügt bei den Typen I und II eine Weichteilstabilisierung in den meisten Fällen, während Handgelenke mit dem natürlichen Verlaufstyp III nach Simmen einer knöchernen Fusion bedürfen [90].

#### Resektion des Ulnakopfes

Beim Caput-Ulnae-Syndrom bringt eine sparsame Resektion des Ulnakopfes zusammen mit der Synovialektomie eine Verbesserung der Pro- und Supination, sowie Schmerzfreiheit und Sehnenschutz vor Ruptur (extrinsische Sehnenrupturfaktoren). Postoperativ findet sich in 30% der Fälle eine distale Instabilität der Ulna, was jedoch nicht Beschwerde auslösend ist [90]. Gegebenenfalls kann eine zusätzliche Stabilisierung mittels eines Sehnenstreifens aus der Sehne des M. flexor carpi ulnaris, Teilen des M. pronator quadratus oder der Sehne des M. palmaris longus erfolgen [90, 14].

Bei alleiniger Ulnakopfresektion wird dorsoulnar gerade oder L-förmig inzidiert. Wenn, wie bei Patienten mit RA im gleichen Eingriff häufig, eine Synovialektomie durchgeführt wird, inzidiert man gerade. Der Ulnakopf muss vorsichtig dargestellt werden, damit die dorsalen Anteile des N. ulnaris nicht verletzt werden, dann werden etwa 2-2,5 cm der distalen Ulna reseziert [90, 36]. Um die Stabilität des Ulnokarpalen Komplexes zu erhöhen empfehlen einige Autoren lediglich die Resektion von 1,5 cm [54, 90]. Unerlässlich ist die Stabilisierung der verbleibenden Ulna [90, 14, 130].

#### Operation nach Sauvé-Kapandji

Die Operation nach Kapandji ist eine radioulnare Arthrodesen mit Segmentresektion der distalen Ulna. Unklar ist, ob die Stabilität im rheumatischen Handgelenk bei diesem Operationsverfahren langfristig gewährleistet ist. Kombiniert kann bei erheblicher Ulnartranslokation oder palmarer Karpussubluxation auch eine radiolunäre Fusion zusätzlich durchgeführt werden. Postoperativ werden Instabilitäten beschrieben. Das kosmetische Ergebnis dieses Verfahrens

wird von den Patienten mit RA besser bewertet, als bei der Ulnakopfresektion [90, 4, 14, 138, 115]. Die Inzision zur Operation nach Kapandji wird ulnar oder dorsoulnar vorgenommen. Vielen Patienten mit RA kommt gleichzeitig eine Synovialektomie zu. Dazu wird gerade inzidiert. Zunächst wird ein etwa 1,5-2 cm langes Segment der Ulna möglichst distal und ulnakopfnah entnommen. Die Arthrodesen erfolgt mit zwei Schrauben unter Einbringen des entnommenen Ulnateils zwischen distaler Ulna und Radius [90].

#### Teilarthrodesen

##### Radiolunäre Arthrodesen (Chamay-Arthrodesen)

Die Radiolunäre oder Chamay-Arthrodesen ist eine Teilversteifung im Handgelenk. Sie basiert auf dem Erkenntnis von Chamay und seinen Mitarbeitern [27]. Sie beschrieben, dass in Handgelenken mit spontaner Fusion zwischen Os lunatum und Radius eine Extensions-Flexionsbewegung erhalten blieb, ohne dass eine radiokarpale Instabilität oder Subluxation erkennbar war. Bei zwar eingeschränkter, jedoch erhaltener Handgelenksbeweglichkeit ist das Ergebnis der Radiolunären Arthrodesen eine Stabilisierung sowohl in frontaler als auch in sagittaler Ebene des Handgelenks. Indiziert ist sie im Röntgenstadium LDE III. Seltener findet das Verfahren bei Patienten mit LDE IV statt. Bei Beschwerden durch Knorpeldefekte im Bereich des Os lunatum oder der Fossa lunata des Radius kann auch schon in einem früheren LDE Stadium diese Operation erfolgen. Bei röntgenologisch geringeren Destruktionen beim RA-Patienten mit einem natürlichen Verlaufstyp III nach Simmen und Huber ist die radiolunäre Arthrodesen ebenfalls indiziert, ein ausreichendes Knochenlager, erhaltenes skaphoradiales und mediokarpales Gelenk vorausgesetzt. Die radiolunäre Arthrodesen kann kombiniert werden mit Synovialektomie und Resektion des Ulnakopfes bei Caput-Ulnae-Syndrom [90, 27, 37, 82].

Der operative Zugang erfolgt unter Schonung der sensiblen Äste des N. radialis und der subkutanen Venen, meist über eine dorsale mediane Inzision. Es findet die Ablösung des Retinakulum extensorum lateral der Extensor-carpi-ulnaris-Sehne und die radialwärtige Mobilisation statt. Nach der Entfernung des Knorpels im radiolunären Gelenk wird das Os lunatum in die anatomisch korrekte Position gebracht (nach Chamay [37] in 0-10° Flexion) und fixiert (beispielsweise mit einem Kirschner-Draht). Nach intraoperativer Röntgenkontrolle kann die permanente Fixierung mittels Schrauben, Drähten, Staples oder Miniplatten erfolgen (vom Radius in den palmaren Lunatumteil und umgekehrt) [26]. Durch Interposition eines Resektats aus dem Ulnakopf kann eine verminderte karpale Höhe wiederhergestellt werden. [90]

### Radioskapholunäre Arthrodesen (RSL-Fusion)

Bei erhaltenem Knorpel im Mediokarpalgelenk und Destruktion im radiocarpalen Gelenk, meist entsprechend des Röntgenstadiums III bis maximal IV, kann eine Radioskapholunäre Arthrodesen durchgeführt werden. Ebenfalls ist sie indiziert bei solitären Beschwerden durch Knorpeldefekte am Os lunatum, Os scaphoideum, der Fossa lunata und der Fossa scaphoidea des Radius oder bei ausgeprägter radiokarpaler Subluxation mit erhaltenem lunokapitalen Gelenk, bei sonst röntgenologisch geringeren Stadien der Destruktion (Chamay 1998 [26]). Auch bei Patienten mit desintegrativem Verlaufstyp III nach Simmen und Huber (1994 [138]) werden mit diesem Verfahren gute Ergebnisse erzielt. Meist erfolgt diese Arthrodesen kombiniert mit Synovialektomie im Handgelenk und Resektion des Ulnakopfes. Bei diesem Verfahren wird empfohlen die palmare Rotation des Skaphoids, welches sich in einer Fehlstellung sogar senkrecht zur Radiusachse befinden kann, ebenfalls zu reponieren, damit die Beugesehen durch den Skaphoidpol im Karpalkanal nicht beschädigt werden. Damit werden die Gelenkflächen zu den Ossa capitatum und trapezium wieder in die anatomisch korrekte Position gebracht. Falls der proximale Pol des Skaphoids zerstört ist, sind weitere chirurgische Verfahren indiziert. Im Vergleich zur Chamay-Arthrodesen ist die Restbeweglichkeit des Handgelenks geringer [138].

Für die RSL-Fusion erfolgt der Zugang meist über eine gerade mediane Inzision unter Schonung der Nerven und Venen am Handrücken. Nach Ablösung des Retinakulum extensorum lateral der Extensor carpi ulnaris Sehne und Mobilisierung nach radial erfolgt die Denervierung des Gelenks. Es schließt sich die Entfernung des Knorpels an den radiocarpalen Gelenken bis auf den spongiösen Knochen an. Jetzt werden Os lunatum und das Skaphoid in die anatomisch korrekte Position gebracht und temporär, beispielsweise mit Kirschnerdrähten, fixiert. Zur Kontrolle der Stellung ist nun eine intraoperative Röntgenaufnahme zu empfehlen. Die definitive Osteosynthese erfolgt mittels Schrauben, Drähten, Staples oder Miniplatten [26]. Zur Wiederherstellung der karpalen Höhe kann ein Resektat aus dem Ulnakopf eingebracht werden [90, 76].

### Arthrodesen

Die Indikation zur Panarthrodesen ergibt sich bei schweren Handgelenksdeformitäten (LDE IV und V). So sind ein Gelenkknorpelverlust sowie ein Instabilität oder eine Subluxation des Handgelenks nach ulnar, radial oder palmar, größere Knochenresorptionen oder mediokarpale Destruktionen Grund für eine Panarthrodesen. Unter anderem wird wegen zunehmender Schmerzen und progredienter Bewegungseinschränkung im Handgelenk letztendlich die

Indikation zur Arthrodesese gestellt. Meist findet dieses Verfahren bei Patienten mit desintegrativem Verlaufstyp III nach Simmen und Huber, sowie bei den Typen I und II bei Schmerzen aufgrund einer inkompletten Fusion, Anwendung. Weiterhin ist die Arthrodesese bei schweren Rheumaformen, bei denen eine partielle Arthrodesese oder ein Gelenkersatz aufgrund zu fortgeschrittener Destruktionen nicht mehr möglich ist, bei nicht rekonstruierbaren Sehnenrupturen (z.B. M. Extensor carpi radialis longus und brevis), ungenügender Handgelenksstabilität z.B. (Sehnenruptur nach Sehnenreposition), schwer belasteten Hände (z.B. durch Gehhilfen) und als Ausweichverfahren bei fehlgeschlagener Endoprothese indiziert. Durch die Arthrodesese wird bei den Patienten in den meisten Fällen Schmerzfreiheit, sowie ein Ende des entzündlichen Prozesses des Handgelenks erzielt. Bei Patienten mit Behinderungen im Bereich der unteren Extremität sollte die Operationsindikation noch großzügiger gestellt werden, da durch Stabilität und Kraft die Benutzung von Gehhilfen ermöglicht werden kann. Die beidseitige Versorgung des Patienten wird in der Literatur kontrovers beurteilt, gegebenenfalls kann zur Erhaltung einer Restbeweglichkeit eines Handgelenks ein prothetischer Ersatz in Erwägung gezogen werden [90, 5, 88, 94, 95, 144, 71].

Empfohlen ist die Fixierung des Handgelenks in 5-10° Ulnarduktion, Radialduktion ist zu vermeiden [31, 88, 112, 90]. Kontrovers ist die Einstellung im Flexions-/ Extensionswinkel. Neutral- oder Flexionswinkel zwischen 5 und 10° sind günstig für Toilettengang und Körperhygiene, sowie Tätigkeiten wie schreiben und Knöpfe schließen [30, 48, 49], während Einstellung in Extension den Patienten befähigt mit der Handfläche glatte Oberflächen, wie Gesicht und Tisch zu erreichen [17]. Bei beidseitiger Arthrodesierung der Handgelenke soll ein Handgelenk in Extension, das andere in Flexion eingestellt werden [153, 90, 153, 163]. Mittels präoperativer Schienen- oder Gipsanlage kann die für den Patienten ergonomischste und ökonomischste Stellung gefunden werden [90, 142, 122, 153, 168, 98, 17].

Gewöhnlich werden zwei Arthrodesentechniken angewandt, die Plattenarthrodesese und die Arthrodesese durch Einbringen von Rush Pin und Klammern in der Technik nach Mannerfelt.

Die Zugangswege bei den Handgelenksarthrodesesen sind gerade median, über dem 3. Strecksehnenfach, S-förmig geschwungen oder mit schräger Hautinzision, wobei die sensiblen Äste des N. radialis, des N. ulnaris und das subkutane Venennetz geschont werden müssen. Nach der Spaltung des Retinakulum extensorum auf der ulnaren Seite längs des M. extensor carpi ulnaris wird es radial gestielt und bis zum 2. Strecksehnenfach mobilisiert. Es folgt die Denervierung des Gelenks und die Entknorpelung der Gelenkflächen bis auf die Spongiosa.

Bestehen größere Knochendefekte kann zusätzlich zu den Handgelenksarthrodesen eine Transplantation autologen Knochens, welches meist aus dem Beckenkamm entnommen wird, oder eine Ulnakopfresektion bei Vorliegen eines Capt-Ulnae-Syndroms, notwendig sein [90, 51, 114].

Mit der Osteosynthese durch Platten können größere Knochendefekte überbrückt werden, wie es zum Beispiel nach fehlgeschlagener Endoprothese der Fall sein kann. Dieses Verfahren kann eine gute Festigkeit und Fixation erzielen, jedoch kann die Schraubeneinbringung in den rheumatischen oft schlecht qualitativen Knochen schwierig sein. Infolge der durch Vaskulitis oder Kortikosteroide vorgeschädigten Haut können eingebrachte Materialien Wundheilungsstörungen verursachen [31, 88, 54, 90].

Vor dem Einsetzen wird die Platte in die gewünschte Arthrodesenposition gebogen. Proximal erfolgt die Verankerung der Platte im Radius mittels 3-4 Schrauben. Die distale Verankerung erfolgt im nicht mobilen 2. oder 3. Os metacarpale mit meist 3 Schrauben (Abbildung 4.1).

Für dieses Verfahren sind die Indikationen sehr begrenzt. Vor allem findet es Anwendung nach fehlgeschlagener Handgelenksprothese, wenn große Knochendefekte überbrückt werden müssen.



4.1 Plattenarthrodese



4.2 Arthrodesen in der Technik nach Mannerfelt, a.p.



4.3 Arthrodesen in der Technik nach Mannerfelt, seitlich

**Abbildung 4: Plattenarthrodese und Arthrodesen in der Technik nach Mannerfelt im Röntgenbild**

Das 1971 von Mannerfelt und Malmsten [88, 85] entwickelte Verfahren durch Einbringen eines Rush-Pins ausgehend von der ulnaren Seite des 3. Metakarpales durch den Karpus bis in den

Radius zählt noch heute zu den Standardverfahren beim rheumatisch schwerstgeschädigten Handgelenk [90]. Zur Erläuterung dieses Verfahrens siehe Kapitel 3.1.2 Operationstechnik der Mannerfelt Arthrodesese (Seite 38). (Abbildung 4.2, Abbildung 4.3)

#### Resektions-Interpositions-Arthroplastik (RIAP)

Die RIAP ist bei fortgeschrittenen Destruktionen, Bewegungseinschränkungen und Schmerzen im Handgelenk, bei jedoch erhaltener Stabilität in den LDE Stadien IV und seltener V indiziert. Es kann die proximale RIAP, bei der eine partielle Resektion der proximalen Handwurzelreihe, des distalen Radius und die Interposition des Retinakulum extensorum erfolgt, von der distalen RIAP, die aus einer Fusion der proximalen Handwurzelreihe mit dem Radius, Resektion des Mediokarpalbereichs und der Interposition des Retinakulum extensorum besteht, unterschieden werden. Im Zuge dieses Verfahrens ist häufig die gleichzeitige Ulnakopfresektion notwendig. Im Gegensatz zur Alloarthroplastik ist bei diesem Verfahren kein körperfremdes Material erforderlich. Außerdem ist eine Materiallockerung oder –infektion aus diesen Gründen nicht möglich. Vorteilhaft gegenüber den Arthrodesentechniken ist außerdem die postoperative Restbeweglichkeit des Handgelenks [151, 152, 90]. Nachteilig bei diesem Verfahren sind die häufig postoperativ fehlende Schmerzfreiheit, zunehmende Bewegungsverluste sowie schmerzhaft Instabilitäten und progrediente knöcherne Fusion.

#### Alloarthroplastik

Eine Handgelenksendoprothese ist bei RA-Patienten mit fortgeschrittenen Destruktionen gemäß LDE-Stadium IV oder V, wenn beide Hände stark destruiert sind oder die Patienten sehr auf die Feinmotorik der Hand angewiesen sind, indiziert. Nicht erfolgen sollte sie laut Clayton 1995 [31] bei schlechter Knochen- und Hautqualität, Infekt oder M. extensor carpi radialis Sehnenruptur. Die Gefahr dieses Verfahrens liegt in der außerordentlichen Belastungssituation, die ein hohes Risiko für Lockerung und Materialbruch zur Folge hat. Außerdem kann es in Folge eines gestörten Muskelgleichgewichts zu einer sekundären Fehlstellung kommen [56]. Stabile Resultate sollen durch den Silastic-Spacer nach Swanson erreicht werden. Er wird an die gestörten Muskelkräfte aufgrund des Fehlens eines fixen Drehpunkts angepasst. Damit werden gleichzeitig Schmerzfreiheit und Handgelenksbeweglichkeit erreicht [31]. Sehr häufige Komplikationen sind die Silikon-Synovialitis, Spacer-Bruch und Luxation, vor allem bei größeren Kräften, die bei vergleichsweise geringen Bewegungsumfängen einer Revision bedürfen [31, 56, 90]. Die von Meuli entwickelte Kugelgelenkprothese zeichnet sich durch zwei zementfrei verankerte, proximale Metallstifte im Radius und zwei distale in den Ossa

metacarpalia II und III aus [95]. Außer den genannten Endoprothesen existieren noch viele weitere Typen aus unterschiedlichen Materialien [160]. Wird die Revision aufgrund von Komplikationen notwendig, müssen große Knochendefekte, hervorgerufen durch die Prothesen und Knochenresorptionen, überbrückt werden. Ergebnisse der Arthroplastiken werden in der Literatur als nicht zufrieden stellend beim Einsatz im rheumatischen Handgelenk beurteilt. Außerdem sind sie bei RA selten indiziert [56, 138, 90]. Bei notwendig gewordener Prothesenexplantation wird meist eine Handgelenksarthrodese (durch Platten, Rush Pin oder Klammern) zur Stabilisierung und Schaffung einer Schmerzfreiheit empfohlen, was häufig nicht ohne Knochentransplantation durchführbar ist [31, 90].

Der Zugang für die Endoprothese kann gerade median, über dem 3. Strecksehnenfach, s-förmig oder schräg erfolgen. Nach Retinakulum extensorum Spaltung wird radial gestielt und bis zum 2. Strecksehnenfach mobilisiert. Nach der Gelenkdenervierung wird der Ulnakopf reseziert und die dorsale Kapsel des Handgelenks subperiostal vom Radius ausgehend nach distal abgetrennt und der Karpus dargestellt. Je nach Typ der Prothese werden nun entsprechend Radius sowie Karpus reseziert, die Prothesenlager geraspelt. Die Achse bildet der 3. Mittelhandknochen, das Kapitatum wird Rotationszentrum für den Karpus. Es folgt nun die Implantation der Endoprothese, der Verschluss der Handgelenkskapsel und die partielle Transposition der Retinakulum extensorum unter die Strecksehnen [90, 94].

### 3 Patienten und Methodik

#### 3.1 Allgemeines und Kriterien

Im Zeitraum vom November 1992 bis zum Juni 2003 wurden im Immanuel Krankenhaus 57 Arthrodesen in der Technik nach Mannerfelt (Mannerfelt 1973 [85, 87]) durchgeführt. Darunter waren sieben Männer (15,2%) und 39 Frauen (84,8%), somit betrug das Verhältnis Mann zu Frau, 1 zu 5,7. Zum Evaluationszeitpunkt (2003) waren sie im Durchschnitt 62 Jahre alt. Beidseitig wurde die Handgelenksversteifung nach Mannerfelt bei 11 (23,9%) Patienten durchgeführt.

Alle operierten Patienten hatten eine nach den ARA-Kriterien klassifizierte Rheumatoide Arthritis, eine Patientin hatte ein Still-Syndrom. Eine klinisch aktive bzw. ein akuter Schub der Rheumatoiden Arthritis wurde zunächst bei allen Patienten ausgeschlossen.

Eingeschlossen waren somit Patienten mit derzeit nicht aktiver Rheumatoider Arthritis, wobei mindestens ein Handgelenk in der Technik nach Mannerfelt versteift worden ist. Frühestmöglicher Zeitpunkt der Nachuntersuchung war 3 Monate nach der Operation.

Alle Patienten wurden zunächst schriftlich zu einer klinischen Untersuchung eingeladen, wobei eine positive Rückantwort nur bei 27 Patienten erfolgte. Bei fehlender Antwort auf die Einladung und Rückstellung der Briefe wurden weitere Nachforschungen über einen möglichen Wohnortwechsel und andere Gründe für das Nichtbeantworten der Einladung angestellt. Außerdem wurde der telefonische Kontakt gesucht. Nicht in allen Fällen konnte geklärt werden, aus welchem Anlass der Patient nicht erreicht werden konnte. Folgende Ursachen kommen in Frage: Tod des Patienten, unbekannt verzogen, keine telefonische Erreichbarkeit, Incompliance, Unverständnis für die Kontrolluntersuchung, Unfähigkeit aus Krankheitsgründen, sowie zu weiter Anfahrtsweg bzw. zu hohe Reisekosten zur Untersuchung.

Gesamtanzahl der operierten Patienten	57
• davon Frauen	39
• Männer	7
• beidseitig Operierte	11
Gesamtzahl nachuntersuchter Patienten	34
• Anzahl der nachuntersuchten operierten Männer	4
• Anzahl der nachuntersuchten operierten Frauen	23
• rechte Hand	17
• linke Hand	17
• dominante Hand	18
• nicht dominierende Hand	16
• Anzahl der beidseits operierten Patienten	7

**Tabelle 5: Zahlen der Operierten Hände, Seiten, Händedominanz**

Bei den nachuntersuchten 4 Männern und 23 Frauen wurden 17-mal das rechte und 17-mal das linke Handgelenk operativ behandelt.

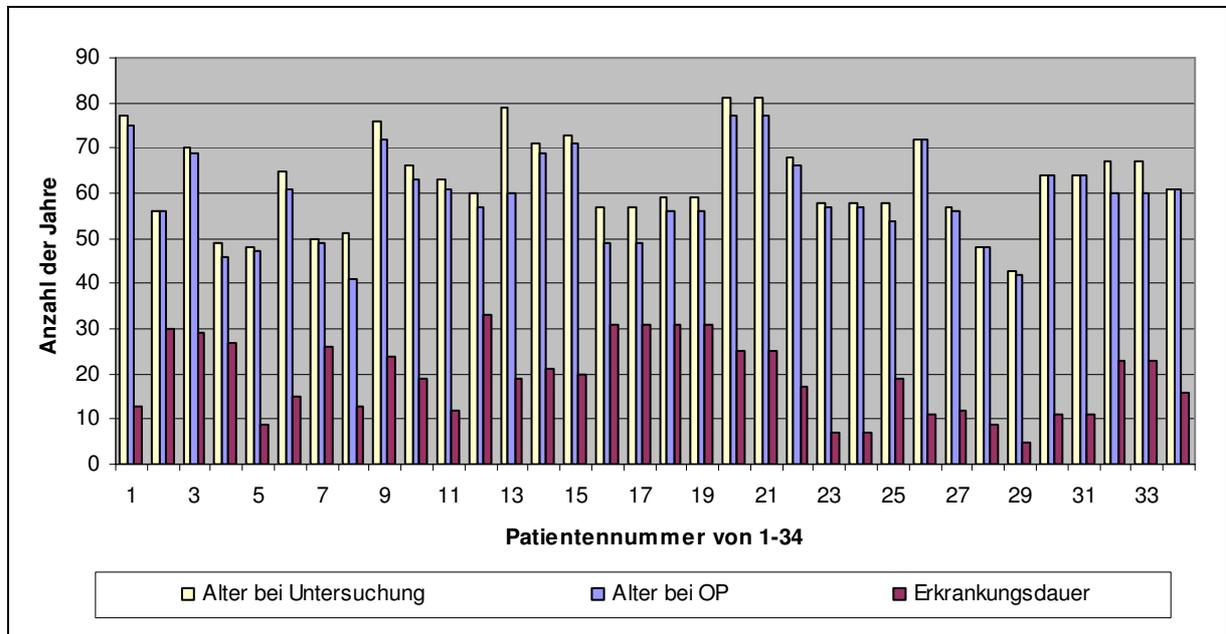
Es erfolgte in 18 von 34 Fällen die Versteifung der dominierenden Hand (53%). (Tabelle 5)

Bei 4 Händen wurde neben der Versteifung in gleicher Sitzung eine Strecksehnenrekonstruktion durchgeführt, in einem Falle eine PIP III Arthrodesese.

Operationsindikation war in der Mehrzahl der Fälle therapieresistenter Schmerz (29 Patienten, 85,3%), bei 16 (47,1%) Patienten die Deformation des Karpus und bei 17 (50%) die karpale Instabilität.

Das Alter der Patienten bei OP reichte von 41 bis 77 Jahren (Median 60 Jahre). Im Median waren die Patienten zum

Untersuchungszeitpunkt 19 Jahre an RA erkrankt. Die Spanne reichte von 5 Jahren als Minimum bis zu 33 Jahren im Maximum. Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren die Patienten durchschnittlich 62 Jahre (42 bis 81) alt. (Abbildung 5)



**Abbildung 5: Alter des Patienten zur OP, bei Nachuntersuchung und Dauer der Erkrankung in Jahren**

Bei zwei der nachuntersuchten Hände war die Mannerfelt Arthrodesis nicht primäres Verfahren, sondern wurde sekundär bei Materialbruch einer Plattenarthrodesis und beziehungsweise bei Lockerung der Handgelenksarthrodesis eingesetzt.

Alles in allem konnten 34 (59,6%) Arthrodesen nachuntersucht werden, darunter waren 7 (20,6%) beidhändig operierte Patienten.

### 3.2.1 Operationstechnik der Arthrodesis in der Technik nach Mannerfelt

Als Operationsvorbereitung waren Röntgenaufnahmen des Handgelenks anterior-posterior und seitlich unerlässlich. Weiterhin musste das Gebiet vor der Operation rasiert werden. Die Operation erfolgte in Rückenlage des Patienten bei Auslage des Arms auf den Handtisch. Eine Oberarmblutleere war unerlässlich, um eine ausreichende Übersicht im Operationsgebiet zu haben und feine Strukturen (Nerven, Gefäße, Sehnen) zu schonen. Anästhesiologisches Verfahren war in den meisten Fällen (etwa 70 %) die Allgemeinanästhesie, wenn notwendig konnte jedoch auch eine subaxilläre oder subclaviculäre Plexusanästhesie Anwendung finden. Die Arthrodesis nach der Technik von Mannerfelt (Abbildung 6) ist eine Methode der internen

Fixation. Vorteilhaft ist die Schonung von Knochen und Strecksehnen, eine Materialentfernung ist meist nicht notwendig.



Rheumatische Destruktion der Hand, LDE Stadium V

Arthrodesis in der Technik nach Mannerfelt p.a.

Arthrodesis in der Technik nach Mannerfelt seitlich

**Abbildung 6: Arthrodesis in der Technik nach Mannerfelt prä- und postoperativ**

Außerdem kann dieses Verfahren bei osteoporotischen Knochen angewand werden [91]. Nachteilig ist die mögliche Lockerung des Materials, die eine Instabilität mit sich bringen kann. Bei der Handgelenksarthrodesis in Mannerfelt Technik erfolgt eine gerade Inzision dorsal über dem Handgelenk. Nach Darstellung des Retinaculum extensorum wird es vom sechsten bis zum zweiten Sehnenfach als radialer Lappen abpräpariert. Dabei ist wichtig die Hautäste der Nn. ulnaris und radialis zu schonen. Nun kann, wenn notwendig, eine Tenosynovialektomie oder eine Strecksehnenrekonstruktion durchgeführt werden. Bevor die radiocarpalen und die interkarpalen Gelenkflächen entknorpelt werden, wird der Ulnakopf reseziert. Danach wird an der ulnaren Seite des Os Metacarpale III eine Öffnung für das Einbringen des Rush Pin erzeugt. Der Priem wird jetzt präformierend von Proximal her über das Os lunatum und das Os capitatum in den Markraum des Os Metacarpale III bei palmar flektierten Handgelenk eingeführt. Folgend wird ein 3,18 mm durchmessender 15 cm langer Rush Pin von distal nach proximal durch die Öffnung im Os Metacarpale III und weitergehend über das Capitatum und Lunatum in den Radius eingeschlagen. Dabei muss beim Übertritt zwischen Lunatum und Radius die Hand palmar

flektiert sein, damit der Rush Pin zentral im Radius zum Liegen kommt. Zum anschließenden Vortreiben des Rush Pins wird folgend der Karpus gegen den Radius komprimiert.

Das distale Ende des Pins soll an der ulnaren Seite des Metakarpale III zum Liegen kommen.



**Abbildung 7: Intraoperativer Befund einer Arthrodesese nach Mannerfelt Technik**

Zusätzlich können nun Staples unter erneuter Kompression zwischen Radiusbasis und Handwurzel zur Sicherung der Rotationsstabilität eingebracht werden. Das Retinaculum extensorum wird unter die Extensorensehnen gebracht, es erfolgen die Anlage einer Saugdrainage und die Hautnaht. Eine postoperative Ruhigstellung ist notwendig [90, 91, 85,

89, 62, 96]. (Abbildung 7)

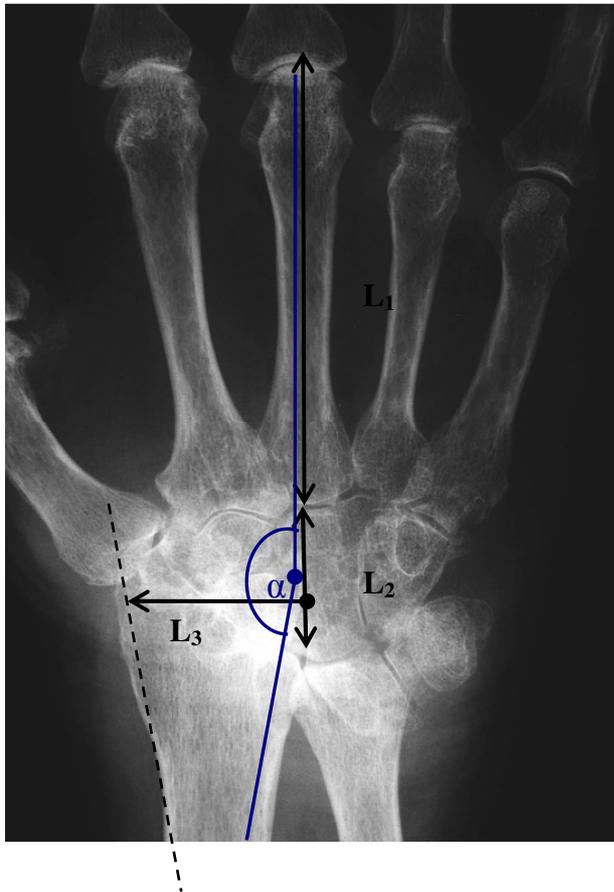
### 3.2.2 Anamnese und Untersuchungstechniken

Bei der Nachuntersuchung der Patienten wurden Anamnese, radiologischer und klinischer Befund in den dafür eigens, an verschiedene Untersuchungsbögen anderer Autoren [118, 59, 131, 96, 107, 109, 112, 52, 163, 118, 122] anlehnend, entworfenen kombinierten Befragungs- und Untersuchungsbogen notiert (siehe Anhang, Abbildung 39). Die Patienten wurden bezüglich der Zufriedenheit mit der operierten Hand und deren Funktionsfähigkeit im Alltag befragt. Die Funktionalität der gesamten oberen Extremität wurde speziell mit dem Dash-Score (siehe Anhang, Abbildung 40) geprüft.

Aus den aktuellen und den präoperativen Röntgenbildern (a.p. und seitlich) wurden die radiologischen Messgrößen (karpale Höhe, karpale Ulnartranslokation, Extension- oder Flexionswinkel, Radial- oder Ulnarduktion) bestimmt.

Aus der präoperativen Röntgenaufnahme wurde zusätzlich der Destruktionsgrad nach Larsen, Dale und Eek abgelesen. Im postoperativen Röntgenbild sollte weiterhin noch die knöcherne Fusion (knöcherne Durchbauung, Ankylose) beurteilt werden. Aufhellungszonen entlang des Osteosynthesematerials, sowie die Dislokation von Karpus, Metakarpus und/ oder Radius zeigen eine Materiallockerung, sowie eine fehlende Fusion an [45]. An radiologischen Winkeln wurden

die karpale Höhe, die karpale Ulnartranslokation, die Extensions- oder Flexionswinkel und der Winkel der Radial- oder Ulnardeviation bestimmt.



Radiologische Parameter im a.p.-Bild

Radiologische Parameter im Seit-Bild

**Abbildung 8: Bestimmung der radiologischen Parameter**

Der karpale Höhenindex nach Youm [167, 37] berechnet sich als Quotient aus der Handwurzellänge ( $L_2$ ) in Verlängerung der Os-Metacarpale-III-Achse und der Gesamtlänge des Os Metacarpale III ( $L_1$ ). Der Normalwert dieses Quotienten beträgt  $0,54 \pm 0,03$  (Abbildung 8). Die Ermittlung der karpalen Translokation nach Chamay (karpaler Ulnartranslokationsindex) [37, 38, 132, 27] erfolgt an der radialen Seite des Karpus. Dabei wird der Quotient aus der Strecke des Drehzentrums zur senkrechten durch den Processus styloideus radii ( $L_3$ ) und der

Länge des Os Metacarpale III ( $L_1$ ) gebildet. Der Normalwert liegt bei  $0,28 \pm 0,03$ , Werte die größer sind, sind pathologisch. Zur Ermittlung des Extensions- oder Flexionswinkels wird in der seitlichen Röntgenebene der Winkel aus der Längsachse des Radius und des OS Metacarpale III bestimmt. Die Stellung des arthrodesierten Handgelenks in Ulnarduktion oder Radialduktion wird als Winkel der Längsachse durch das Os Metacarpale und die Längsachse des Radius bestimmt.

Bei den beidseits operierten Patienten sollte speziell auf unterschiedlichen Winkel der beiden Hände geachtet werden und untersucht werden, ob eine zweiseitig durchgeführte Operation Einfluss auf das Befinden und die Zufriedenheit, vor allem aber auch die Ausführung der Alltagsaktivitäten hat.

In der anamnestischen Befragung wurden das Datum der Erstdiagnosestellung der Rheumatoiden Arthritis, die Nebendiagnosen und die derzeitige medikamentöse Therapie festgehalten, um festzustellen, ob die RA medikamentös optimal therapiert ist, beziehungsweise mögliche Multimorbidität oder Komorbidität der Patienten im größtenteils fortgeschrittenen Alter zu erkennen. Die Operationsindikation (Schmerz, Destruktion oder Instabilität), postoperative Komplikationen und eventuelle zusätzliche Operationen, die bei den Patienten vorgenommen worden sind, wurden in den Fragebogen notiert. Anschließend erfolgte die individuelle Erhebung des Disability Scores of Arm Shoulder and Hand (DASH). Im DASH werden insgesamt 38 Fragen zur Arm- und Handfunktion im Alltag und zu derzeitigen Beschwerden jeweils ein (keine Schwierigkeiten) bis fünf (nicht möglich) Punkte verteilt (siehe Anhang, Abbildung 40). Daraus ergibt sich ein Mindestpunktwert von 38 und maximaler Punktwert von 190. Ebenfalls wurden sowohl die prä- als auch die postoperative Schmerzintensität im Handgelenk mittels visueller Analog Skala, einem Messlineal mit Punktwerten zwischen 0 für keine Schmerzen und 10 für unerträglichste Schmerzen, als qualitative Schmerzanamnese erfasst. Die visuelle Analog Skala ist das am weitesten verbreitete Schmerzdokumentationsverfahren. Der Patient nennt oder markiert den jeweiligen Punkt auf der Skala, der damit festgelegte Wert ist statistisch vergleichbar [166, 134]. Außerdem wurde eine subjektive Befragung zur Zufriedenheit mit den möglichen Antworten sehr zufrieden; zufrieden; weder noch und unzufrieden, zum Vergleich der prä- und postoperativen ergonomischen Fähigkeiten, die sich verbessern; gleich bleiben oder verschlechtern konnten, und zu den Bewältigungen von Aktivitäten im alltäglichen Leben, das als ausreichend; mit Schwierigkeiten oder gar nicht möglich, einzustufen war, durchgeführt. Um reproduzierbare Ergebnisse bei der klinischen Untersuchung und den im Weiteren genannten

Meßmethoden zu erzielen, erfolgte die Untersuchung der Patienten standardisiert und immer durch denselben Untersucher.

In der klinischen Analyse wurden die Beweglichkeit der gesamten oberen Extremität, Fingerbeweglichkeit und -funktion (Fingernagel-Tisch-Abstand, Finger-Hand-Abstand, Daumenopposition, subjektive Fingerabduktion und -adduktion; siehe unten), Palpationsschmerz des Handgelenks, Aussehen der Narbe, Umfang des Handgelenks im Vergleich zum anderen, und weitere Parameter bestimmt. Zuerst erfolgte die Beurteilung des Hautschnitts bezüglich des Aussehens der Narbe und etwaiger Adhäsionen der Haut mit den darunter liegenden Extensorensehnen. Nach der Handgelenkspalpation, zur Erkennung einer eventuellen Druckschmerzhaftigkeit im Bereich des Karpus, wurden ausführlich die aktiven Bewegungsumfänge aller Gelenke der oberen Extremität einschließlich Schultergelenke gemäß der Neutral-Null-Methode geprüft. Die Neutral-Null-Methode geht von einer standardisierten Grundstellung der Gelenke aus, von wo aus die tatsächliche Gelenkbeweglichkeit gemessen wird. Zur genauen Überprüfung der Beweglichkeit und deren Ausmaße ist die Benutzung eines Winkelmessers unverzichtbar. Die Angabe des Bewegungsausmaßes erfolgt durch drei Zahlen, wobei die erste Zahl den Winkel bei der Bewegung vom Körper weg und die dritte Zahl den größtmöglichen Winkel bei der Bewegung der Extremität zum Körper hin beschreibt. Die zweite Zahl bezeichnet die Nullstellung, beziehungsweise diejenige Stellung, die eine bewegungsbehinderte Extremität beim Versuch in die Null-Stellung zu gelangen, einnimmt. Im Bereich des Schultergelenks wurden so die Bewegungsausmaße für Abduktion/Adduktion (Norm:180-0-20), Anteversion/ Retroversion (Norm: 150 bis 170-0-40), Innen-/Außenrotation (Norm: 95-0-40 bis 60), im Ellenbogengelenk Extension/Flexion (Norm:10-0-150) und Pro-/Supination (Norm: 90-0-90) bestimmt [125, 131, 109].

Im Bereich des Handgelenks wird die Untersuchung des Extensions-/ Flexionswinkel und der Stellung in Radialduktion oder Ulnarduktion radiologisch vorgenommen. Die Messung von Bewegungsumfängen im Daumensattelgelenk kann aufgrund ihrer Komplexität nur bedingt wiedergegeben werden. Als Beziehungspunkt gilt die Handhauptebene, in der sich in Ausgangsstellung physiologischerweise alle Finger befinden. Bei Überprüfung der Abduktionsfähigkeit des Daumens in der Handhauptebene wird der Winkel zwischen den Mittelhandknochen I und II gemessen (maximal 30-60°). Gefahr bei dieser Messung der Abspreizfähigkeit des Daumens ist die versehentliche oder unwissentliche Bestimmung des Winkels zwischen Daumen und Zeigefinger, der ein anderer ist. Folgend wird der maximale

Winkel der Abspreizbarkeit des Daumens in  $90^\circ$  zur Handhauptebene als Überprüfung des Oppositionsausmaßes des Daumens (Maximal  $30-60^\circ$ ) gemessen. Im Bereich der Finger wurden nur die Umfänge der Extensions- und Flexionsbewegung der Metakarpophalangealgelenke untersucht. (Abbildung 9)

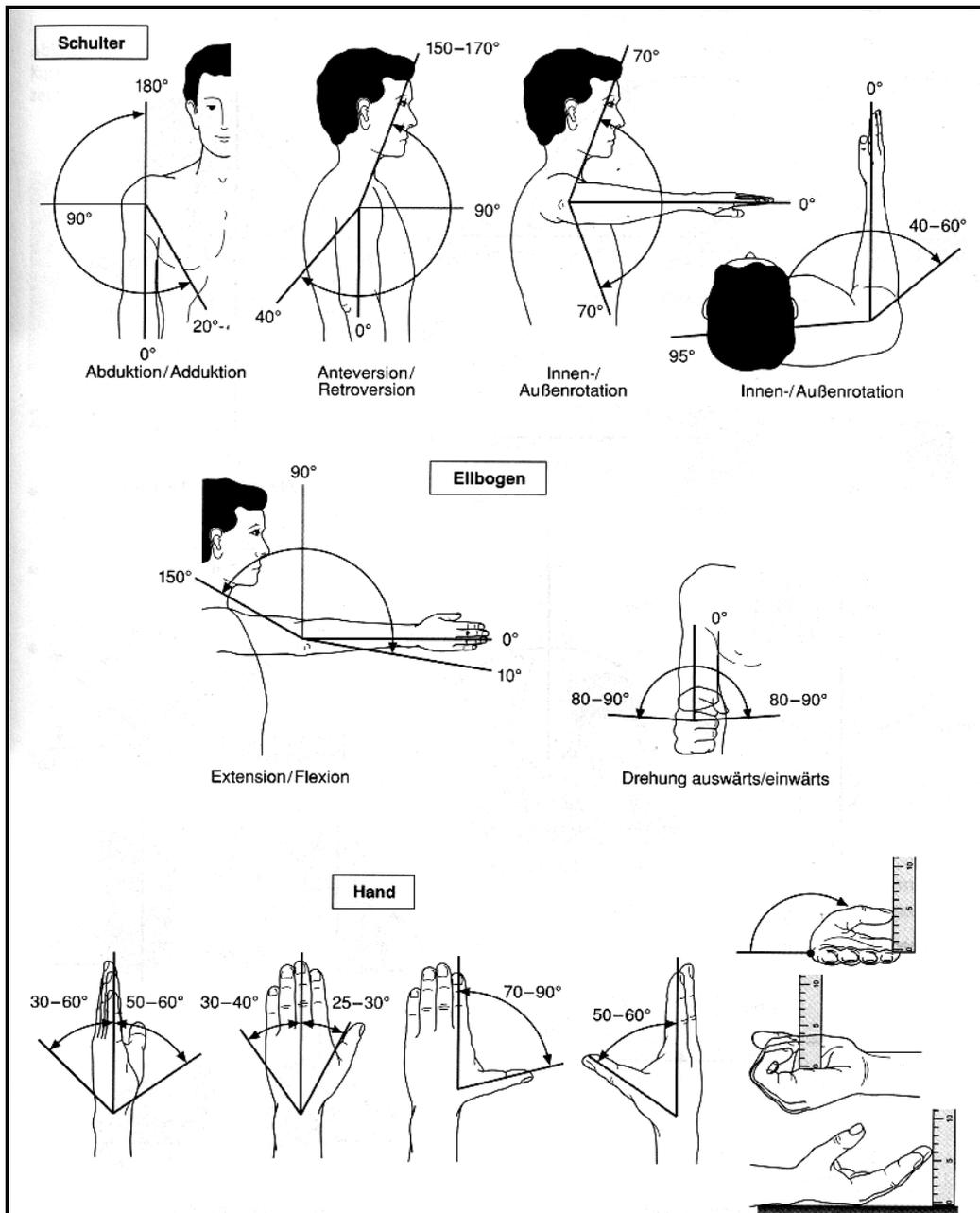
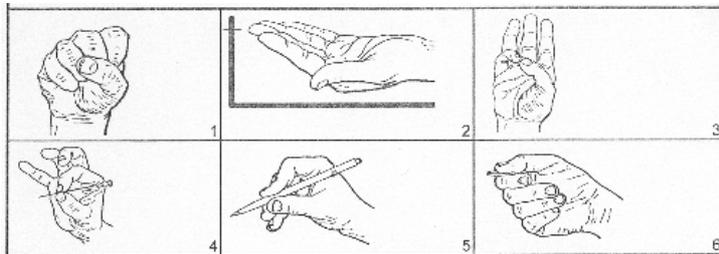


Abbildung 9: Prüfung der Neutral-Null-Methode der oberen Extremität, Quelle: Rössler, Rütter: Orthopädie, 1996, 17.Auflage, Urban und Schwarzenberg

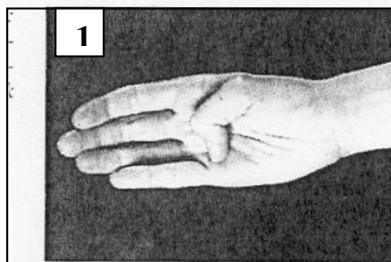
Im Folgenden wurden die verschiedenen Funktionsgriffe, die beim Rheumatiker aufgrund der



**Abbildung 10: Messung der Fingerbeweglichkeit und -funktionsfähigkeit, Quelle: Köpke, J.: Bücherei des Orthopäden, Band 40, 1984, Enke Verlag; 1-Faustschluß, 2-Fingernagel-Tisch-Abstand, 3-Daumen-Kleinfingerkuppen-Abstand, 4-Spitzgriff, 5-tridigitaler Griff, 6-bidigitaler Fingerbeerengriff**

ausgeprägten Destruktionen, Degenerationen und Luxationen nur bedingt bzw. nicht selten kaum noch durchführbar sind, überprüft (Abbildung 10). Beim Spitzgriff soll die Daumenkuppe die Kuppe der Langfinger berühren (Abbildung 10, Bild 4). Bei diesem Test muss die Berührung der Spitzen der Finger erfolgen, wie es beim Greifen von

kleineren Gegenständen notwendig ist. Dabei wurde zwischen der Möglichkeit der Aktionsausführung und der entsprechenden Nichtmöglichkeit unterschieden, wobei dann die entsprechenden Finger und gegebenenfalls die Effektivität und Kraft des Griffs notiert wurden.



**Abbildung 11: Bild 1: Griff Daumen-Kleinfingergrundgelenk, Bild 2: Gaenslen-Handgriff; Quelle: Müller, W., Zeidler: Die klinisch-rheumatologische Untersuchung, Springer, 2.Auflage**

Zur Überprüfung der Daumenopposition muss zunächst der 1. Strahl der Hand eine Stellung in  $90^\circ$  zur Hohlhandebene der Hand einnehmen. Dann wird geprüft, ob der Daumen das Kleinfingergrundgelenk berühren kann, wenn nicht, so wird die kleinstmögliche Annäherung zwischen Daumenkuppe und Kleinfingergrundgelenk (Abbildung 11, Bild 1) gemessen und notiert (im Normalfall 0cm).

Als Fingerkuppenhandabstand bezeichnet man den minimalsten möglichen Abstand der Fingerkuppen zur Hohlhandbeugefalte. Der physiologische Wert ist 0 cm bei allen Fingern (Abbildung 10, Bild 3, dargestellt ist der Daumen-Kleinfingergriff). Im pathologischen Fall erfolgt wiederum die Notiz des geringsten Abstands zur Falte in cm. Dabei muss genau beachtet werden, dass die Messung direkt von der Hohlhandbeugefalte erfolgen muss und nicht wie möglicherweise der Einfachheit halber vom Tenar aus.

Legt der Patient seine Handrücken flach auf den Tisch mit dem Versuch die Langfinger zu strecken, so kann man den Fingernageltischabstand festhalten. Bei gesunden Händen beträgt die Distanz zwischen der Fingernagelspitze und dem Tisch 0 cm, bei geschädigten Händen muss der Abstand wiederum für jeden Finger in cm angegeben werden (Abbildung 10, Bild 2).

Um die Kraft der Fingerbinnenmuskulatur mittels Fingerabduktion und Adduktion zu erfassen existieren keine Messinstrumente. Lediglich eine subjektive Einschätzung dieser beiden Manöver erfolgte während der Untersuchungen. Ein objektiver interpersoneller Vergleich ist dabei schwierig, jedoch gelingt häufig der subjektive Vergleich beider Hände miteinander. Zunächst wird der Patient dazu aufgefordert die Langfinger gegen den Widerstand des Untersuchers zu abduzieren, danach beurteilt man die Adduktionsfähigkeit der Finger im Seitenvergleich und dokumentiert die subjektiven Ergebnisse.

Ein weiteres Verfahren zur Handfunktionsprüfung ist die Überprüfung des Faustschlusses, den man zusätzlich in einen kleinen Faustschluss zur Prüfung der Fingerend- und Mittelgelenke und in eine große Faust zur Prüfung der Fingergrundgelenke unterteilt (Abbildung 10, Bild 1). Da subjektive Kraftbestimmungen mittels Händedruck kaum vergleichbar sind, wurde die Kraft mit Hilfe eines Vigorimeters geprüft. Wichtig ist dabei, dass vor der Untersuchung das Vigorimeter auf die entsprechende Handgröße eingestellt wird. Außerdem soll als Ausgangssituation die Grifffläche des Gerätes zwischen Thenar und den distalen Mittelgliedern der Finger sein. Damit Kraftmessungen objektivierbar sind, wurden mehrfach Kraftmessungen durchgeführt (dreimalig, im Wechsel zwischen den Händen), außerdem muss beachtet werden, dass die Messung in korrekter Weise durchgeführt wird. Da man keinen Mindest- oder Maximalwert benennen kann, wurden beide Hände (Operierte und Nichtoperierte) einander gegenüber gestellt, um interpersonell einen Vergleich zu erzielen. Als brauchbar geltende Messwerte waren mindestens drei hintereinander ungefähr gleiche Werte (Bereich  $\pm 5\text{kPa}$ ) bei Abwechslung der Hände bei der Kraftprobe und vor allem Testung der Kraft ohne Einsicht des Patienten in die Werte nötig, damit eine willentliche Beeinflussung der Werte durch den Patienten ausgeschlossen war.

Nach Brorson 1989 [22] erfolgte die Bestimmung des Quotienten aus der Kraft der dominanten durch die Kraft der nichtdominanten Hand. Dieser Zahlenwert gilt nach Untersuchungen an gesunden Probanden als stabiler Parameter und zeigt nur geringe Unterschiede (nicht signifikant) im Vergleich der Geschlechter und des Alters, im Gegensatz zu den Absolutwerten der Kraft [1, 64, 69, 120]. Der Normalwert für die Ratio dominant/ nichtdominant beträgt  $1,12 \pm 0,13$ , bei Frauen und Männer gleichermaßen. Anlehnend daran erfolgte zusätzlich die Bestimmung des

Quotienten der Kräfte im Faustschluss aus operierter und nichtoperierter Hand. Werte von größer 1 zeigen dabei eine höhere Kraft im Faustschluss der operierten Hand gegenüber der nichtoperierten Hand. Werte von  $1 \pm$  Standardabweichung bedeuten gleiche Kraft im Faustschluss bei beiden Händen. Liegt der Wert unter 1, so ist die Kraft der operierten Hand im Faustschluss geringer als die der nichtoperierten Hand.

Letztendlich wurde noch eine Umfangsmessung an beiden Händen standardisiert im Bereich der Handwurzel vorgenommen. Diese Untersuchung dient eigentlich der Verlaufskontrolle und zur objektiven Darstellung der Schwellung eines Gelenk. Die dominierende Hand hat physiologischerweise häufig einen größeren Handgelenksumfang als die andere Hand.

### 3.3 Datenerfassung und Datenauswertung

Die Datenerfassung erfolgte mit den Windows-Programmen Word und Excel (Microsoft Office XP™). Die Auswertung und statistische Analysen und Tests wurden teilweise mit Microsoft Excel und SPSS (Version 7.0) gemacht. In der Statistik erfolgte neben der Mittelwertbestimmung, in den meisten Fällen die Bestimmung des Median als mittleren Wert, der nach der Größe geordneten Einzelwerte, was robuster gegen Ausreißerwerte ist, als die ledigliche Durchschnittsbestimmung. Als statistische Verfahren kamen die Bestimmung des Korrelationskoeffizienten nach Pearson, das Spearman-Rho sowie der Mann-Withney-Test zum Einsatz. Der pearsonsche Korrelationskoeffizient ( $r$ ) ist die Abhängigkeitsmaßzahl für einen linearen Zusammenhang zweier qualitativer Merkmale, das heißt, er gibt den Grad des Zusammenhangs zweier Merkmale wieder. Er kann Werte zwischen -1 und +1 einnehmen. Ist der pearsonsche Korrelationskoeffizient gleich null, so besteht keine Abhängigkeit zwischen den zwei Variablen, das heißt, die beiden Variablen sind unabhängig voneinander. Nimmt der pearsonsche Korrelationskoeffizient Werte von +1 oder -1 an, so bezeichnet dies eine totale (lineare) Abhängigkeit. Bei  $r=+1$  ergibt sich ein positiver Anstieg der Geraden, bei  $r=-1$  ist der Anstieg der Geraden negativ. Mit Hilfe eines statistischen Testverfahrens kann man die Signifikanz (Tabelle 6) bestimmen.

p-Wert	$\geq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,01$	$\leq 0,001$
Signifikanz	nicht signifikant	signifikant	sehr signifikant	hoch signifikant

**Tabelle 6: Signifikanz, Interpretation der p-Werte**

Jeder Signifikanztest stellt zwei gegensätzliche Aussagen gegenüber (Hypothesen), wobei die so genannte Nullhypothese ( $H_0$ ) keinen Unterschied bedeutet, die Alternativhypothese ( $H_1$ ) zeigt

den Unterschied an. Ist ein Test signifikant, so kann die so genannte Nullhypothese („kein Unterschied“) abgelehnt werden [61, 164, 40]. Voraussetzung für eine kausale Verknüpfung ist, dass der Korrelationskoeffizient kleiner ist als der  $\alpha$ -Fehler (ein nicht reproduzierbares Zufallsergebnis).

Der Wilcoxon-Test für unverbundene Stichproben, auch Mann-Whitney-Test oder kurz U-Test genannt, setzt keine Normalverteilung voraus. Er gehört zu den verteilungsunabhängigen Verfahren. Zwei Stichproben, die unabhängig voneinander sind, müssen mit mindestens ordinalskalierten Daten (kleiner-größer-Beziehung, z.B. Schulnoten) vorliegen.

Die graphische Darstellung der Daten wurde ebenfalls mit Hilfe des Microsoft Excel Programms realisiert. In den meisten Fällen fiel die Wahl des Diagrammtyps auf das Punktediagramm, bei dem die Abhängigkeit zweier Variablen voneinander darstellbar ist, in einigen anderen Fällen war das Säulendiagramm oder das Kreisdiagramm das zweckmäßigere. Um die Handgelenkwinkel Flexion und Extension in einem Diagramm darstellen zu können, wurden die Extensionswinkel als positive und die Flexionswinkel als negative Werte im Diagramm eingetragen. Gleiches erfolgte bei der Darstellung der Radial- oder Ulnarduktion. Die Radialduktionswerte waren positiv und die Ulnarduktionswerte negativ.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Subjektive Ergebnisse der Patientenbefragung

Das grundsätzliche Fazit bei der Auswertung der Befunde war eine allgemeine Zufriedenheit der Patienten nach der Operation im Vergleich zur Zeit vor der Operation. 31 von 34 Patienten gaben an zufrieden (91,2%) oder sogar sehr zufrieden zu sein. Nur zwei Patienten waren mit dem Operationsergebnis unzufrieden (5,8%), ein Patient weder noch (3%). Gründe dafür waren die lange Erkrankungsdauer der Patienten und damit insgesamt schlechtere Funktion der gesamten oberen Extremität. (Abbildung 12)

29 der Untersuchten (85,3%) würden sich erneut einer solchen Operation unterziehen, wenn eine medizinische Indikation gegeben ist, so zum Beispiel beim anderen Handgelenk. Fünf Patienten (14,7%) lehnten dies vollkommen ab, obwohl davon drei Patienten zufrieden mit dem Operationsergebnis waren. Gründe dafür waren die vorangegangene erhebliche Anzahl an Operationen aufgrund der rheumatischen Grunderkrankung und damit die Ablehnung einer weiteren, sowie die Angst vor weiterer Behinderung durch Handgelenksversteifung und damit einer starken Behinderung bei den Alltagsaktivitäten.

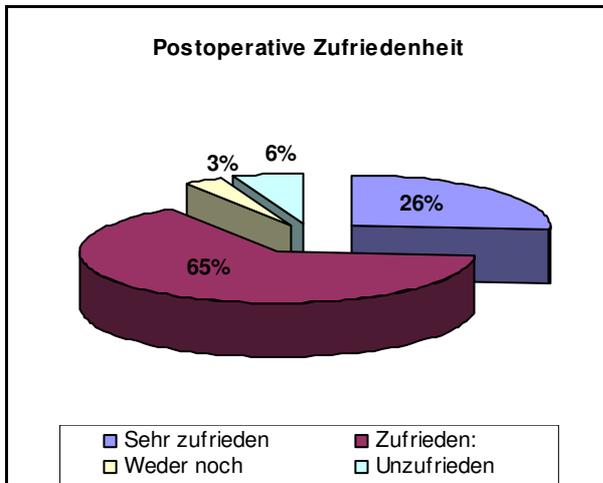


Abbildung 12: Postoperative Zufriedenheit

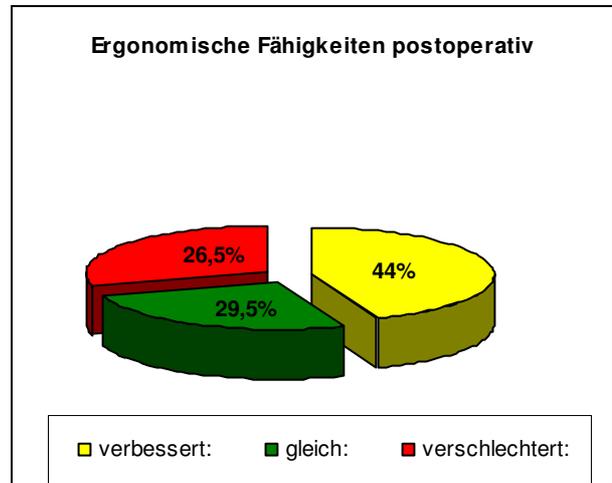


Abbildung 13: Postoperative ergonomische Fähigkeiten

Eine subjektive Verbesserung der ergonomischen Fähigkeiten wurde von 15 Patienten (44,1%) bejaht, bei neun (26,5%) Patienten gab es weder eine Verbesserung noch eine Verschlechterung der Fähigkeiten, zehn Patienten (29,4%) gaben eine subjektive Verschlechterung an, so dass sich bei ca. 70,6% subjektiv die Ergonomie nicht verschlechtert hat. (Abbildung 13) Als ergonomische Fähigkeit gilt in diesem Sinne die Anpassungsfähigkeit des Menschen an die

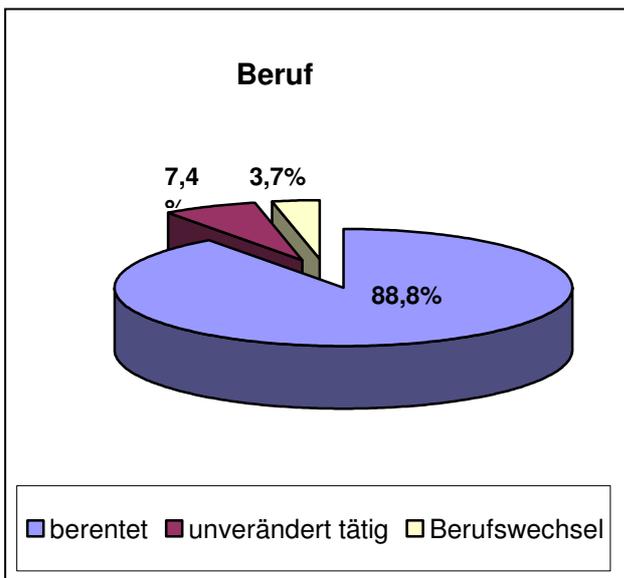


Abbildung 14: Beruf

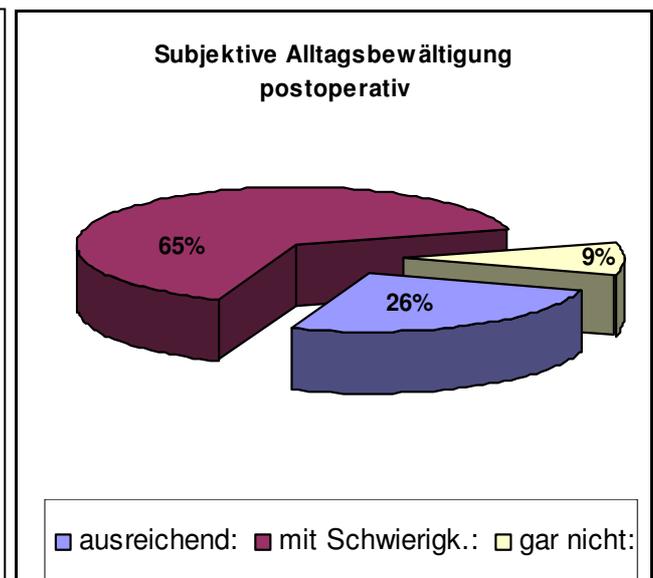


Abbildung 15: Subjektive postoperative Alltagsbewältigung

täglich zu verrichtende Arbeit (Brot schmieren, Gemüse schälen, schreiben, Dinge von einer glatten Unterlage aufnehmen usw.). In zwei Fällen (5,9%) war eine Alltagsbewältigung nicht mehr möglich, bei neun (26,5%) der Befragten war eine Alltagsbewältigung als ausreichend angegeben worden. 23 Personen (67,6%) konnten die Alltagsaktivitäten nur mit Schwierigkeiten bewältigen. (Abbildung 15) 88% der Befragten (24 von 27) waren bereits berentet, ein Patient musste seinen Beruf aufgrund der Erkrankung wechseln und lediglich zwei (7,4%) waren unverändert tätig. (Abbildung 14)

#### 4.2 Komplikationen und Fusionsrate

Radiologisch zeigte sich eine knöcherne Fusion nach Arthrodesierung in der Technik nach Mannerfelt in 33 Handgelenken (97,1%).

Insgesamt traten Komplikationen selten auf. Verzögerte Wundheilungen traten in 5 Fällen (14,7%) auf, davon kam es in einem Fall (2,9%) zur sekundären Wundheilung mit Ausbildung einer 0,5 x 2 cm großen Nekrose im Wundbereich, die operativ entfernt werden musste. Stapleslösung (zwei der drei Staples zur Rotationsstabilität 2 Monate nach der OP), Hypästhesie im Bereich des OP-Gebietes sowie Rush Pin Entfernung (Revision wegen Allergie gegen Chromat im Chirurgenstahl und Einbringen von Titan) waren mit jeweils einem eingetretenen Fall (2,9%) selten. In letztendlich 30 Fällen (88,2%) trat ein komplikationsloser postoperativer Verlauf auf. Postoperative Schwellung, die durch physiotherapeutische Behandlung rückläufig

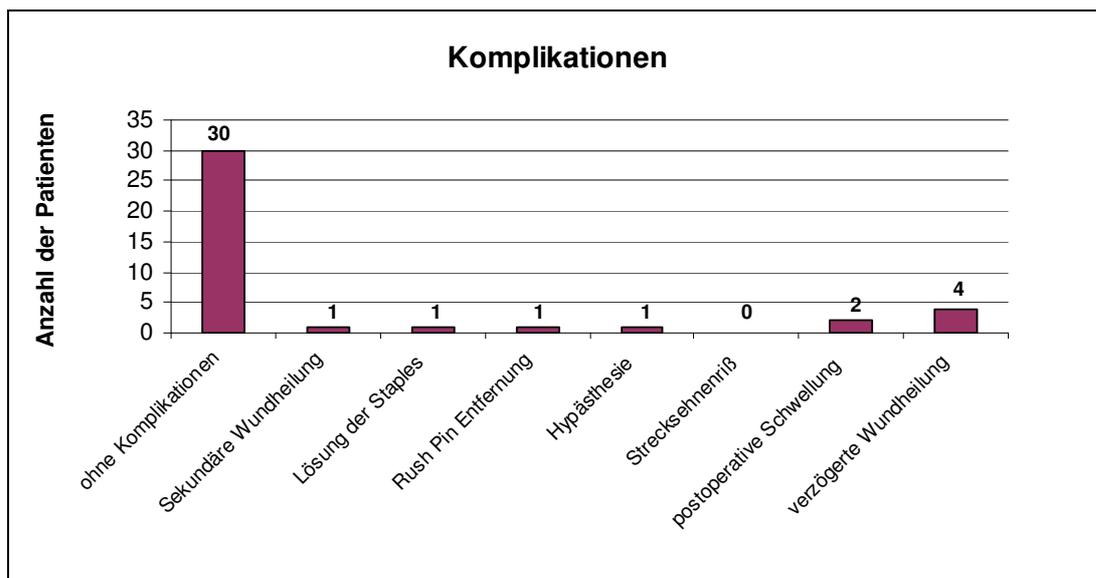


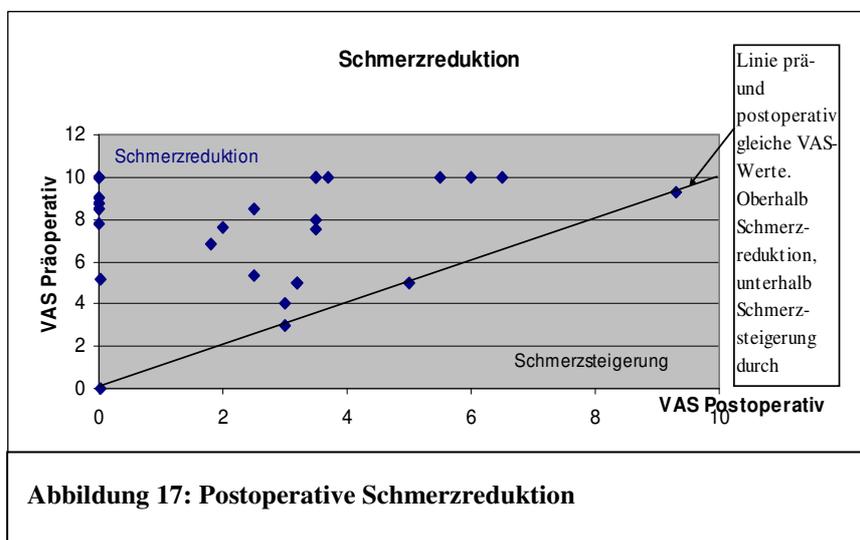
Abbildung 16: Komplikationen

war und die verzögerte Wundheilung zählen nicht zu den Operationskomplikationen, lediglich zu den komplikationsfördernden Faktoren. (Abbildung 16)

#### 4.3 Schmerzreduktion

Neben karpaler Instabilität, die bei der Hälfte der Befragten Anlass zur Operation war, und karpaler Destruktion in 47,1% der Fälle bestand in 85,3% (29 von 34) therapierefraktärer Schmerz im Handgelenk, der eine Operation unumgänglich machte. Präoperativ lagen die Schmerzen nach der VAS bei 7,95 im Median (Minimum 0, Maximum 10). Postoperativ wurde eine mediane Schmerzintensität nach VAS von 1,9 angegeben, das heißt eine gut tolerierbare Schmerzstärke im Vergleich zu vorher. Die mediane Schmerzreduktion lag bei 6,05 Punkten auf der VA-Skala. Das Postoperative Maximum betrug 9,3 und war in nur einem Fall zu finden, bei den restlichen Patienten reichte die Spanne von 0 für keine Schmerzen bis zu maximal 6,5.

Der Median der Schmerzreduktion lag bei 6,15 Punkten, in vier Fällen (11,7%) wurde keine Verbesserung oder Verschlechterung erzielt, bei den restlichen 30 Patienten trat eine Schmerzverbesserung auf, maximal sogar in 7 Fällen (20%) wurde von vorher unerträglichsten Schmerzen auf keine Schmerzen reduziert. Somit resultierte also bei keinem der Patienten eine Schmerzverstärkung (Abbildung 17).



Von den vier Patienten mit keiner Schmerzreduktion gab eine Patientin einen Wert von 0 Punkten (also keine Schmerzen) sowohl prä- als auch postoperativ an, zwei weitere mit jeweils geringer Schmerzintensität von 3 und 5 Punkten auf der VA-

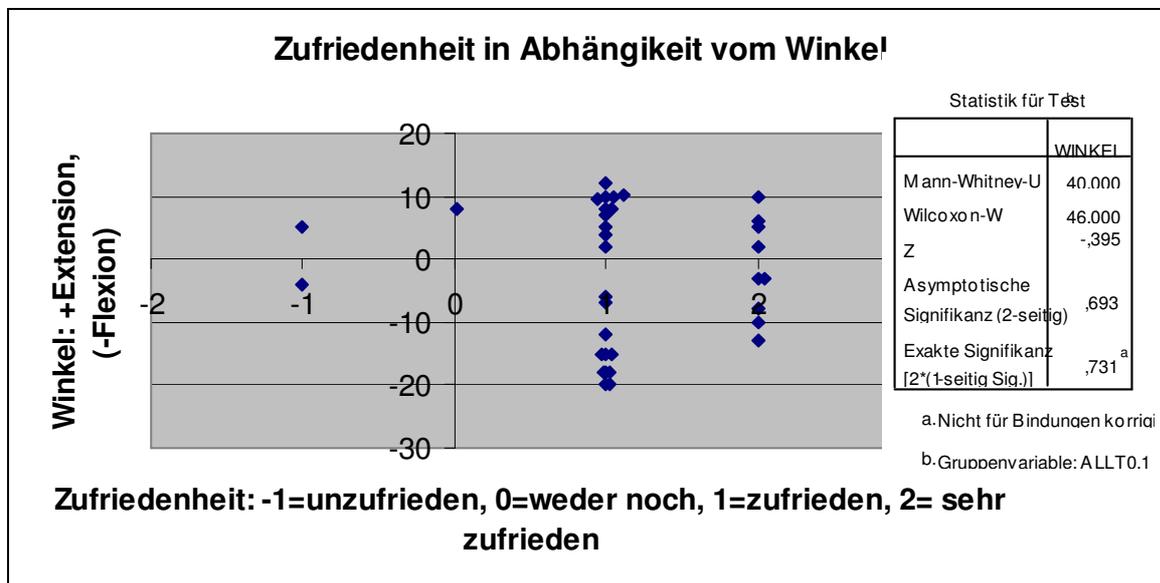
Skala. Eine einzige Patientin davon gab an, mit 9,3 Punkten auf der VA-Skala erhebliche Schmerzen, sowohl prä- als auch postoperativ zu haben. Dies ist einer der zwei unzufriedenen Patienten mit insgesamt schlechter Funktion der gesamten oberen Extremität und schlechter Diskrimination der rheumatisch geschädigten Gelenke.

#### 4.4 Extensions-/ Flexionswinkel der Arthrorese

17 der operierten Hände waren in Extension und weitere 17 Hände in Flexion eingestellt worden. Eine absolute Neutralstellung war in keinem Fall festzustellen, lediglich Stellungen, die nahe der 0° liegen. So wurde bei 6 Händen ein Extensionswinkel von  $\leq 5^\circ$ , und bei 3 Händen wurde ein Flexionswinkel von  $\leq 5^\circ$  eingestellt. Der maximale Extensionswinkel bestand bei  $12^\circ$  und der maximale Flexionswinkel lag bei  $20^\circ$ . Der mediane Extensionswinkel war  $8^\circ$ , der Flexionswinkel lag im Median bei  $13^\circ$ .

##### 4.4.1 Abhängigkeit der postoperativen Zufriedenheit vom Flexions-/ Extensionswinkel

Sowohl ein Patient mit Einstellung in Flexionswinkel ( $4^\circ$ ), als auch ein Patient mit Arthrorese in Extension ( $5^\circ$ ) waren unzufrieden. In der Abbildung 18 ist die fehlende Abhängigkeit (Signifikanz 0,731) der Zufriedenheit des Patienten vom Extensions- oder Flexionswinkels zu erkennen. Dennoch sind die Handgelenke der Patienten, die subjektiv mit dem OP-Ergebnis sehr zufrieden sind, in einem Bereich zwischen  $14^\circ$  Flexion und  $10^\circ$  Extension arthrodesiert worden, während bei Einstellung der Handgelenke im Winkel von  $>14^\circ$  Flexion und  $>10^\circ$  Extension die Patienten lediglich angaben zufrieden zu sein.



**Abbildung 18: Postoperative Zufriedenheit der Patienten in Abhängigkeit vom Arthrodesenwinkel**

##### 4.4.2.1 Die Gesamtpunktzahl im DASH-Score in Abhängigkeit vom Flexions-/ Extensionswinkel

Die im Dash untersuchten Funktionen der oberen Extremität sind häufig beim Rheumatiker eingeschränkt. Bei sehr guter Funktion im Bereich von Arm, Schulter und Hand werden im

Score normalerweise Werte um 50 Punkte erreicht (Minimaler Wert 38). Bei schlechter Funktion ist die maximal erreichbare Punktzahl 190, in diesem Bereich ist ein Gebrauch der oberen Extremität kaum noch möglich. Im Median wurde bei den Untersuchten ein Punktwert von 130,5 erreicht. Durchschnittlich wurde also die Armfunktion im Bereich zwischen mäßigen und erheblichen Schwierigkeiten eingeschätzt. Dennoch gab es auch drei Patienten, die einen Dash von über 160 Punkten angaben, das heißt die Benutzung des Armes im Alltag bereitet erhebliche Schwierigkeiten bzw. ist häufig gar nicht mehr möglich. In sechs Fällen lag der Dash Punktwert unter 100, so dass kaum eine Einschränkung zu verzeichnen war, die Patienten gaben höchstens geringe Beschwerden an. Davon waren fünf Hände in Extensionsstellung, nur eine war in Flexionswinkel eingestellt. Es gab mehr Hände in Extensionsstellung mit einem geringeren Dash-Wert, das heißt also mit einer besseren Armfunktion. Hände in Flexionsstellung hatten häufiger eine schlechtere Handfunktion, also im Dash eine höhere Punktzahl erreicht (Abbildung 19). Bei einem Korrelationskoeffizienten von  $-0,173$  kann statistisch gesehen von keiner Abhängigkeit gesprochen werden. Dennoch zeigt die Negativität des Korrelationskoeffizienten an, dass je größer der Flexionswinkel der Handgelenksarthrodese war, desto höher auch der DASH-Wert angegeben wurde. Mit dem höheren Dash-Wert bei Flexionseinstellung zeigte sich eine damit verbundene schlechtere Funktion der gesamten oberen Extremität bei Verrichtung der Alltagsaktivitäten.

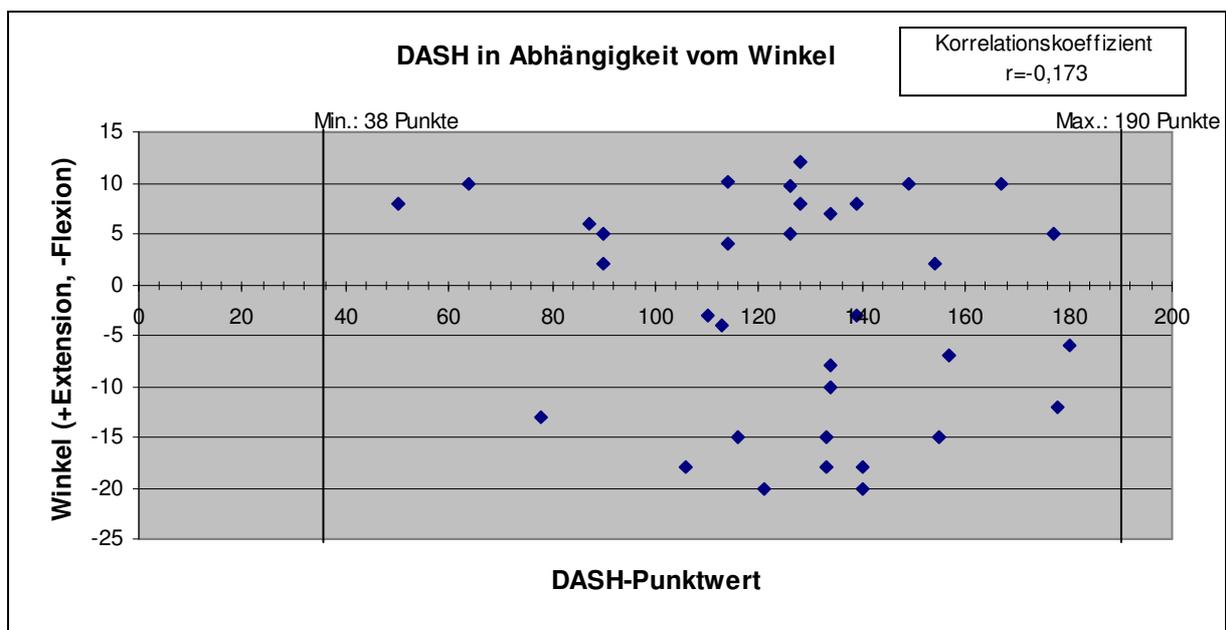


Abbildung 19: DASH in Abhängigkeit vom Winkel

Mit Einstellung des Handgelenkes in Extensionsstellung ergab sich durch den deutlich geringer angegebenen Dash-Wert ein besseres Zurechtkommen im Alltag bei Verrichtung der alltäglichen Aktivitäten. Patienten mit einem Dash Wert von bis 140 waren sehr zufrieden, je höher der Wert, desto unzufriedener waren die Patienten.

#### 4.4.2.2 Abhängigkeiten der Alltagsaktivitäten nach dem DASH-Score vom Flexions-/ Extensionswinkel

Alltagstätigkeiten, wie Einmachglas öffnen, schreiben, Einkaufstüte tragen sind allgemein bei vielen Patienten mit RA eingeschränkt. Dies liegt zum einem am Befall des Handgelenks, zum anderen aber auch an der Schädigung der gesamten oberen Extremität, vor allem den Nachbargelenken des Handgelenks. Der Median bei den Aktivitäten Glas öffnen, Haare waschen und Einkaufstüte Tragen liegt bei den Patienten erstaunlicherweise bei rund vier nach dem DASH-Score (Abbildung 40), dass heißt die Patienten sind fähig diese Aktivitäten zu verrichten, jedoch nur unter großen Schwierigkeiten. Im Median mäßige Schwierigkeiten (drei Punkte nach DASH-Score) haben die Patienten beim Schreiben. Keine Schwierigkeiten geben die Patienten im Median bei der Frage nach dem sozialen Kontakt an.

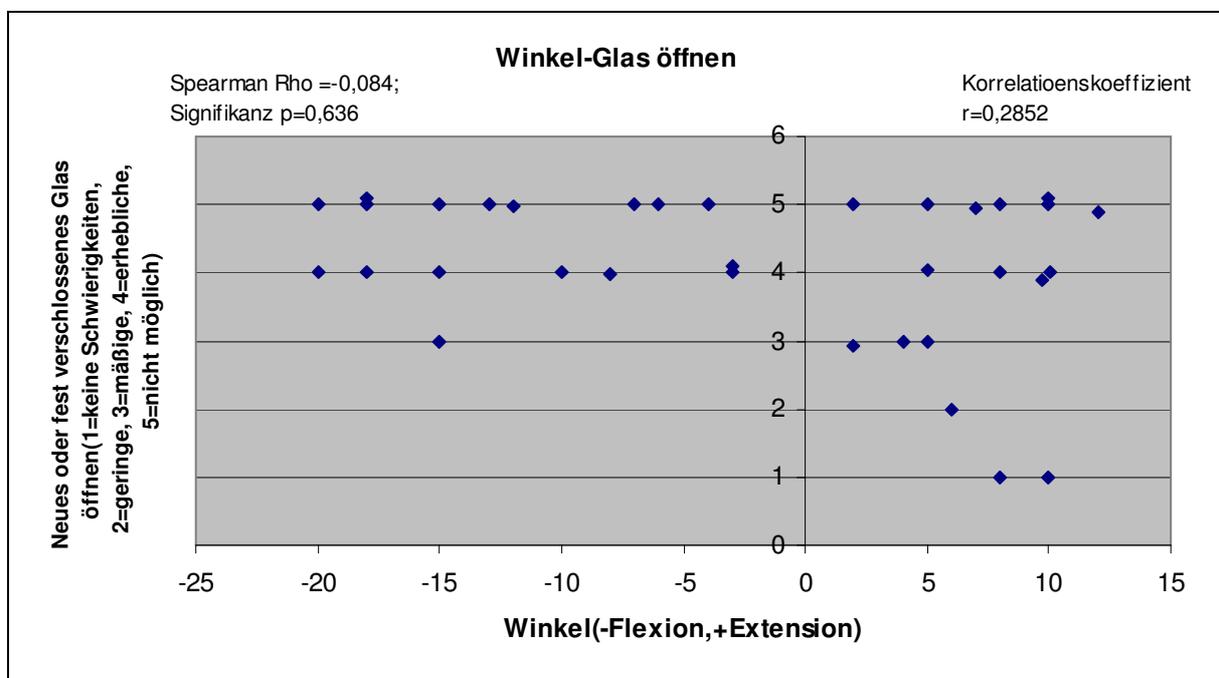


Abbildung 20: Zusammenhang von Extensions-/Flexionswinkel und der Fähigkeit Glas öffnen

Patienten, bei denen die Mannerfelt-Arthrodesen in Extension eingestellt wurden, haben weniger Schwierigkeiten beim Glas öffnen, schreiben und Einkaufstüte tragen. So geben bei Extensionsstellung zwei Patienten (11,7%) keine, drei Patienten (17,6%) geringe und vier Patienten (23,5%) mäßige Schwierigkeiten beim Öffnen eines Glases an (Abbildung 20). In der Flexionsgruppe hat keiner der Patienten keine Schwierigkeiten, drei Patienten geben geringe (17,6%) und nur ein Patient (5,9%) mäßige Schwierigkeiten an.

Der Großteil der Patienten mit Einstellung in Flexion hat erhebliche Schwierigkeiten (elf Patienten, 64,7%) und zwei Patienten ist es nicht möglich eine Einkaufstüte zu tragen.

Bei keinem der Patienten gibt es Probleme in der Perianalhygiene. Egal, ob Flexions- oder Extensionsstellung, bei allen Untersuchten erreicht mindestens eine Hand den Anogenitalbereich. Auch andere Tätigkeiten zur Körperhygiene, wie das Waschen und Eincremen des Körpers (Bauch, Rücken, Extremitäten) waren bei den Patienten möglich, jedoch häufig durch schlechte Schulter- und Ellenbogenbeweglichkeit sehr eingeschränkt. 16 Patienten (47,1%) konnten den Rücken ohne Einschränkung erreichen, 13 Patienten (38,2%) mit Einschränkungen (also nicht den gesamten Rücken, nur bis zur Taille) und nur fünf Patienten (14,7%) konnten den Rücken gar nicht erreichen. Dabei zeichnete sich unter anderem eine Abhängigkeit von der Funktion der angrenzenden Gelenke wie Ellenbogen-, Hand- und nicht zuletzt der Fingergelenke, ab. Bei schlechter Funktion der benachbarten Gelenke waren diese Tätigkeiten zur Körperhygiene eher schlechter zu bewerkstelligen. Vor allem eine Einstellung in geringen Extensionswinkel zeigte eine bessere Erreichbarkeit der Handfläche zum Gesicht und der Haare (z.B. Gesicht eincremen und waschen, Haare frisieren/ kämmen), während dies bei Flexionsstellung des Handgelenks nur mit den Fingerspitzen zu erzielen war.

#### 4.4.3 Der Einfluß verschiedener Parameter auf den DASH Wert

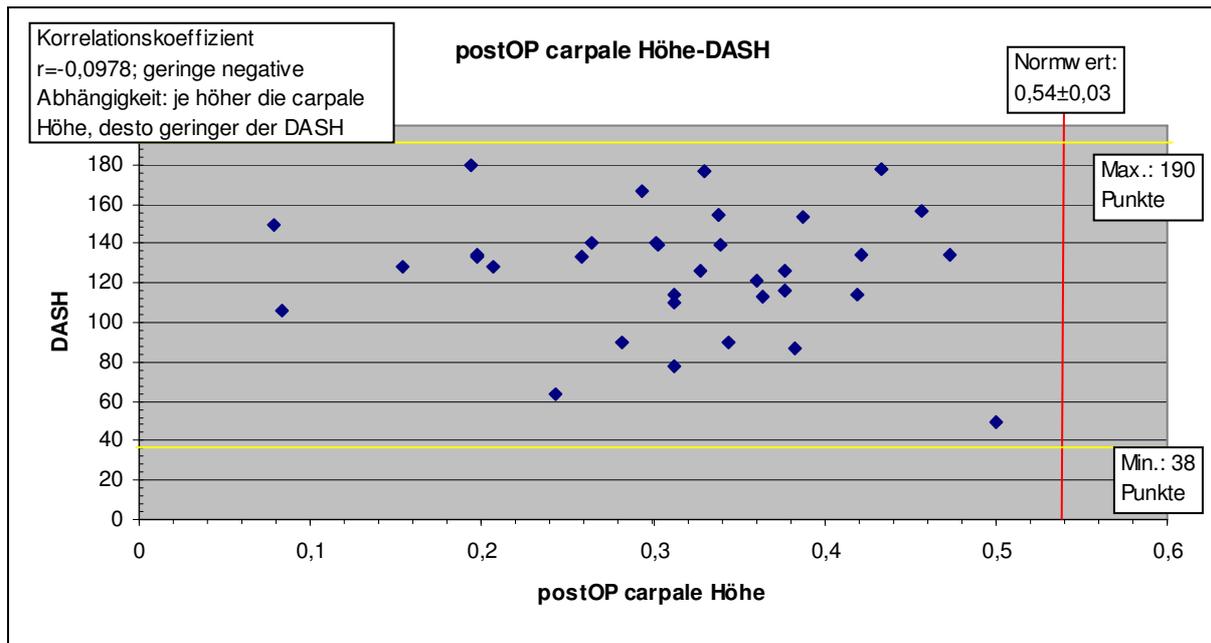
##### 4.4.3.1 Der Einfluss der karpalen Höhe auf den DASH-Wert

Der Normwert der postoperativen karpalen Höhe ( $0,54 \pm 0,03$ ) wurde in keinem Fall erreicht. Die maximale präoperative karpale Höhe betrug 0,473, das Minimum 0,034. Die häufigsten Werte lagen zwischen 0,2 und 0,45 (Median 0,31).

Postoperativ lag die karpale Höhe im Median bei 0,31, das Minimum war 0,078 und das Maximum 0,5. Somit erreichte lediglich der Maximalwert fast den Normbereich.

Je geringer die karpale Höhe postoperativ war, desto schlechter war Handfunktion der Patienten bei der Befragung, objektiviert mittels Dash-Score. Je höher die karpale Höhe im Handgelenk war, desto geringer war die Punktzahl im Dash (Abbildung 21).

Der postoperative Aufbau der karpalen Höhe ergibt sich aus dem Aufrichten des karpal dislozierten Karpus.



**Abbildung 21: Postoperative karpale Höhe-DASH**

#### 4.4.3.2 Dash-Metakarpus

Je normnaher die karpale Höhe postoperativ war, desto höher war der erzielte Flexionswinkel im MP-Gelenk. Sieht man sich das Extensionsdefizit an, wird dies noch deutlicher. Bei möglichst normnaher karpaler Höhe liegt das Streckdefizit in 23 Fällen (67,6%) bei höchstens  $15^\circ$  (Abbildung 22). Je normnaher die karpale Höhe postoperativ war, desto geringer war das MP-Streckdefizit. Dies zeigt auch der Korrelationskoeffizient von 0,49 (positive Abhängigkeit).

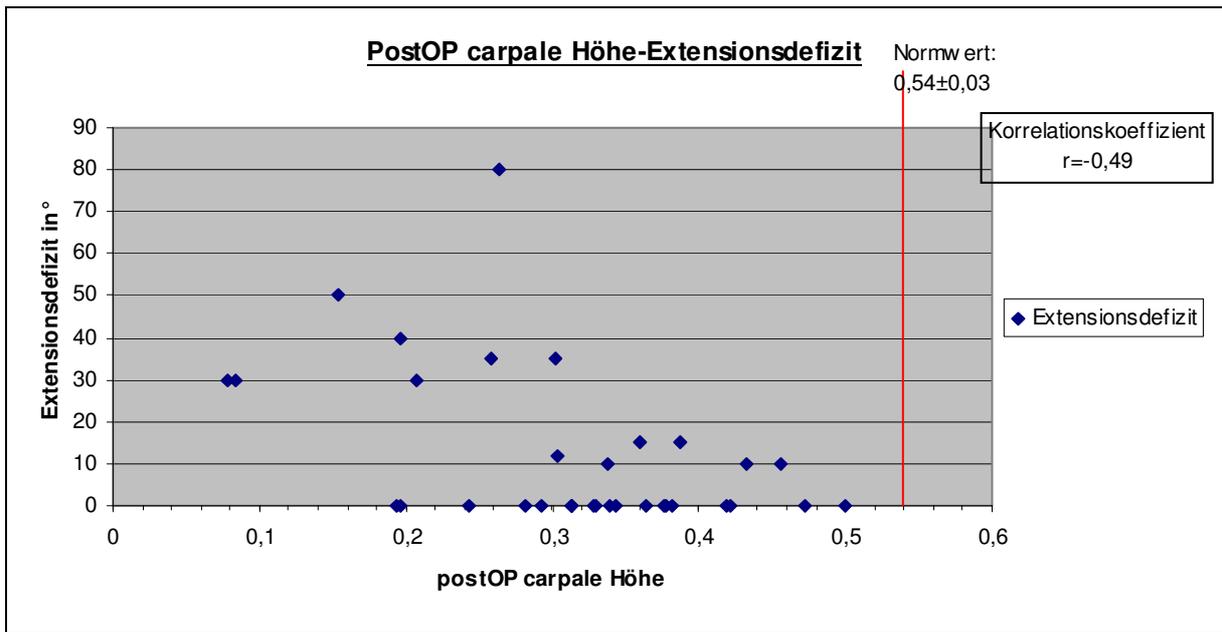


Abbildung 22: Abhängigkeit des MP-Extensionsdefizits von der postoperativen karpalen Höhe

#### 4.4.4 Flexion und Extension im Metakarpophalangealgelenk in Abhängigkeit vom Flexions-/ Extensionswinkel im Radiokarpalgelenk

Sowohl bei Arthrodesierung in Extension als auch in Flexion, erreichten die Patienten in der Mehrzahl der Fälle eine MP-Flexion von mindestens 50°. Bei fünf Händen (14,7%) ist die

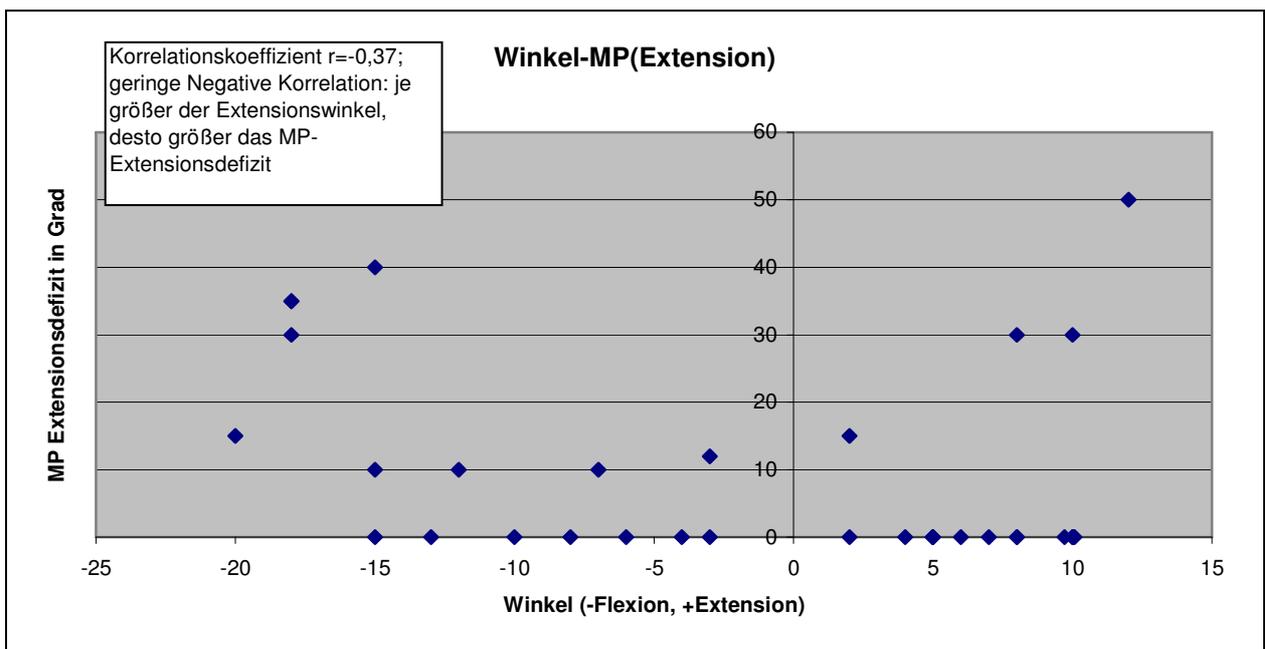
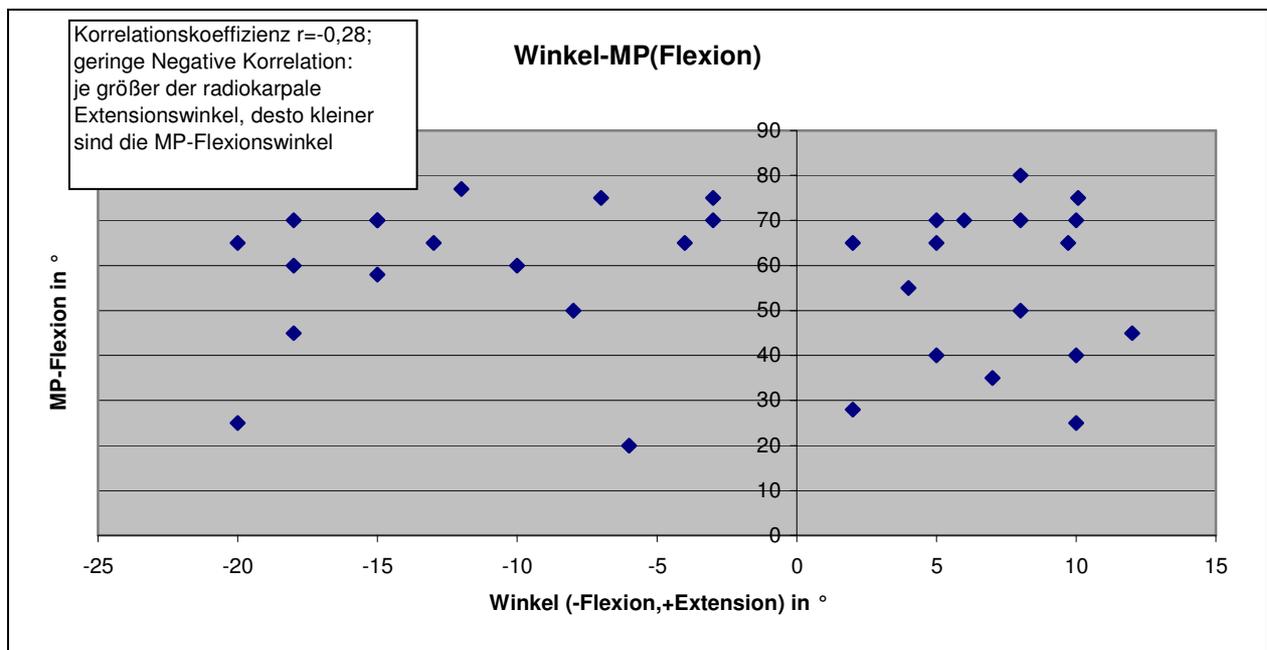


Abbildung 23: Abhängigkeit des MP-Extensionsdefizits vom radiokarpalen Winkel (Extension/Flexion)

Beugung unter 50° eingeschränkt, davon vier Fälle (80%) bei Einstellung in Flexion. Die in Extensionsstellung arthrodesierten Handgelenke konnten besser im MP-Gelenk flektieren (Abbildung 23), während bei großen radiokarpalen Flexionswinkeln die Beugung schlechter war (Abbildung 24).

Bei Einstellungen der Arthrodeose von >10° Extension fand sich ein Streckdefizit von maximal 50°. Die maximale metakarpophalangeale Flexion in Extension war 80°, die minimale 25°. Ab radiokarpalen Winkeln von >15° Flexion hatten die Patienten metakarpophalangeale Streckdefizite, ab 8° radiokarpaler Extension war die MP-Extension eingeschränkt. In dem Bereich dazwischen gab es keine Streckdefizite. Die radiokarpale Einstellung der Arthrodeose in Extensionsstellung war häufiger mit MP-Streckdefiziten assoziiert, während MP-Streckdefizite bei radiokarpaler Flexionsstellung seltener vorkamen (Abbildung 23 und Abbildung 24).

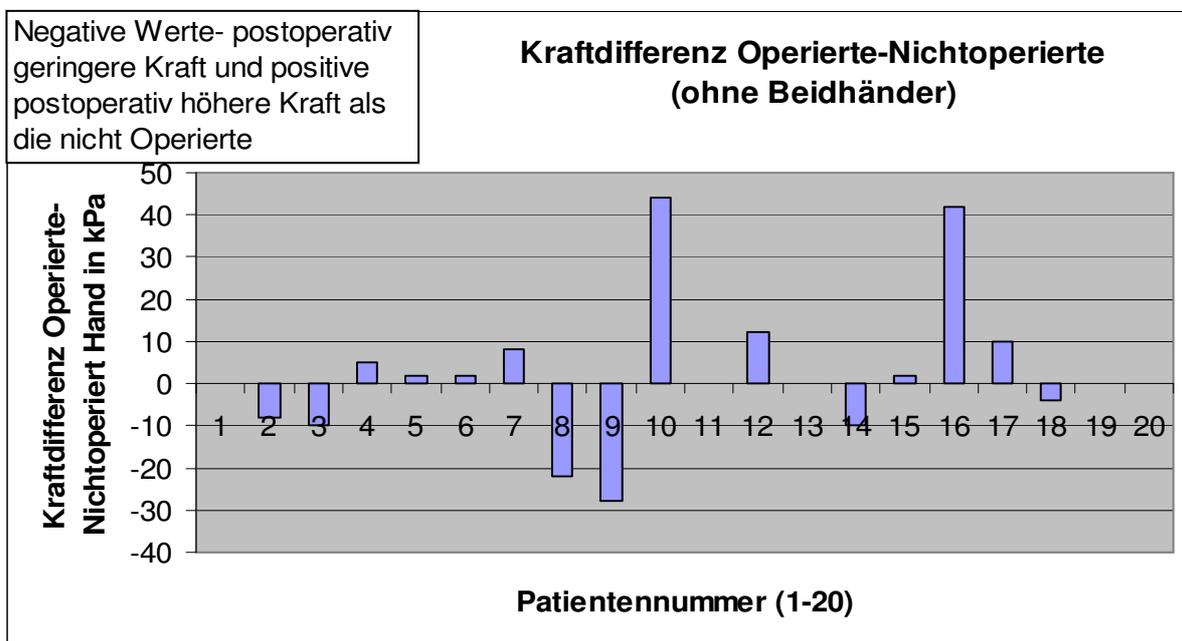


**Abbildung 24: Abhängigkeit der metakarpalen Flexion von der radiokarpalen Arthrodesenstellung (Flexion/Extension)**

#### 4.4.5 Kraft im Faustschluss

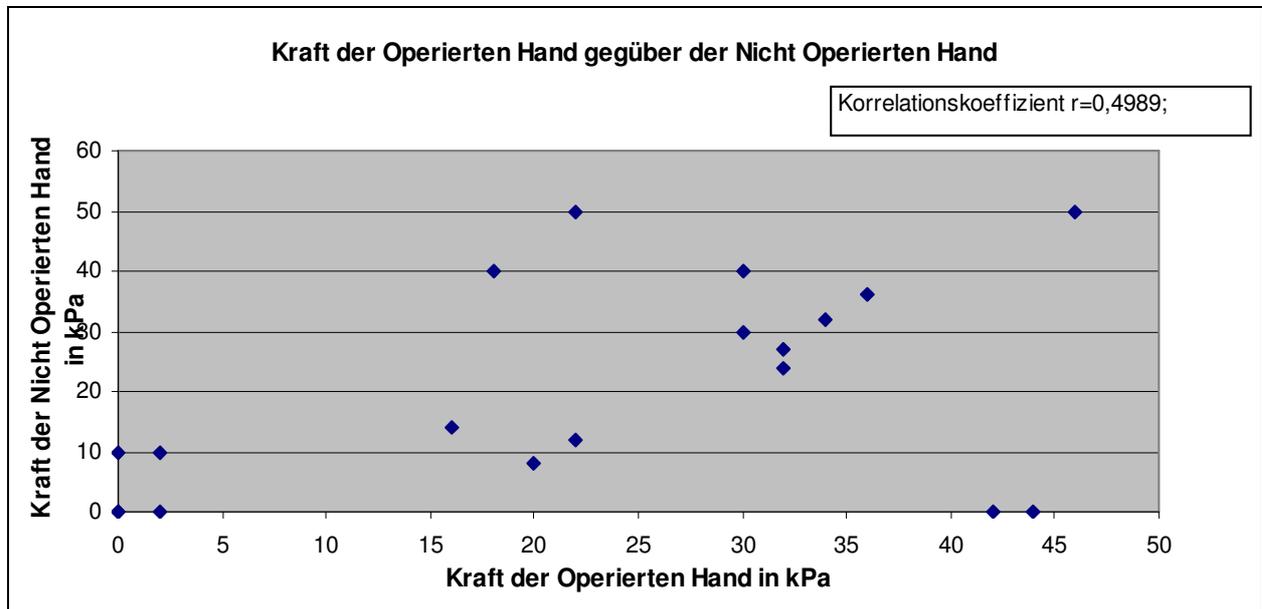
Die erreichte Kraft, objektiviert mittels Vigorimeter, war im Median 21 kPa an der operierten Hand (Minimal 0 und Maximal 46kPa) und bei der nichtoperierten Hand im Median bei 10kPa (Minimal 0 und Maximal 50kPa). Vergleicht man beide Hände miteinander, so gibt es im Median keine Kraftdifferenz, es kam also sowohl zu keiner Kraftverbesserung, als auch zu keiner Verschlechterung der Kraft beim Faustschluss (Minimum 28kPa weniger als die Nichtoperierte, Maximum 44kPa mehr, als die Nichtoperierte Hand). Über die erreichte Kraft in

Abhängigkeit vom eingestellten Winkel lässt sich keine Aussage machen. Bei insgesamt 20 Händen (58,8%) wurde eine Kraft von Größer als 15 kPa erreicht, davon jeweils 10 Hände in Extension und 10 Hände in Flexion. Keine Kraft im Faustschluss konnten insgesamt sieben Hände aufbauen. Vergleicht man nun beide Hände des Patienten miteinander (ohne die beidseitig Operierten), so konnten bei insgesamt neun von 20 Händen (45%) eine größere Kraft im Vergleich zur nicht operierten Hand erzielt werden. In sechs Fällen (30%) ist die operierte Hand vom Kraftausmaß schlechter und in fünf Händen (25%) ist das Kraftausmaß beidseits gleich (Abbildung 25). Erreicht die operierte Hand im Faustschluss einen hohen Kraftwert, so ist häufig



**Abbildung 25: Kraftdifferenz Operierte Hand- Nichtoperierte Hand**

die andere Hand auch proportional gut und erreicht einen großen Kraftwert. Der Korrelationskoeffizient von 0,4989 spiegelt die direkte Abhängigkeit dieser zwei Variablen voneinander wieder. Ein niedriger Wert im Faustschluss wird also bei schlechter Handgelenksfunktion bei beiden Händen gleichermaßen erreicht. (Abbildung 26)



**Abbildung 26: Kraft operierte Hand/ Nicht operierte Hand**

Abbildung 27 und Abbildung 28 zeigen den nach Brorson beschriebenen objektiven Quotienten [22] der dominanten durch die nicht dominante Hand. Dieser ist robuster gegenüber extreme Werte, weil meist beide Hände proportional gut bzw. schlecht sind. Er ist ein stabiler Parameter und zeigt nur geringe Unterschiede zwischen Männern und Frauen und Patienten unterschiedlichen Alters. Fünf Patienten erreichen einen Quotienten im Normalbereich ( $1,12 \pm 0,13$ ), was für eine beidseits proportionale Kraftentwicklung im Handgelenk steht. In sechs Fällen (30%) war die operierte Hand kräftiger als die nichtoperierte, in zwei weiteren 10% war die Kraft in beiden Händen gleich. (Abbildung 27) Das heisst also, dass 30 % der Operierten einen Kraftzuwachs der Hand, die nach Mannerfelt Technik arthrodesiert wurde, hatten.

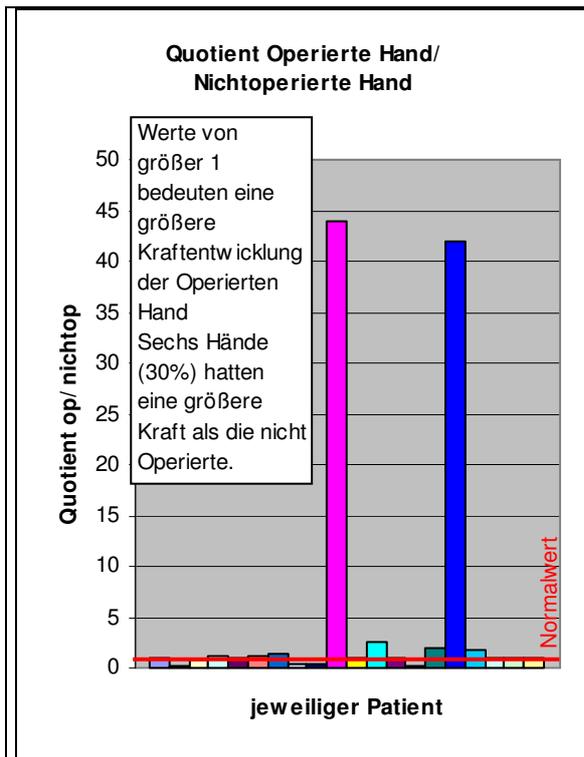


Abbildung 27: Quotient Operierte Hand / Nichtoperierte Hand

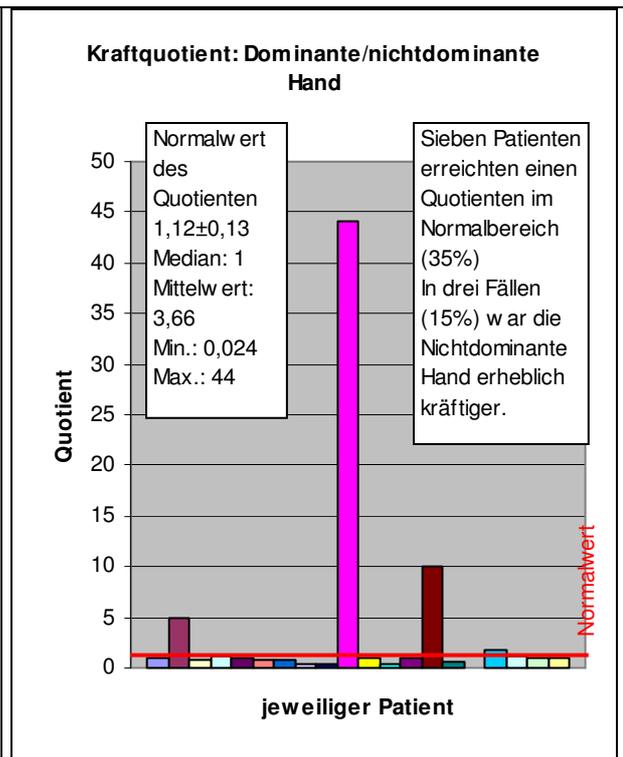


Abbildung 28: Quotient Dominant/ Nichtdominant

#### 4.5 Radial- und Ulnarduktion der Arthrodesis

Auch die Winkel der Ulnarduktion und der Radialduktion wurden erfasst. Stellung in Radialduktion erfolgte bei 16 und Stellung in Ulnarduktion lag bei 14 Händen vor. Der mediane Winkel in Radial-, sowie in Ulnarduktion betrug jeweils  $8^\circ$ . Der Maximale Winkel in Radialduktion war  $23^\circ$ , maximale Ulnarduktion  $17^\circ$ . Vier Hände wurden in genau  $0^\circ$  eingestellt werden, zählt man noch die zwei Hände in Radialduktion  $\leq 5^\circ$  und die fünf Hände in Ulnarduktion  $\leq 5^\circ$  dazu, ergibt dies insgesamt 11 Hände nahe null Grad.

##### 4.5.1 Die Zufriedenheit in Abhängigkeit von der Radial-/ Ulnarduktionsstellung der Arthrodesis

Sehr zufrieden zu sein geben die Patienten im Bereich von  $14^\circ$  Radialduktion bis  $8^\circ$  Ulnarduktion an (26,5%). (Abbildung 29)

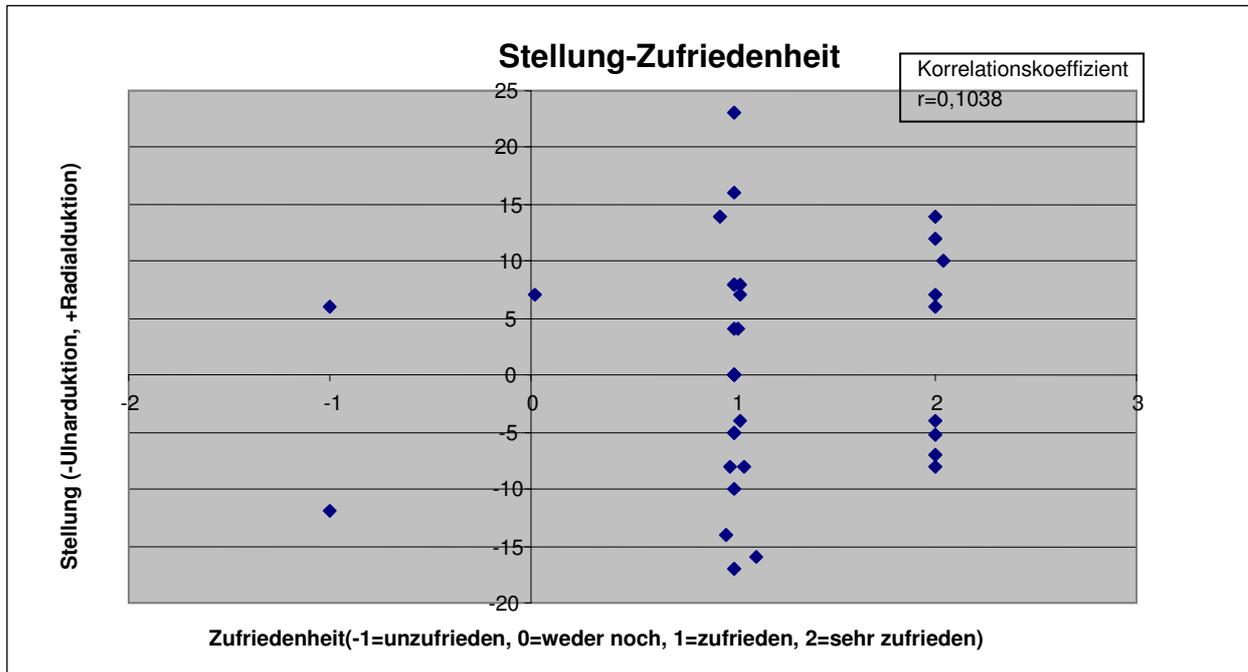


Abbildung 29: Zusammenhang von Stellung in Radialabduktion/ Ulnarabduktion und der Zufriedenheit

#### 4.5.2 Die Kraft in Abhängigkeit von der Radial-/Ulnarabduktionsstellung

Die Kraft im Faustschluss ist in Ulnarabduktion besser, als bei Einstellung des Handgelenks in Radialabduktion. Neun Mal (26,5%) ist eine Kraft von über 25 kPa im Faustschluss in Ulnarabduktion erreicht worden, nur fünf Mal (14,7%) ist in Radialabduktion eine Kraft von über 25 kPa erzielt worden. Bei Einstellung zwischen 10° Radialabduktion und 10° Ulnarabduktion erzielten

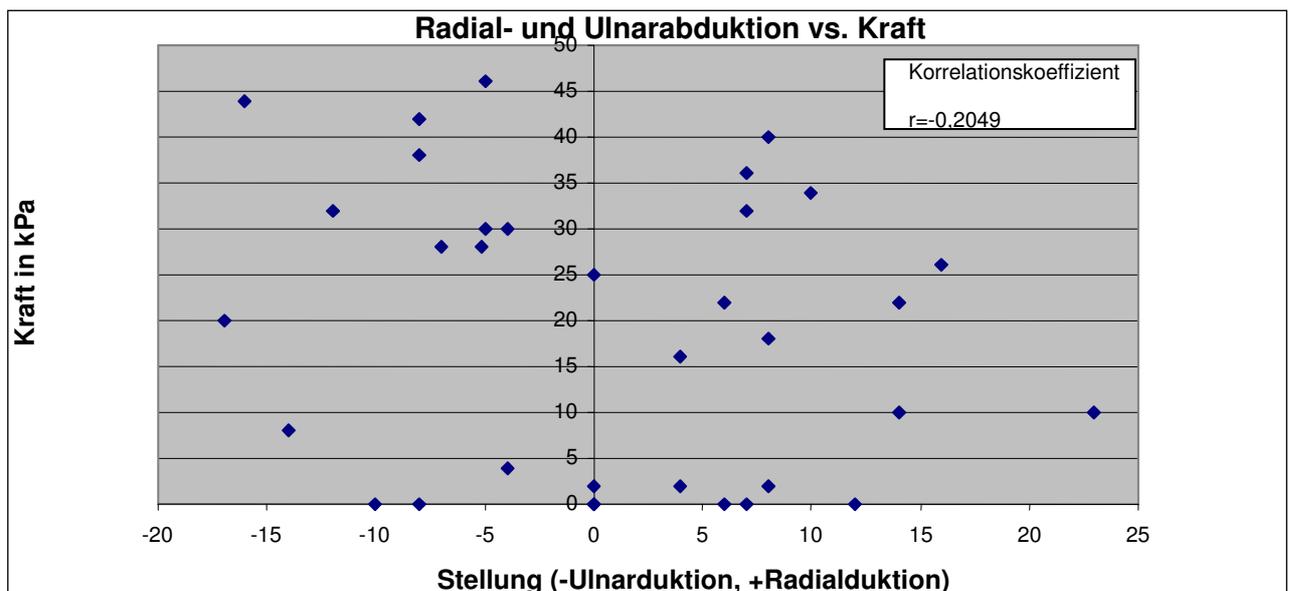


Abbildung 30: Abhängigkeit der Kraft von der Radial- oder Ulnarabduktion

15 Patienten (44%) ein Kraftausmaß von >15 kPa. Im Vergleich wurden jedoch größere Kräfte (>25 kPa) in Ulnarduktion erreicht. (Abbildung 30)

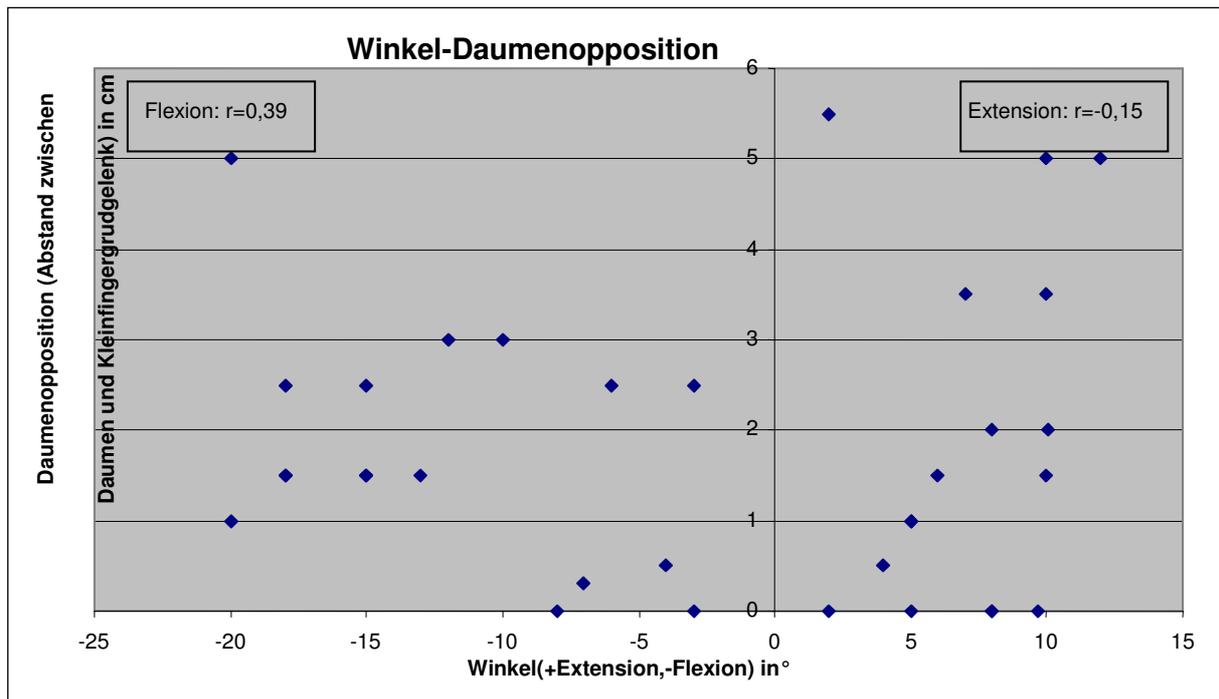
#### 4.6 Ergebnisse der angrenzenden Gelenke

Im Bereich der Fingerbeweglichkeit gibt es sowohl prä- als auch postoperativ deutliche Funktionseinbußen. Im Mittel wurden postoperativ bei der Bewegung der Fingerkuppen in die Mittelhandfurche (Finger-Hand-Abstand) ein Abstand von 2,07 cm, ein Median von 1,75 cm erreicht. Der minimale Abstand betrug für jeden der vier Finger 0cm, dies ist der physiologische Wert. Die größten Funktionseinbußen wurden mit 7 bzw. 7,5cm bei allen Fingern erreicht. Bei lediglich sechs von 34 Händen (17,6%) gab es nahezu keine Einschränkung bei der Überprüfung des Finger-Hand-Abstands. Diese lagen mit der Einstellung in Radial- oder Ulnarduktion im Bereich zwischen etwa 5° Radialduktion und 5° Ulnarduktion. In den restlichen 30 Fällen gab es zum Teil erhebliche Funktionseinschränkungen im Bereich der Fingerbeweglichkeit. Bei Arthrodesierung des Handgelenks in Winkel von größer 15° Flexion und um 10° Extension war die Fingerbeweglichkeit noch schlechter.

Im Median war der Spitzgriff bei den Patienten bei allen Fingern möglich, sogar bei der Prüfung der Berührung der Daumenfingerkuppe mit der Kleinfingerkuppe war dies in 23 (67,6%) Fällen möglich, in elf Fällen (32,4%) konnte diese Aktion nicht ausgeführt werden.

Bei der Prüfung der Daumenopposition sollte die Daumenkuppe das Kleinfingergrundgelenk berühren. Dabei konnte im Mittel ein Abstand von 1,8cm und im Median von 1,5cm erreicht werden. In einigen Fällen wurden physiologische Werte erreicht (0cm), bei schlechter Funktion wurden jedoch auch die maximalen Werte von 5,5cm (eine Hand) und in drei Fällen 5cm Abstand erreicht. Zwischen 5° Flexion und 10° Extension lassen sich die besten Werte für Daumenopposition erreichen (Abbildung 31). In den meisten Fällen liegt dort die Daumenfingerkuppen-Kleinfingergrundgelenksdistanz zwischen 0 und 2 cm.

Eine subjektive Differenz zwischen der operierten und der nicht operierten Hand wurde in 13 Fällen (38,2%) bei der Fingerabduktion und in 17 Fällen (50%) bei der Fingeradduktion gemessen. Aufgrund der durchschnittlich langen Krankheitsdauer (Median 19 Jahre) war, neben dem Befall des Radiokarpalgelenks, infolge der langjährigen RA auch mit dem Befall und der Destruktion der anderen Gelenke der oberen Extremität zu rechnen. So zeigte sich bei der postoperativ gemessenen Schulterabduktion, dass die Patienten im Median mit 75° weniger als die Hälfte des Normwertes (180°) erreichen (Min. 50, Max. 155).



**Abbildung 31: Daumenopposition in Abhängigkeit von der Arthrodesierung im Flexions-/Extensionswinkel**

Während bei der Schulteradduktion im Median der Normwert mit  $20^\circ$  erreicht wird. Bei der Anteversions- und Elevationsbewegung wird ebenfalls die gelenkige Behinderung bei einem Mittel von  $114^\circ$  (Norm:  $180^\circ$ ) sichtbar. Dennoch kann zumindest ein Teil der Patienten den Arm über den Kopf erheben, so wie es im Normbereich festgelegt ist. Bei der Retroversion ist wiederum die Einschränkung kaum sichtbar (Median  $36^\circ$ , Normalwert  $40^\circ$ ). Bei der Ellenbogenflexion gibt es ebenfalls zum Teil gravierende Einschränkungen. Im Mittel wurden Winkel von  $133^\circ$  erreicht (zwischen  $100$  und  $150^\circ$ ), im Normalbereich liegt dieser bei  $150^\circ$ . In einigen Fällen ist eine Nullstellung im Ellenbogenbereich nicht mehr erreichbar, da es in diesen Bewegungen zu verminderter Bewegbarkeit kommt. So ist das größte Defizit bei der Ellenbogenstreckung sogar  $30^\circ$ . Die Supinationsfähigkeit (Werte zwischen  $10^\circ$  und  $75^\circ$ ) ist im Mittel mit  $69,9^\circ$  stärker eingeschränkt als die Pronationsfähigkeit mit  $83,8^\circ$  im Durchschnitt (zwischen  $20^\circ$  und  $90^\circ$ ), das heißt auch bei diesen Bewegungen sind starke Behinderungen der Beweglichkeit bei einigen Armen zu verzeichnen (Norm  $90-0-90$ ).

#### 4.7 Weitere klinische Ergebnisse

Die im Zuge der operativen Versteifung im Handgelenk durchgeführte Synovialektomie und Denervierung des Handgelenkes führt grundsätzlich zu einem Rückgang der Schwellungsneigung. Schwellung war im Verlauf bei 27 Händen (79,45%) nie aufgetreten,

selten trat die Schwellung im Handgelenk in 3 Fällen (8,8) auf, eine häufige Schwellung im Zeitraum nach der operativen Versorgung gaben ebenfalls 3 Patienten an, lediglich gelegentlich aufgetreten war dies in einem Fall (2,9%).

Die Sensibilität im Bereich der Hand und der Narbe war bei 30 Händen (88,2%) vollständig vorhanden und im Seitenvergleich identisch. In nur vier Fällen (11,7%) gab es eine herabgesetzte Sensibilität bzw. Sensibilitätsstörung im Bereich der Hand oder der Narbe.

Der Hautschnitt ist in 31 Fällen (91%) nicht zu sehen, lediglich bei einem Patienten (2,9%) gab es eine unschöne Narbe, eine Sehnenadhäsion trat in zwei Fällen (5,9%) auf.

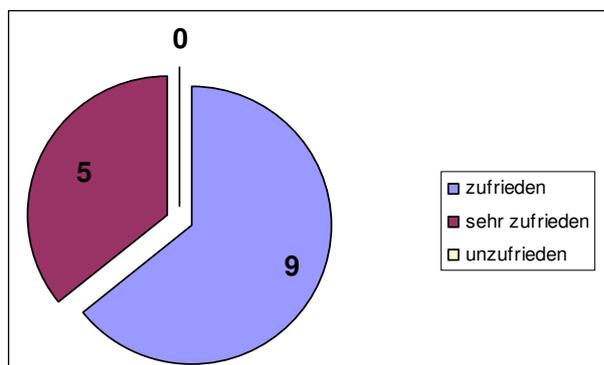
Schmerzen bei der zirkulären Handgelenkspalpation im Bereich der Handwurzelknochen gaben neun Patienten (26,5%) an, 25 Patienten (73,5%) tolerierten eine Palpation des Handgelenks ohne dabei Schmerzen zu haben.

Der Handgelenksumfang ist mit 15,75 cm im Median geringer als bei der anderen Hand (16 cm).

#### 4.8 Ergebnisse bei beidseitig operierten Patienten

Insgesamt hatten sieben Patienten (26% der Patienten) eine operative Handgelenksversteifung nach Mannerfelt beidseits. Somit waren 14 Handgelenke nach zu untersuchen.

In dieser untersuchten Gruppe gab es keinen Patienten der unzufrieden war. Bei fünf Händen (35,7%) wurde das Ergebnis sogar mit sehr zufrieden bewertet, die restlichen neun (64,3%) waren zufrieden (Abbildung 32). Ein Handgelenk (7,1%) war bei der Nachuntersuchung nicht fusioniert, alle restlichen 13 (92,8%) somit fest. Bei 13 Händen (92,9%) gab es keine Komplikationen im postoperativen Verlauf. In einem Fall (7,1%) wurde eine transiente



**Abbildung 32:**  
Zufriedenheit  
der Beidseits-  
operierten

Hypästhesie im Bereich des II und III Metakarpalknochens beobachtet, außerdem traten jeweils einmal verzögerte Wundheilung und postoperative Schwellung auf.

Bei sieben Händen wurden die

Schmerzen von vorher unerträglichsten Schmerzen auf gar keine Schmerzen reduziert. In allen anderen Fällen fand eine Schmerzreduktion um mindestens 2 Punkte auf der VAS statt, so dass man sagen kann, dass in jedem Fall eine Schmerzreduktion durch die Operation erfolgte, also in 100% (Abbildung 33).

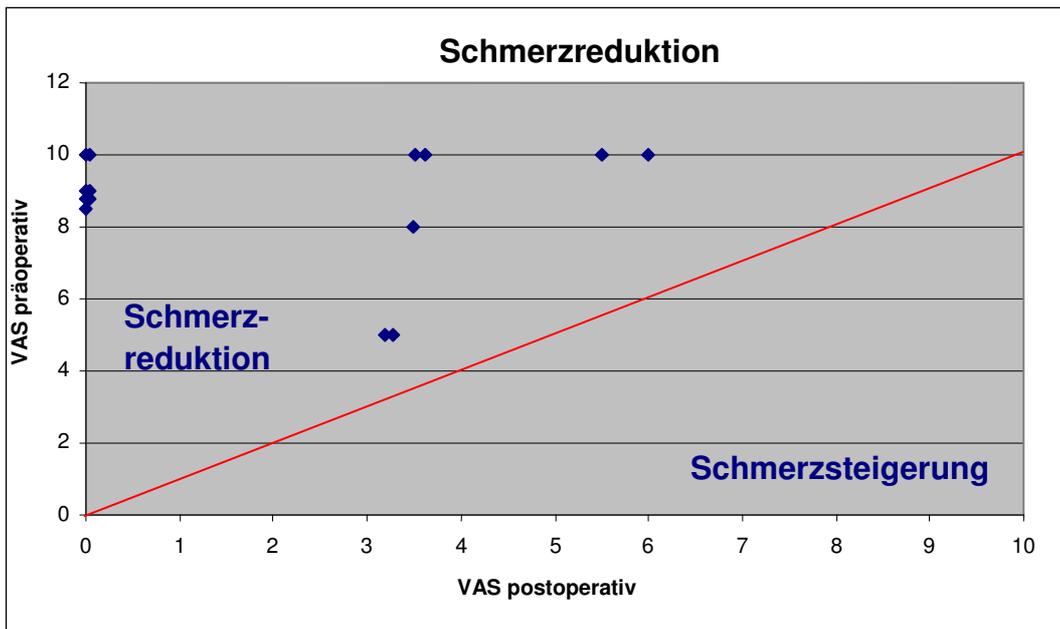


Abbildung 33: Schmerzreduktion bei beidhändig Operierten

Fünf Hände waren in Extension fixiert, neun Hände in Flexion. Bei Winkel zwischen 6° Extension und 10° Flexion waren die Patienten sogar sehr zufrieden, bei Einstellung in größerer Abweichung von 0°, also von größer als 6° Extension und größer als 10° Flexion, waren die Patienten lediglich zufrieden.

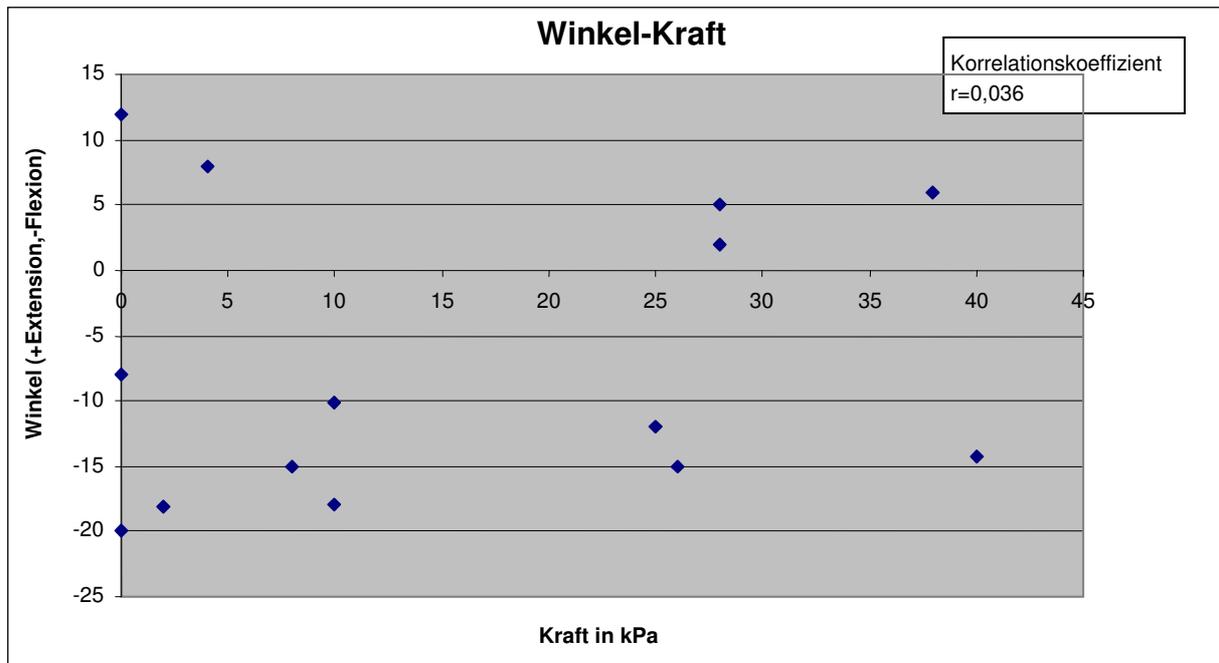
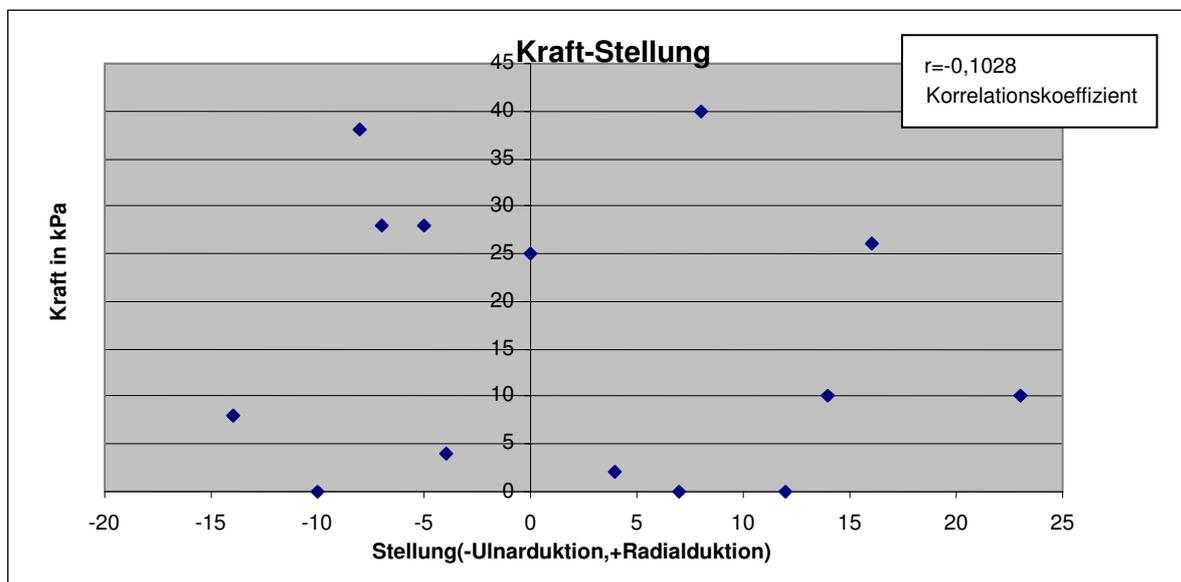


Abbildung 34: Abhängigkeit Kraftmaß vom Flexions-/Extensionswinkel

Bei einem Patienten erfolgte die Einstellung jeweils in Flexion und Extension, bei den anderen waren beide Hände entweder in Extension oder in Flexion fixiert worden. Sechs Hände waren in Ulnarduktion, sieben in Radialduktion und eine in Neutralstellung.

Bei einem Extensionswinkel unter  $6^\circ$ , ist die Kraftentwicklung im Faustschluss sehr gut ( $>25\text{kPa}$ ). Bei Einstellung in Flexion liegt die Mehrzahl der Fälle im Kraftmaß unter  $10\text{ kPa}$  (Abbildung 34).

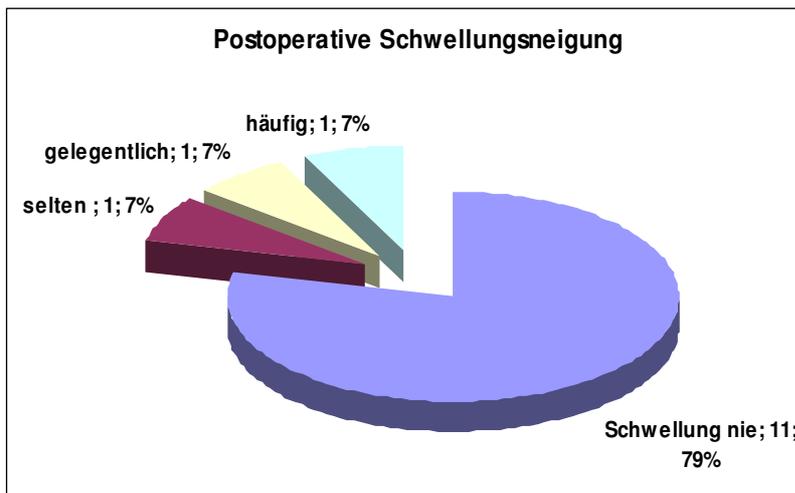
Sechs Hände wurden in Ulnarduktion, eine in absoluter Neutralstellung und sieben in Radialduktion arthrodesiert. Zwischen einer Radialduktion von  $10^\circ$  und einer Ulnarduktion von  $10^\circ$  ist die Entwicklung der Kraft im Faustschluss am größten (Abbildung 35).



**Abbildung 35: Abhängigkeit des Kraftmaßes von der Radial-/Ulnarstellung im Radiokarpalgelenk**

Subjektiv verbesserte ergonomische Fähigkeiten geben die Patienten eher bei Einstellung des Handgelenkes in Extension an. Bei einem Winkel in Flexionsstellung bis  $15^\circ$  bringt dies dem Patienten keine subjektive Verbesserung der Ergonomie (Als ergonomische Fähigkeiten gelten in diesem Sinne die Anpassungsfähigkeit des Menschen an die täglich zu verrichtende Arbeit (Brot schmieren, Gemüse schälen, schreiben, Dinge von einer glatten Unterlage aufnehmen usw.) siehe oben). Mit einem Flexionswinkel von  $>15^\circ$  kommen die Untersuchten wieder besser klar. Alltagsaktivitäten gelten als ausreichend bewältigbar, wenn der Winkel der Versteifung zwischen  $5^\circ$  Extension und  $15^\circ$  Flexion liegt. Bei Arthrodesierung in einem Extensionswinkel von  $>5^\circ$  konnten die Patienten Alltagsaktivitäten mit Schwierigkeiten bewältigen.

Bei 11 Handgelenken trat postoperativ keine Schwellung auf, jeweils eine Hand schwillt selten, eine gelegentlich und eine Hand häufig an (Abbildung 36).



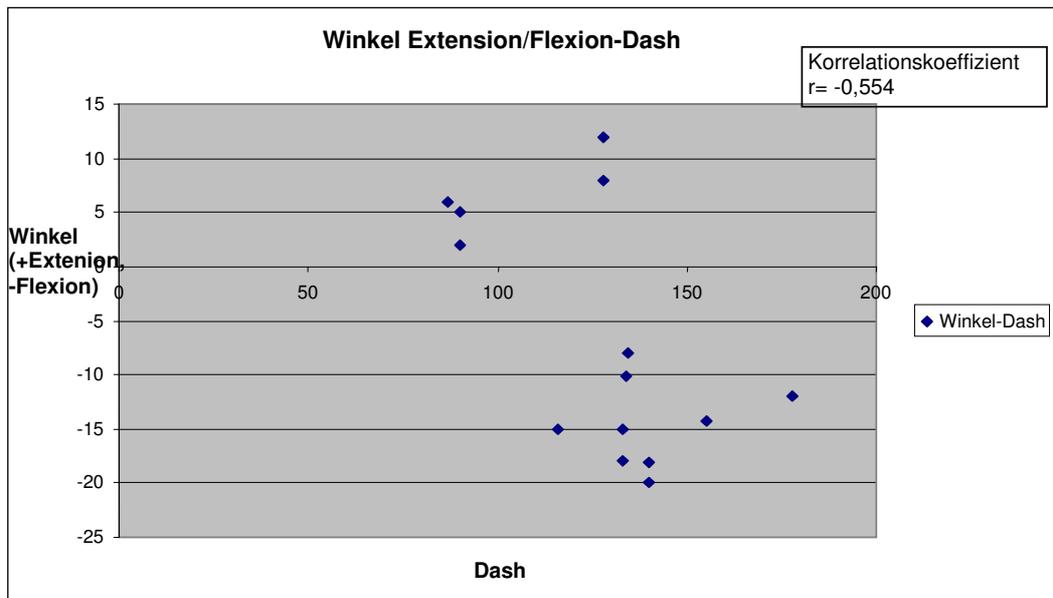
**Abbildung 36: Schwellungsneigung im postoperativen Verlauf**

Die Sensibilität ist bei allen Patienten regelrecht (100%) und nicht eingeschränkt im Bereich des Operationsgebietes oder der Narbe.

Ebenfalls in allen Fällen ist der Hautschnitt kaum zu sehen. Die zirkuläre Handgelenkspalpation im Bereich der Handwurzelknochen war in zwei Fällen (14,3%) schmerzhaft.

Betrachtet man nun die Alltagsfunktionen wie schreiben, Einkaufstüte tragen, Haare fönen und Glas öffnen, so sieht man die Abhängigkeit der Zufriedenheit von der Handfunktion. Bei sieben Händen ist das Glas öffnen nicht möglich, trotzdem geben sie Zufriedenheit an, die anderen sieben Hände haben diese Fähigkeit, wenn gleich auch in 3 Fällen mit erheblichen Schwierigkeiten. Betrachtet man das Schreiben, so sieht man ein ähnliches Bild, jedoch ist nur in einem Fall das Schreiben nicht mehr möglich, alle restlichen 13 Hände können dies mit Einschränkungen. Eine Tüte tragen können alle Patienten, wenngleich auch in 10 Fällen unter erheblichen Schwierigkeiten. Haare fönen bereitet 3 Händen extreme Schwierigkeiten, so dass dies nicht verrichtet werden kann. In fünf Fällen werden jedoch nur geringe oder mäßige Schwierigkeiten angegeben. Im sozialen Kontakt fühlen sich die meisten Patienten nicht so stark eingeschränkt. In zwei Fällen ist die Einschränkung subjektiv im mäßigen Bereich. Die restlichen Patienten fühlen sich durch die Mannerfelt Arthrodesese im sozialen Kontakt gar nicht eingeschränkt.

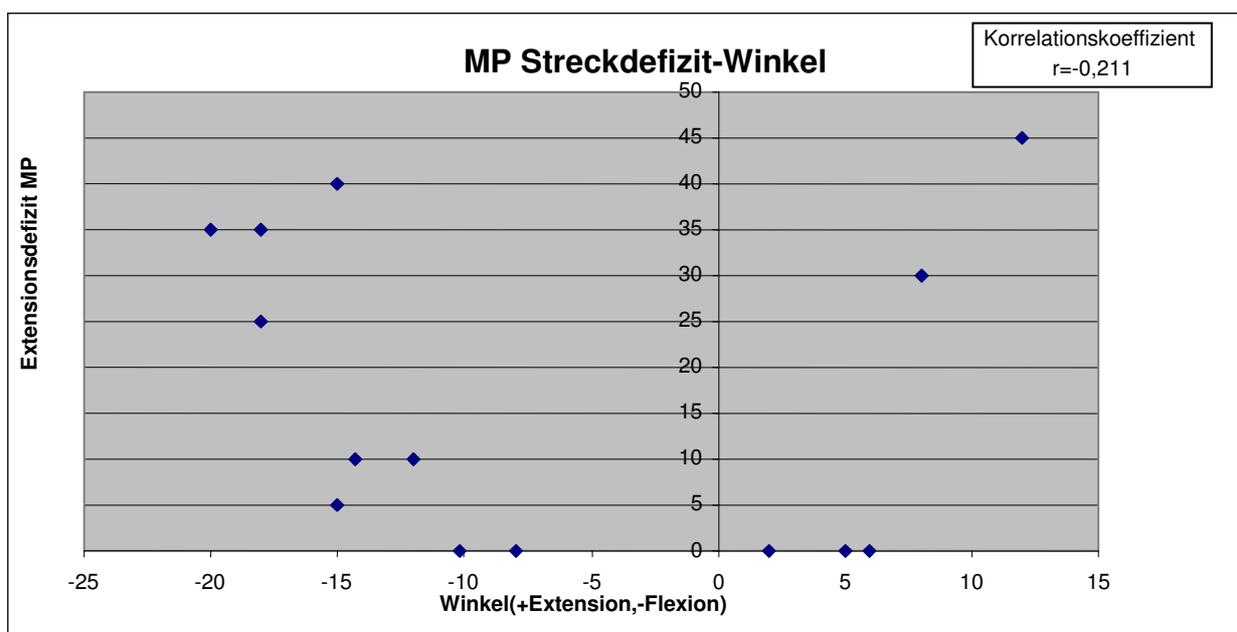
Der Dash-Wert war im Median 133 (Maximum 178, Minimum 87). Bei 12 Händen lag der Dash-Wert  $\leq 140$ . Hände in Extension hatten einen niedrigeren Dash-Wert und kamen also besser im Alltag zurecht. Bei den in Flexionsstellung eingestellten Händen war der niedrigste Dashwert 133, bei Einstellung in Extension 87 (Abbildung 37).



**Abbildung 37: Dash in Abhängigkeit vom Extension-/Flexionswinkel im Radiokarpalgelenk**

Eine geringe, von der Norm differierende postoperative carpale Höhe hat keinen Einfluss auf den Dash Wert, also das Zurechtkommen im Alltag. Patienten die postoperativ jedoch eine normnahe carpale Höhe hatten, gaben einen etwas niedrigeren Dash-Wert an und kamen somit ein wenig besser im Alltag zurecht.

Der Handgelenksumfang war im Median bei 15,5cm.



**Abbildung 38: Extensionsdefizit im Metakarpophalangealgelenk in Abhängigkeit vom Winkel im Radiokarpalgelenk**

Im Bereich der Metakarpophalangealgelenke lag zwischen 10° Flexion und 6° Extension bei 5 Händen kein Streckdefizit vor. Bei größeren Arthrodesenwinkeln lagen die Streckdefizite bei Streckung im Metakarpophalangealgelenk bei bis zu 45°. Bei einem Flexionswinkel von >15° im Radiokarpalgelenk hatten vier Hände ein Defizit in der Extension zwischen 25 und 40° (Abbildung 38).

Ergebnisse im Bereich der Fingerbeweglichkeit und der Funktionsfähigkeit der gesamten oberen Extremität sind in den allgemeinen Ergebnissen genannt und mit denen vergleichbar.

## 5. Diskussion

Die in dieser Arbeit untersuchten Variablen waren vielfältig. Insgesamt wurden pro Patient viele Daten erfasst. Anhand der statistischen Auswertung lässt sich keine eindeutig signifikante Aussage machen, was in der insgesamt geringen Fallzahl von 34 untersuchten Händen und der relativ großen Streuung der Daten zu begründen ist. Die Fallzahl ist bei diesem Operationsverfahrens dennoch groß, wenn man diese mit bereits früheren Studien im Bereich von Handgelenksarthrosen oder Arthrosen nach der Technik von Mannerfelt vergleicht (Mannerfelt 1973 43 Handgelenke; 1999 Zenz, Obrovsky, Schwägerl 24 Fälle; Rittmeister, Kandziora, Rehart, Kerschbaumer 23 Mannerfelt Arthrosen; Mikkelsen 56 Arthrosen). [85, 168, 122, 97]

Die große Zufriedenheit der Patienten nach der Operation in unserer Untersuchung, aber auch in anderen Studien [168, 122, 8, 97, 51, 118], lässt das Operationsverfahren als vorteilhaften Eingriff gelten. Bei der Befragung gaben 91,2% der Patienten Zufriedenheit mit der Handgelenksoperation und der Handgelenksfunktion an. Nur zwei Patienten waren unzufrieden. Gründe für die Unzufriedenheit der Patienten sind die aufgrund der langen Erkrankungsdauer und fortgeschrittenen rheumatischen Veränderungen an vielen Gelenken, Einschränkung der gesamten oberen Extremität (Kraft und Beweglichkeit) und damit Verlust der Kompensationsfähigkeit der radiokarpalen Arthrose durch die Nachbargelenke, sowie einem insgesamt schlechten Allgemeinzustands bei den multimorbiden Patienten. Ein Patient gab an weder zufrieden noch unzufrieden zu sein. Gründe für diese Antwort sind bei guter Funktion der gesamten oberen Extremität und fehlender Erkennbarkeit objektiver Kriterien für die Antwort möglicherweise die Unzufriedenheit mit anderen Krankheiten oder die Projektion der Beschwerden an anderen befallenen Gelenken auf das Resultat der Handoperation.

Die große Zufriedenheit der Patienten spiegelt sich auch in der großen Bereitschaft von 85,3%, sich dieser operativen Versteifung erneut zu unterziehen, wieder. Die meisten der Patienten, die einer erneuten Operation nicht zustimmen würden, geben einheitlich Angst vor einer erneuten Operation an, das heißt, der Patient, der ohnehin schon zahlreiche Operation hatte, möchte sich nur so wenig möglichen und so viel wie nötigen Eingriffen unterziehen.

Die Bewältigung der Aktivitäten im Alltag war bei 91,2% möglich, wenn auch bei 64,7% der Patienten unter Schwierigkeiten. Zwei Patienten gaben die Alltagsbewältigung als nicht möglich an, davon war aber der eine mit der Operation zufrieden, der andere Patient war einer der unzufriedenen Patienten mit einer eingeschränkten Beweglichkeit der anderen Gelenke der

Extremität und der beidseits geringen Kraft. Wahrscheinlich ist für die Patienten nicht genau verifizierbar, ob die Behinderung im Alltag vor allem durch die operierte Hand und das Operationsergebnis oder durch die nicht operierte, schwer geschädigte rheumatisch veränderte obere Extremität verursacht ist. Häufig kann ein Verlust der radiokarpalen Beweglichkeit durch rheumatische Schädigung des Schultergelenks, damit schlechter Beweglichkeit zum Beispiel bei Elevation, sowie Einschränkung bei der Ellenbogenextension und/oder -flexion, Pro- und Supination, sowie der Finger- und Daumenbeweglichkeit, nicht kompensiert werden. Außerdem lassen sich über die Funktion einer Hand im Alltag keine genau Aussage machen, weil die Bewältigung von Alltagsaktivitäten ein komplexes Zusammenspiel der Funktionen beider gesamter oberer Extremitäten, bestehend aus Schulter-, Ellenbogen-, radiokarpalen, radioulnaren, metakarpalen und phalangealen Gelenken, ist.

Ins Berufsleben ist kaum noch einer der Erkrankten integriert. So sind von unseren Patienten lediglich drei von 34 Patienten (8,8%) berufstätig, der große Anteil von 91% ist bereits zum Zeitpunkt der Untersuchung berentet. Dabei sind theoretisch 20 der 34 Patienten (58,8%) im erwerbsfähigen Alter, also jünger als 65 Jahre. Begrenzt man das Erwerbstätigenalter auf 60 Jahre so sind dies immer noch 15 theoretisch Erwerbsfähige (44,1%). Obwohl der Anteil der Frauen bei den Erkrankten mit 82,4% höher ist als in der Normalbevölkerung, so ist eben der große Anteil von 85% schon vorzeitig, also krankheitsbedingt berentet. So beschreiben auch viele Autoren, dass es aufgrund der Erkrankung an Rheumatoider Arthritis zu erheblichen direkten Krankheitskosten, aber auch zu indirekten Krankheitskosten infolge der „frühzeitigen Arbeits- und Erwerbsunfähigkeit“ kommt [7]. Demnach kommt es auch laut EULAR aufgrund eines Verlusts der Arbeitsfähigkeit bei den Patienten nicht selten zu einem „frühzeitigen sozialen Abstieg und persönlichen Problemen“. Deshalb erscheint es wichtig, die Risikofaktoren für Arbeitsunfähigkeit beizeiten zu erkennen und dagegen anzukämpfen, um dies zu vermeiden. Als Risikofaktoren gelten, wie auf dem EULAR in Lissabon 2003 anhand einer norwegischen Studie mit 1024 Rheumatikern vorgestellt wurde, „vorgerücktes Alter, niedriger Bildungsstandart, höherer Behinderungsgrad, eingeschränkte mentale Funktion sowie Unselbständigkeit und Hilfsbedürftigkeit“ [74]. Auch in diesem Sinne beschrieb Fath 2004 [43] die Ergebnisse einer finnischen Studie. Demzufolge ist es bedeutungsvoll, frühzeitig die RA „in Griff zu kriegen“, das heißt also frühzeitig ausreichend zu therapieren. Nach den Ergebnissen des Finnen Puolakka (FINRAC-Studie) ist das Ansprechen der Patienten auf die Therapie im ersten halben Jahr ein guter Vorhersagewert für Arbeitsfähigkeit und Berentung in den nächsten fünf Jahren der

Erkrankung [43]. Innerhalb der ersten Erkrankungsjahre gibt es nach der FINRAC-Studie keine Unterschiede der Arbeitsunfähigkeitstage zwischen Basismedikament-Monotherapie und Kombinationstherapie dreier Basismedikamente. Ab dem zweiten Krankheitsjahr sind schon Patienten mit ausreichender aggressiver Basistherapie bevorteilt, quantifiziert in der Zahl der Arbeitsunfähigkeitstage. Eine Analyse des durch Berentung eines Patienten ergebenden Produktionsausfalls ergab innerhalb von fünf Jahren eine Differenz von 70.000 € im Vergleich zu einem Patienten in klinischer Remission. Deshalb sollte eine ausreichende und vor allem rechtzeitig Basistherapie der Erkrankung erfolgen, um neben Einbußen in der Lebensqualität des Patienten sekundäre finanzielle Einbußen des Patienten, aber auch für die Gemeinschaft zu vermindern oder vermeiden. [43]

Nach Arthrodesen in der Technik von Mannerfelt beobachtet man nur selten eine ausgebliebene knöcherne Fusion. Untersuchungen von Rittmeister et al. [122] ergaben unter anderem ebenfalls eine hohe Fusionsrate bei diesem Operationsverfahren. In seinen Studien kam es in sogar 100%, also bei allen 15 untersuchten Fällen zu einer knöchernen Fusion. Bei Mannerfelt [85] kam es in 42 von 43 Fällen zu einer knöchernen vollständigen Ankylose. Dies können wir auch nach unserer Analyse der Röntgenbilder der Patienten mit Arthrodesen nach Mannerfelt bestätigen. Sie ergab eine 97,1%ige Fusionsrate. Nur in einem Fall blieb die knöcherne Verbindung aus. Rittmeister [122] hat zwar prozentual gesehen ein besseres Ergebnis, jedoch ist diese mit den Ergebnissen von Mannerfelt und uns als ähnlich zu vergleichen, da die Fallzahl bei beiden mehr als doppelt so hoch war, als bei Rittmeister et al.

Die Komplikationsrate bei diesem Operationsverfahren ist schon laut Mannerfelt [88, 85] gering. In seinen Untersuchungen kam es bei drei von 43 Fällen zur Medianuskompression, in fünf von 43 Fällen kam es zur Hautnekrose, wo bei zwei dieser fünf eine Defektdeckung mittels Lappenplastik erforderlich wurde und in einem Fall von 43 kam es zur Infektion mit nachfolgender Notwendigkeit der Entfernung des Osteosynthesematerials. Nach Analyse unserer erhobenen Daten trat in 30 von 34 (88,2%) Fällen ein komplikationsloser Verlauf auf. Eine verzögerte Wundheilung trat in fünf Fällen auf. Mit Operationen beim Nicht-Rheumatiker verglichen sind Wundheilungsstörungen im Bereich von 14,7% ein schlechtes Ergebnis. Da aber beim Rheumatiker und auch beim älteren Menschen oftmals die Wundheilung der Haut durch medikamentöse und physiologische Immunschwächung gestört ist, kann man einen Quotienten von 14,7% als gutes Ergebnis werten. Die Entfernung des Rush Pins war in einem Fall notwendig geworden, dies war auch bei den Untersuchungen von Mannerfelt notwendig. Eine

Lösung der Staples beschrieb Mannerfelt [88, 85] nicht, bei den Untersuchungen von Rittmeister [122] trat dies sogar in fünf von 15 Fällen (33,3%) auf, in unseren Untersuchungen wurde die Lockerung nur in einem Fall (2,9%) beobachtet.

Die International Association for the Study of Pain hat 1986 Folgendes formuliert: „Schmerz ist ein unangenehmes Sinnes- oder Gefühlserlebnis, das mit aktuellen oder potentiellen Gewebeschädigungen verknüpft ist oder mit Begriffen solcher Schädigungen beschrieben wird“ [166, 134]. Für den Entschluss zur Operation des chronisch rheumatisch geschädigten Handgelenks ist der Dauerschmerz oder starke Schmerz über einen Zeitraum von mehr als sechs Monaten eine relative Indikation [71, 153, 49, 58, 122]. In Anbetracht der erheblichen Zerstörung des Handgelenks und der damit verbundenen Destruktion und Instabilität war auch in unseren Untersuchungen das Symptom Schmerz der leitende Faktor zum Entschluss zur Mannerfelt Arthrodesen. Sogar bei 29 von 34 Händen also 85,3% war therapierefraktärer Schmerz Grund zu Durchführung dieses Operationsverfahrens. Vergleichend auch mit anderen operativen Methoden beim destruierten rheumatischen Handgelenk, lässt sich vor allem bei dem Verfahren der Arthrodesen in Mannerfelt Technik in vielen Fällen Schmerzfreiheit erzielen. Mannerfelt 1973 [85] gewann bei 42 von 43 Patienten Schmerzfreiheit. In den Studien von Zenz [168] fand eine durchschnittliche Schmerzreduktion von 69 auf 5,4 (VAS 0-100) postoperativ statt, bei 23 Handgelenken wurde eine Schmerzfreiheit erzielt. Lediglich bei einem seiner nachuntersuchten Fälle kam es zu starken Schmerzen, verursacht durch mangelnden ossären Durchbau. In Studien von Rittmeister et al. [122] gaben 11 von 19 Patienten postoperativ keinen Schmerz mehr an (57,9%), in sieben Fällen (36,8%) war die Schmerzintensität als mild eingestuft und über starke Schmerzen klagte ein Patient (5,2%). Eine genaue Schmerzquantifizierung mittels VAS nahm er in seinen Untersuchungen nicht vor.

Bei Analyse unserer Daten bot sich ein ähnliches Bild. Eine absolute Schmerzfreiheit wurde in 16 von 34 Händen (50%) erzielt. Zwölf weitere Patienten (35,3%) gaben geringe Schmerzen von maximal 3,5 Punkten auf der VA-Skala an, so dass es in nur 5 Fällen zu mittelstarken oder starken Schmerzen kam. Davon wurde in einem Fall ein Punktwert von 9,3 angegeben, also fast unerträgliche Schmerzen. Dies ist die eine Patientin, die unzufrieden mit dem Ergebnis war, mit der weit fortgeschrittenen RA, rheumatischer Befall fast aller Gelenke, schlechter Funktion der gesamten oberen Extremität und außerdem multimorbide. In 30 Händen (88,23%) wurde durch die Operation eine Schmerzreduktion erzielt, außerdem kam es in keinem Fall zu einer Erhöhung der Schmerzen. Zwei der vier Hände in denen keine Schmerzreduktion erzielt werden konnte,

haben ohne hin einen relativ niedrigen VAS-Wert, ein dritter Patient hatte präoperativ schon keine Schmerzen angegeben. In einem Fall, und das ist wieder der Patient mit den starken Schmerzen, konnte von präoperativ 9,3 Punkten keine postoperative Schmerzreduktion erzielt werden. Insgesamt in sieben Fällen (20%) konnte durch die Operation die Schmerzintensität von maximalen 10 Punkten auf der VA-Skala (unerträglichste Schmerzen) auf minimale 0 Punkte auf der VA-Skala (keine Schmerzen) reduziert werden. Unter anderem stellte der Präsident der Deutschen Schmerzgesellschaft Dr. Gerhard Müller-Schwefe fest, dass die Behandlung chronischer Schmerzen aufgrund von Erkrankungen des Bewegungsapparates, wie zum Beispiel die Rheumatoide Arthritis, „dringend verbesserungswürdig“ sei. Eine adäquate Therapie erfährt demnach nur der geringe Anteil der Betroffenen von 10%. Außerdem halten zwar etwa drei Viertel der Befragten einer EMNID-Untersuchung die visuelle Analogskala als nützliches Mittel zur Schmerzquantifizierung. Dennoch wird es in der Praxis in nur 23% bei der Erstanamnese und zur Therapiekontrolle in circa 42% der Fälle angewandt [19]. Somit sind zwar die Werte bezüglich der visuellen Analog Skala präoperativ und postoperativ miteinander vergleichbar, dennoch muss beim interpersonellen Vergleich und auch beim Vergleich verschiedener Studien miteinander die adäquate Schmerztherapie im Blick behalten werden. Nach Krüger [77] existierte lange die Meinung, dass RA zwar eine langwierige und schwere Erkrankung ist, sie dennoch ursächlich nicht zum Tod führt. Neuere Erkenntnisse zeigen jedoch, dass die „Lebenserwartung des Rheumatikers im Schnitt um fünf bis zehn Jahre verkürzt“ ist. Untersuchungen zeigten einen Invalidisierungsanteil von 30% nach drei und über 50% nach fünf Jahren Erkrankungsdauer. In den Untersuchungen unserer Patienten zeigte sich eine durchschnittliche Erkrankungsdauer von 19,2 Jahren, maximale Krankheitsdauer war 33 Jahre, bei einer Patientin bestand die Erkrankung erst seit minimalen 5 Jahren. Verglichen mit den Ausführungen von Krüger liegt, wie bei dieser Patientin, in der Hälfte der Fälle eine Berentung vor. Von den drei Patienten in unserer Studie, die nicht vorzeitig berentet waren, betrug bei einem Patienten die Erkrankungsdauer bereits 12 Jahre. Zwar musste dieser Patient krankheitsbedingt den Beruf wechseln, jedoch war er noch erwerbsfähig. Zwei weitere Frauen waren beruflich unverändert mit 13 und 19 Jahren Erkrankungsdauer tätig. Schätzungen zu Folge würden jährlich 12-15 Milliarden € in Deutschland für Patienten mit RA ausgegeben. Bei schweren Verläufen kann die Destruktionskraft schon in den ersten zwei, drei Jahren immense Schädigungen verursachen, die irreparabel funktionelle Einbußen mit sich bringen und damit die Arbeitsfähigkeit ausschließen.

Deshalb spricht sich die Mehrzahl der behandelnden Ärzte und Forscher, welche RA-Patienten behandeln, dafür aus, eine möglichst frühzeitige exakte Diagnose zu stellen und sofort aggressiv mit möglichst einer Kombinationstherapie zu behandeln. [7, 77, 43]

Inhaltliches Ziel dieser Untersuchung war es primär eine Aussage über die Versteifungswinkel des Handgelenks machen zu können. Alle bisherigen Studien [93, 87, 140, 88, 137, 52, 156, 86, 85, 168, 8, 97, 122, 28] zur Arthrodesis in der Technik von Mannerfelt hatten als eigentliches Ziel, eine Aussage über das Operationsverfahren an sich oder im Vergleich zu anderen operativen Versteifungen zu machen. Auch in der Literatur ist keine einheitliche Meinung über den Winkel im Radiokarpalgelenk zu finden. Aufgrund von Erfahrungen wurden einerseits die Flexionswinkel als Versteifungswinkel favorisiert und eine Fixierung in der physiologischen Dorsalextension bei Rheumatikern komplett abgelehnt, weil bei Einschränkung der Flexion im Ellenbogengelenk Haare und Gesicht nicht in Extensionsstellung des Handgelenks erreicht werden können. Sparmann [142] beschreibt außerdem die Abhängigkeit des einzustellenden Winkel vom Flexionsausmaß im Ellenbogengelenk, wobei der radiokarpale Winkel umso mehr in Flexion zu erfolgen hat, je stärker die Beugefähigkeit im Ellenbogengelenk eingeschränkt ist. Auch Flatt [48] favorisiert eine leichte Beugestellung. Andererseits forderte Bunnel 1948 aus zweckmäßigen Überlegungen eine Dorsalextension von 15° bei Rheumatikern. Bei einem guten Bewegungsausmaß im Bereich des Ellenbogengelenks bevorzugen Rittmeister und Mitarbeiter [122] eine Extensionsstellung des Handgelenkes von etwa 10°. Tillmann und Thabe beschrieben 1977 [153], dass für einen kraftvollen Faustschluss eine Dorsalstellung von 20° am günstigsten wäre, dies aber aufgrund von Alltagsfunktionen und Gründen der Körperhygiene reduziert werden müsse. Barbier befürwortet 1999 [8] ebenfalls die Extensionsstellung, weil dies die Position ist, in der die meisten Aktivitäten des täglichen Lebens gut bewältigt werden können. Zumindest eines der beiden Handgelenke sollte nach deren Meinung in 10-20° Flexion fixiert werden. Ebenfalls eine Dorsalextensionsstellung von 20-30° bevorzugt Boyes [17]. Laut Clayton 1982 [30] ist eine Stellung im Radiokarpalgelenk nahe null° günstig, weil der Bewegungsradius bei Berührung von Daumen und Zeigefinger bei Pro- und Supination größer ist als in Dorsalextensionsstellung. Zenz [168] hält eine Versteifung in Palmarflexion von 5-10° als funktionell erforderlich, um die persönliche Hygiene des Patienten zu gewährleisten. Da bereits Bunnel 1948 aus funktionellen Überlegungen eine Dorsalflexion von etwa 15° befürwortete, ist nach Zenz die Neutralstellung eine gute Alternative. Auch Millender und Nalebuff [98]

befürworteten 1973 die Neutralstellung als beste Lösung für den Patienten und dessen Handfunktion.

Unsere Untersuchungen ergaben, dass eine Stellung des Handgelenks zwischen 5° Extension und 5° Flexion, also im Bereich um 0° die besten funktionellen Resultate bringt. Zur Bewältigung der Alltagsaktivitäten ist die Extensionsstellung für die Patienten vorteilhafter. Gerade bei den täglich zu verrichtenden Tätigkeiten, wie Einmachglas öffnen, schreiben oder Haare waschen und fönen gibt es bei Einstellung in Flexion eher und häufiger Schwierigkeiten, oftmals ist es den Patienten gar nicht mehr möglich diese Tätigkeiten auszuführen. Insgesamt überwiegen die Gründe für eine Einstellung in Extension. Für die Patienten bringt die Einstellung des Karpus in Extension bei Bewältigung der Alltagsaktivitäten deutliche Vorteile. So ist neben der größeren Kraft im Faustschluss auch die Gesichtshygiene, das heisst das Eincremen des Gesichts, das Schminken, Rasieren und die Haare frisieren deutlich vorteilhafter in Extensionsstellung des Handgelenks. Zusätzlich bietet diese Einstellung Vorteile bei den Haushaltsaktivitäten, wie das Putzen, Wischen und beispielsweise das Wändeabwaschen. Nicht zu vernachlässigen ist das Argument der Kosmetik und Ästhetik. In Extensionsstellung beurteilen die Patienten das als schöner.

Im Allgemeinen sind die Patienten bei der Bewältigung von Alltagsaktivitäten jedoch eingeschränkt. Aufgrund einer stark progressiven rheumatoiden Arthritis kann es sogar so weit fortgeschrittene Destruktionen am Handgelenk geben, so dass eine Bewältigung von Aktivitäten wie das Einmach Glas öffnen, schreiben, Einkaufstüte tragen, Haare waschen so stark eingeschränkt beziehungsweise gar nicht mehr möglich sind. Für fast jeden bedeuten diese eine Einschränkung der Lebensqualität, die beim Rheumatiker sowieso schon stark durch das gesamte Krankheitsbild eingeschränkt ist. Eine statistisch belegbare Abhängigkeit der postoperativen Zufriedenheit der Patienten vom Arthrodesenwinkel in Flexions- oder Extensionswinkel besteht bei einem p-Wert von 0,731 nicht. Das bedeutet, das Ergebnis ist nicht signifikant. (Siehe Tabelle 6)

In unseren Studien untersuchten wir die Fähigkeit der Patienten ein Glas zu öffnen. In 16 von 34 Fällen (47,05%) war dies unmöglich. In nur zwei Fällen (5,9%) bereitet die Fertigkeit keine Schwierigkeiten, in den verbleibenden 16 Fällen ist diese Fähigkeit erhalten, jedoch mehr oder weniger eingeschränkt. Die Fähigkeit ein Glas zu öffnen ist jedoch eher bei Einstellung in Extension erhalten. Betrachtet man die in Extension eingestellten Hände und untersucht die Fähigkeit ein Glas zu öffnen, so ist dies bei zehn Handgelenken (58,8%) möglich und bei sieben

Händen nicht möglich, bei Einstellung in Flexion ist dies in acht Fällen (47,1%) möglich und in neun (52,9%) nicht möglich. Bei Feststellung der Arthrodeuse in Extension haben die Patienten häufiger geringere Probleme bei der Verrichtung dieser Tätigkeit, bei Einstellung in Flexion gibt es keinen Patienten, der keine oder allenfalls geringe Probleme beim Glas öffnen angibt, in lediglich einem Fall ist die Fähigkeit mit mäßigen Schwierigkeiten anzugeben.

Bei der zweiten untersuchten Fertigkeit, dem Schreiben, sehen die Ergebnisse anders aus. Es ist nur jeweils für Extension und Flexion in einem Fall unmöglich zu Schreiben. Bei den restlichen 32 untersuchten Händen ist das Schreiben, wenn auch in insgesamt elf Fällen (32,4%) unter erheblichen Schwierigkeiten möglich. Bei Einstellung des Handgelenkes in Extension gab es in drei Fällen keine Schwierigkeit beim Schreiben, in Flexionsstellung in nur einem Fall. Geringe bis gar keine Schwierigkeiten beklagen lediglich vier Patienten bei Einstellung des Handgelenks in Flexionsstellung, in Extension ist dies bei 6 Patienten der Fall. Somit gibt es für die Einstellung sowohl in Flexion, als auch in Extension ähnliche Ergebnisse, wobei es für fusionierte Handgelenke in Extension für die Fertigkeit Schreiben einen Vorteil zu verzeichnen gibt. Ergonomisch gesehen ist die Einstellung des Handgelenks in Extension für die Fähigkeit des Schreibens deutlich vorteilhafter (zum Beispiel durch Auflagefläche des Hypotenars). Da in unseren Untersuchungen die Patienten auch in Flexionsstellung zurechtkamen, liegt dies unseres Erachtens aber daran, dass gerade Patienten mit RA dazu neigen fehlende Fertigkeiten mit Hilfe der anderen Gelenke zu kompensieren.

Die Untersuchungen zur Fertigkeit einer Einkaufstüte zu tragen ergab ähnliche Resultate wie beim Glas öffnen. Bei Einstellung im Extensionswinkel gab es mehr Patienten, die mäßige, geringe oder gar keine Schwierigkeiten dabei haben, während in Flexionsstellung 13 von 17 Patienten (76,5%) erhebliche Probleme beim Einkaufstüte tragen haben oder diese Fertigkeit nicht mehr ausführen können. Das bedeutet, dass in Flexionsstellung diese Fähigkeit häufiger eingeschränkt ist oder eben nicht mehr möglich ist. Wahrscheinlich ist ein erheblicher beeinflussender Faktor, neben der Handgelenkstellung in Extension oder Flexion die Kraftentwicklung beim Faustschluss, so dass Patienten bei guter Kraft im Faustschluss eher geringe Schwierigkeiten beim Tragen der Tüten angeben, trotz eher ungünstiger Stellung für das Tragen von Einkaufstüten und umgekehrt. Damit ergibt sich bei für den Faustschluss günstigerer Extensionsstellung [65, 80, 153, 168] ebenfalls ein Vorteil für Handgelenke in Extensionsstellung beim Tüten tragen. Beim Haare waschen und fönen gibt es in unseren Untersuchungen kaum Unterschiede zwischen Flexions- und Extensionsstellung. In

Flexionsstellung gibt es keinen Fall, der keine Schwierigkeiten angibt, bei Extensionsstellung geben zwei Patienten an, gar keine Schwierigkeiten beim Haare waschen oder fönen zu haben. Nicht möglich ist es in beiden Einstellungsvarianten jeweils bei vier von 17 Patienten. Bei den restlichen Patienten war die Verteilung in Extension und Flexion nahezu gleich. Nur sechs von 34 Fälle (17,6%) hatten keine oder geringe Schwierigkeiten beim Haare waschen oder fönen. Somit gibt es auch bei der Fertigkeit des Haarewaschens oder Fönens einen geringen Vorteil für Handgelenke in Extensionsstellung. Dennoch zeigt sich auch hier die große Anzahl (8 von 34, 23,5%) der Patienten, denen es nicht möglich ist diese Fähigkeit auszuführen, ein Teil der Patienten ist erheblich eingeschränkt. Dies liegt vor allem an den Einschränkungen der Beweglichkeit der gesamten oberen Extremität (Schulter, Ellenbogen, Fingergelenke). Als fünfte Variable interessierte uns der soziale Kontakt, beziehungsweise ob es postoperativ eine Änderung des Kontaktverhaltens gegeben hat. Jeweils in Flexion und Extension gab es in einem Fall extrem eingeschränktes Kontaktverhalten zu verzeichnen. 29 Patienten (85,3%) gaben an, im Kontaktverhalten gering oder gar nicht eingeschränkt zu sein. Dies zeigte jedoch keine Abhängigkeit von einem Einstellungswinkel. Insgesamt zeigt sich ein Vorteil für die Verrichtung der Alltagsfunktionen für Patienten mit Einstellung des Handgelenks in Extensionsstellung gegenüber den Händen in Flexionsstellung, weil die Alltagsfunktionen Glas öffnen, Tüte tragen, schreiben sowie Haare fönen und waschen bei Einstellung in Extension leichter zu bewältigen sind und seltener erheblich Schwierigkeiten bereiten, beziehungsweise nicht möglich sind. Howard schrieb 1993, dass die ideale Handgelenksposition weiterhin noch unklar ist, jedoch die meisten täglichen Aufgaben mit einem radiokarpalen Winkel zwischen  $10^\circ$  Flexion und  $35^\circ$  Extension bewerkstelligt werden können [65, 23]. Mannerfelt und Mamstens Untersuchungen [88] zeigten, dass Patienten nach Arthrodesierung in der Technik nach Mannerfelt schwere Dinge besser halten konnten, sowie aufgrund der Stabilität besser die Gänge beim Autofahren einlegen konnten. Männliche Patienten konnten sich besser rasieren, einige Patienten konnten ihre persönliche Hygiene auf der Toilette besser bewerkstelligen. Andere Patienten gaben Schwierigkeiten beim Zähneputzen, Hals waschen und frisieren an. Ursächlich dafür sahen sie die Unfähigkeit der Handgelenksflexion. Die Schwierigkeit Dinge von hohen Regalen herunterzuholen, Fenster zu reinigen und Dinge von einer glatten Unterlage aufzunehmen sahen sie in der Unfähigkeit der Handgelenksextension begründet [88]. Dennoch untersuchten sie nicht die direkten Abhängigkeiten der Handfunktionalität von den Arthrodesenwinkeln. Nach Tillmann und Thabe [153] ist für den kraftvollen Faustschluss die Extensionsstellung

unerlässlich, doch Alltagsfunktionen der Körperhygiene und das Knopfschließen sind besser in Flexionsstellung des Handgelenks möglich [153, 47, 54, 85, 157]. Funktionelle Überlegungen von Bunnel forderten eine Extensionsstellung von  $15^\circ$  [168]. Flexionsstellung von  $5$  bis  $10^\circ$  ist gemäß Zenz zur Durchführung der persönlichen Hygiene notwendig, dennoch empfahl er die Einstellung in einem Winkel nahe  $0^\circ$  [168]. Auch Siekmann bevorzugte die neutral bis  $10^\circ$  Flexionsstellung des Handgelenks, um die Alltagsaktivität am besten verrichten zu können [137]. Nach Barbier ist die Einstellung in Extensionsstellung sinnvoll, weil dies die Position ist, in der die meisten Aktivitäten des Alltags bewerkstelligt werden können [8]. Basierend auf den Erkenntnissen von Ryu, der die durchschnittliche Handgelenksposition bei den häufigsten Alltagsaktivitäten untersuchte, ist demnach die durchschnittliche Handgelenksposition bei etwa 88% der Alltagsaktivitäten in radiokarpaler Extensionsstellung [127]. Nach Gemert und anderen Autoren sollte die ergonomisch optimale Handgelenksposition für jeden Patienten individuell präoperativ bestimmt werden [158, 153].

Laut Tillmann und Thabe [151, 153] und Zenz [168] ist eine leichte Ulnardeviation von etwa  $5^\circ$  wünschenswert, da dies einer Ulnardeviation der Langfinger 2 bis 5 entgegenwirkt. Auch Pahle und Raunio [112] empfehlen eine Ulnardeviation von  $5-10^\circ$ , eben um dieser so genannten Zickzack-Deformität der Finger entgegenzuwirken. Auf Pahle und Raunio hat sich auch Mannerfelt [85, 86, 87, 88, 89] seinerzeit berufen und die Arthrodesen in Neutralstellung oder leichter Ulnardeviation eingestellt. In seinen Nachuntersuchungen kam es in keinem Fall zu Radialdeviation [85]. Bei unseren Untersuchungen waren Einstellungen von  $23^\circ$  Radialdeviation bis  $17^\circ$  Ulnardeviation zu finden. Die Mehrzahl der Arthrodesen erfolgte in Radialdeviation. Im Bereich zwischen  $10^\circ$  Radial- und  $10^\circ$  Ulnardeviation lassen sich die höchsten Werte im Faustschluss messen. Für die Patienten scheint dies auch der zufriedenstellendste Bereich zu sein, denn gerade Patienten mit Einstellung in diesem Bereich geben an sehr zufrieden zu sein. Für Werte außerhalb dieses Bereichs zwischen  $10^\circ$  Radialdeviation und  $10^\circ$  Ulnardeviation scheint die Einstellung in Ulnardeviation vorteilhafter zu sein. Mit einem Korrelationskoeffizienten von  $-0,20$  ist dies zwar statistisch nicht signifikant, dennoch kann ein leichter Vorteil gegenüber der Einstellung in Radialdeviation gesehen werden. Außerdem ist eine Einstellung in leichter Ulnardeviation günstig, da dies einer Ulnardeviation der Finger 2 bis 5 entgegenwirkt [150, 112]. Studien von Pahle und Raunio [112] ergaben bereits 1969, dass bei Fusion von Handgelenken in einem Winkel von größer als  $5^\circ$  Radialdeviation, eine Ulnardeviation der Finger nahezu obligat ist (17 von 20 Hände, 85%).

Bei unserer Nachuntersuchung der Handgelenke lag der Schwerpunkt nicht im Bereich der Metakarpophalangealgelenke, sondern in der Untersuchung der Handgelenke, jedoch ist für eine Aussagefähigkeit über die Funktionalität der Arthrodesen die Untersuchung der Nachbargelenke unverzichtbar. Es werden die Ergebnisse von Tillmann und Thabe sowie Pahle und Raunio bestätigt [150, 112, 151, 153, 168, 78]. Demnach sollte die Einstellung der Arthrodesen in leichter Ulnarduktion erfolgen, jedoch sollte ebenfalls eine zu große Ulnarduktion vermieden werden. Außerdem ist jedoch der geringe radiale Drift der Finger, wie es bei geringer Ulnarduktion der Hand häufig vorkommt, nicht schädlich. Jedoch sind sowohl größere radiale Fingerdeviation, als auch größere Ulnarduktion im Handgelenk für den Patienten behindernd und einschränkend. Als Fazit bei Pahle und Raunio's Studien ist die karpale Einstellung in einer neutralnahen Position ( $\pm 5^\circ$ ) um eine Fingerdeviation weitestgehend zu vermeiden [112]. In der Nachuntersuchung der Arthrodesen in der Technik nach Mannerfelt waren Handgelenk und Finger aufgrund der langjährigen erheblichen Destruktionen schwerst geschädigt und relativ unabhängig vom Arthrodesenwinkel in Radial- oder Ulnarduktion war die Langfingerdeviation nahezu bei jedem Rheumatiker zu finden, jedoch subjektiv bei Einstellung in Radialduktion ausgeprägter.

Laut Zenz 1999 [168] kann durch die operative Versteifung mittels Arthrodesen in der Technik nach Mannerfelt beim Patienten eine Leistungssteigerung bei den Alltagsfunktionen der persönliche Hygiene, dem Frisieren, dem Umgang mit dem Essbesteck und das Ergreifen von kleinen Gegenständen erfolgen.

Untersuchungen von Rittmeister [122] zeigten lediglich eine Verbesserung der ergonomischen Fertigkeiten bei drei von 16 Fällen, bei 13 war dies gleich bleibend. Außerdem beschreibt er, dass, wie bei der Erstuntersuchung von Mannerfelt und Malmsten, es aufgrund des Verlusts der Beugefähigkeit zu erheblichen Probleme beim Zähneputzen kommen kann. Gleichfalls gibt es Schwierigkeiten kleine Gegenstände vom Boden aufzuheben, weshalb die Patienten auch eher selten eine Verbesserung der Alltagsaktivitäten angaben.

Barbier and Saels [8] fanden in ihrer Untersuchung keinen signifikanten Unterschied bezüglich der Funktionalität zwischen nach Mannerfelt Technik versorgten und nicht operierten Handgelenken.

Bei Untersuchung der Alltagsaktivitäten in Abhängigkeit von der Stellung des Handgelenks in Radialduktion oder Ulnarduktion kann man ähnliche Schlüsse ziehen wie bei den Ergebnissen des Extensions-/Flexionswinkels. Generell fällt es den Patienten schwer, ein Glas zu öffnen, eine

Tüte zu tragen oder sich die Haare zu waschen oder zu fönen. Es lässt sich dennoch kein Trend erkennen, für diese untersuchten Funktionen scheint die Einstellung in Radial- oder Ulnarduktion keine Relevanz zu haben. Bei Untersuchung der Alltagsfunktion Schreiben geben die Patienten weniger Schwierigkeiten an. Es fällt den Patienten das Schreiben in Ulnarduktion und Radialduktion gleich schwer. Bei der Untersuchung des sozialen Kontaktes kommt es in zwei Fällen, davon einmal in  $0^\circ$  und einmal in  $7^\circ$  Radialduktion, zu einem extrem eingeschränkten Kontaktverhalten. Möglicherweise spielt bei diesen beiden Patienten die Ästhetik der Hand die Hauptrolle als Ursache für die Verminderung des Kontaktverhaltens, jedoch das Aussehen des Handgelenks bei Einstellung in Radialduktion kann nicht der Grund dafür sein, denn der Großteil der Patienten bei Einstellung in ähnlichen Winkeln gab keine oder allenfalls geringe Beeinträchtigung des Kontaktverhaltens an. Andererseits kommt natürlich der Gesamtzustand des Patienten, die Progression der RA als Ursache für die Einschränkung des Kontaktverhaltens in Frage. Günstig im Alltag ist nach Barbier die Ulnarduktion im Handgelenk für den Patienten [8]. Zenz strebt auch gemäß Pahle und Raunio [112] eine leichte Ulnarduktion von etwa  $5^\circ$  an, um dem Ulnadrift der Langfinger entgegenzuwirken [168, 153]. Auch Mannerfelt plädierte für eine neutrale oder leichte Ulnarduktionstellung [86]. Auch andere Autoren befürworteten die leichte Ulnarduktionstellung [156, 88, 87]. Gemäß der Funktionalität wurden in der Literatur bisher keine Aussagen gemacht.

Letztendlich kann man zusammenfassend sagen, dass die Patienten erhebliche Einschränkungen im Bereich der Alltagsfähigkeiten haben. Betrachtet man den Median der Patienten beim Glas öffnen, Haare waschen und fönen, sowie Einkaufstüte tragen, sieht man, dass es Patienten zwar häufig möglich ist, sie dennoch stark eingeschränkt sind, da dies nur unter großen Schwierigkeiten möglich ist. Die Einschränkung in den alltäglichen Handgelenksfunktionen kann soweit führen, dass sich die Patienten im sozialen Kontakt eingeschränkt fühlen und es auch sind. Diese Einschränkung ist nicht zuletzt durch die ästhetischen Behinderungen der durch die Rheumaprogession befallenen Gelenke begründet. Dennoch lässt sich ein Vorteil bei Einstellung des Handgelenks in Extensionsstellung erkennen. Es gibt keine signifikanten Unterschiede bei der Funktion in Extensions- oder Flexionsstellung. Jedoch lässt sich in unserer Studie eindeutig ein Vorteil für die Extensionsstellung ausmachen. Gerade bei Fähigkeiten wie Glas öffnen, Tüte tragen und Haare waschen oder fönen gibt es mehr Patienten, die keine oder eher geringe Schwierigkeiten angeben bei Einstellung in Extensionsstellung, andersherum haben häufiger Patienten mit Einstellung in Flexionsstellung erhebliche Schwierigkeiten bei

Ausführung dieser Funktionen oder aber können diese gar nicht mehr ausführen [65, 80, 153, 168, 127]. Dies belegt den Vorteil der Einstellung in Extension gegenüber Handgelenken in Flexion.

Die Untersuchung des Kontaktverhaltens zeigt keine Abhängigkeit vom Einstellungswinkel, dennoch sind etwa 15% der Patienten in ihrem sozialen Kontakt eingeschränkt, was einer sozialen Isolierung gleich kommt.

Die Einstellung in Radial- oder Ulnarduktion erbringt ebenfalls keine signifikanten Ergebnisse. Eine leichte Ulnarduktion bis maximal 5° oder eine Neutralstellung hat für die Funktionalität im Alltag die größten Vorteile. Auch die Literatur befürwortet dies [8, 112, 168, 153, 86, 156, 88, 87]. Deshalb empfehlen wir die Einstellung des Handgelenkes in leichter Ulnarduktion oder Neutralstellung.

Unter den Befragten waren insgesamt 7,4% berufstätig, der große Teil von 88,8% war berentet. Durchschnittliches Alter bei Operation war 60 Jahre, bei Befragung 62 Jahre, lediglich 20 von 34 Befragter waren jünger als 65 Jahre, also theoretisch noch im Erwerbsalter. Das bedeutet, dass von den sich theoretisch im erwerbsfähigen Alter befindlichen Patienten nur noch 15% arbeitstätig waren. Anlehnend an die Ausführungen von Roland Fath [43] macht dies umso deutlicher, dass eine frühzeitige und vor allem aggressive Therapie beim Rheumatiker notwendig ist, um die Rente herauszuzögern [74, 75, 124]. Nach Kretzschmar [74] geht der Verlust der Arbeitsfähigkeit meist mit dem rapiden sozialen Abstieg und persönlichen Problemen einher. Mittels Rheumatherapie, chirurgisch und medikamentös, ist es deshalb umso wichtiger ausreichend zu therapieren, um einen Verlust der Arbeitsfähigkeit vorzubeugen.

Eine Untersuchung aller Variablen, wie sie im DASH [Abbildung 40] abgefragt werden, in Beziehung zu den verschiedenen Möglichkeiten der Handgelenksversteifung nahm in der Vergangenheit niemand vor. Mittels DASH konnten in unseren Untersuchungen neben den vorher ausgewerteten Alltagsfunktionen Glas öffnen, schreiben, Tüte tragen, Haare waschen und fönen und sozialen Kontaktverhalten viele Variablen im Bereich der alltäglichen Tätigkeiten (Schlüssel im Schloss umdrehen, Mahlzeit zubereiten, schwere Tür aufstoßen, Haus-, Hof- und Gartenarbeit, Freizeitaktivitäten, Probleme beim Sport treiben oder Instrument spielen) untersucht werden. Unter anderem untersuchten wir die Beziehung von DASH und Winkel. Der allgemeine Median im DASH betrug 130,5 Punkte, bei insgesamt 38 Fragen kommt man auf eine Durchschnittsangabe von 3,4 Punkten pro Frage. Dementsprechend bereitet die Funktion der oberen Extremität im Bereich der Alltagsaktivitäten mäßige bis erhebliche Schwierigkeiten.

Niedrige DASH Werte, die also für eine gute Funktion der oberen Extremität sprechen, werden vor allem im Extensionsbereich erreicht, während in Flexionsstellung erst Werte ab 110 Punkte erreicht werden. Die meisten Patienten liegen mit ihrer Handfunktion zwischen 100 und 140 Punkten, sowohl in Extension als auch in Flexionsstellung. Im engeren Bereich zwischen  $10^\circ$  Flexion und  $10^\circ$  Extension kann man keine besseren oder geringeren DASH-Punktwerte, aber auch keine höheren Werte erkennen. Falls also ein Vorteil erkennbar ist, würde dies für die Einstellung in Extension sprechen, weil in unseren Studien 5 von 17 Händen in Extension unter 100 Punkte im DASH erreichten, während dies in Flexionsstellung nur in einem Fall so war. Bei der Untersuchung der Abhängigkeit des DASH vom Einstellungswinkel (Extension/ Flexion) im Handgelenk ergibt sich mit einem Korrelationskoeffizienten von  $r=0,5$  eine positive lineare Abhängigkeit. Das bedeutet, mit steigendem Winkel und vor allem bei Einstellung in Extension und nicht in Flexion ist eine bessere Funktion der oberen Extremität zu erwarten. Jedoch scheint die Untersuchung des DASH zwar ein guter Indikator für die Funktion der gesamten oberen Extremität und teilweise auch für die soziale Integrität zu sein, dennoch ist bei der Vielzahl der befallenen Gelenke beim Rheumatiker keine Differenzierung der Handgelenksfunktion von der Finger-, Ellenbogen- und Schultergelenksfunktion mittels DASH möglich. Niedrige DASH-Werte werden gleichermaßen bei Einstellung in Radial- und in Ulnarduktion erreicht. Bei Einstellung der Handgelenke in Ulnarduktion werden DASH-Werte von maximal 140 erreicht, während bei Einstellung in Radialduktion und Neutralstellung 35% der Werte über 140 Punkten liegen, was also eine schlechte Handgelenksfunktion bezeugt. Demnach ist die Funktionalität der Hand bei Einstellung in Ulnarduktion besser als bei Neutral- oder Radialduktionsstellung [8, 112, 168, 153, 86, 156, 88, 87].

Postoperativ wurde eine deutliche Schmerzreduktion erzielt. Vergleicht man VAS und DASH-Score miteinander, so zeigt sich eine deutliche Abhängigkeit des DASH-Scores von der VAS. Je geringer der postoperative Schmerz, desto geringer ist auch der DASH. Somit korreliert der postoperative verringerte Schmerz mit einer deutlich gebesserten Funktionalität der gesamten oberen Extremität (Korrelationskoeffizient  $r=0,6275$ ). Außerdem haben Patienten auch bei schlechterer Handgelenksfunktion und damit höherem DASH-Wert teilweise keine Schmerzen, also einen geringen VAS-Wert, was einen großen Vorteil des Versteifungsverfahrens widerspiegelt. Zusätzlich steigert die möglichst normnahe karpale Höhe, sowie die möglichst normnahe karpale Ulnartranslokation die Funktionalität der oberen Extremität. Dies zeigen auch die Ergebnisse von Simmen und Huber [119]. Eine Stabilisierung des Karpus kann zumindest

eine Progredienz des Verlusts an karpaler Höhe und eine fortschreitende Ulnartranslokation verhindern.

Andere Rheumacores, wie beispielsweise SF36 oder DAS, wurden während unserer Untersuchung nicht bestimmt, da bei dieser Studie die Handgelenks- und Armfunktion und nicht die Aktivität der Erkrankung von Interesse war.

Die grobe Kraft der Hand kann man subjektiv mittels Händedruck, objektiv jedoch mittels Dynamometer oder Vigorimeter erfassen [131, 107, 59]. Die subjektiv erfasste Kraft lässt aber nur im Seitenvergleich eine Aussage zu, interpersonell ist der Vergleich schwierig, während eine quantitative Analyse lediglich apparativ objektivierbar ist. Die tatsächliche Kraft einer Hand im Faustschluss wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, wie beispielsweise Schmerzen, Bewegungsablaufstörungen, Bewegungseinschränkungen und psychische Faktoren [59, 22]. So beschreiben beispielsweise Tillmann und Thabe in ihren Ausführungen, dass es bei starker Destruktion des Ulnakopfes, wie es beim fortgeschrittenen Rheumatiker nahezu immer zu finden ist, infolge einer eingeschränkten Pro- und Supinationsfähigkeit des Unterarms zu einer objektiv verifizierbaren Kraftminderung kommt [153].

Brorson stellte 1989 [22] dar, dass Handschäden oder Verletzungen der Hand eine Kraftminderung mit sich bringen. In seinen Untersuchungen erlangte die Berechnung des Quotienten der Kraft der dominanten Hand und der nichtdominanten Hand bei Gesunden an Bedeutung. Außerdem beschreibt er, dass von vorneherein die Kraft der dominanten Hand größer als die der nicht dominanten Hand ist, sowie, dass Männer eine größere Kraft im Faustschluss als Frauen entwickeln. Sowie männliches als auch weibliches Geschlecht und unterschiedliches Alter hat keinen signifikanten Einfluss auf den Kraftquotienten. Der Normalwert für den Quotienten aus der Kraft der dominanten durch die nichtdominante Hand beträgt  $1,12 \pm 0,13$ . Bei den einseitig operierten Patienten unserer Studie erreichten diesen Normalwert 25% der Patienten. Außerdem berechneten wir einen zusätzlichen Wert, einen Quotienten der Kraft aus versteifter Hand und nicht versteifter Hand. Werte des Quotienten von größer als eins zeigen eine bessere Kraftentwicklung der operierten gegenüber der nicht operierten Hand. In 40% der Fälle war die nach Mannerfelt arthrodesierte Hand der nicht arthrodesierten Hand bezüglich der Kraftentwicklung im Faustschluss überlegen beziehungsweise mindestens gleichwertig gut. Nach Sparmann 1999 [142] kann es nach Teilversteifungen oder Arthroplastiken zu einer Behinderung einzelner Funktionen kommen, jedoch gewinnt man dadurch an Stabilität, Greiffähigkeit und Kraft mit der gesamten Hand.

Vorteilhaft ist laut Tillmann und Thabe eine Einstellung des Handgelenks in circa 20° Dorsalextension, da bei diesen Winkeln die Kraftentwicklung im Faustschluss besser ist, als bei anderen Winkeln [153]. Laut Flügel [49] kommt es zu einer geringeren maximalen Kraftentwicklung bei palmarer Subluxation und radialer Rotation des Karpus infolge einer Gefügestörung des ulnocarpalen Komplexes. In den ersten Untersuchungen von Mannerfelt 1973 [85] beschreibt er einen Kraftzuwachs beim Patienten nach Arthrodesierung mittels seiner Technik, jedoch konnte dies objektiv nicht verifiziert werden. Er vermutete eine höhere Stabilität der gesamten Hand als Ursache für einen subjektiven Kraftgewinn. Studien von Zenz [168] zeigten ähnlich den Ergebnissen von Mannerfelt 1973 [85] neben einer postoperativen funktionellen Verbesserung bezüglich der Alltagsfunktionen keine wesentliche Verbesserung des Kraftgrads postoperativ, dennoch blieb der durchschnittliche erreichte Kraftgrad mit VI-V schlecht. Trotz insgesamt schlechter Kraftentwicklung im Faustschluss erbrachten die Untersuchungen von Zenz [168] eine hohe Zufriedenstellung der Ansprüche der Patienten als auch der Ärzte an eine Handgelenksversteifung. Ähnliche Ergebnisse erzielten Millender and Nalebuff [98]. Eines davon war die infolge operativer Handgelenksversteifung erzielte Stabilität und Kraft, so, dass Patienten in der Lage waren schwere Gegenstände zu heben und vor allem höhere Gewichte zu tragen als präoperativ. Brumfield beschrieb 1979, dass in seinen Untersuchungen die postoperative Kraft schlecht beurteilbar ist, denn beim Rheumatiker ist es häufig der Fall, dass Nachbargelenke mit betroffen sind und somit eine Kraftentwicklung im Faustschluss nicht objektiv quantifizierbar ist, beziehungsweise dies aufgrund von Destruktionen und degenerativen Veränderungen gestört oder gar nicht möglich ist. Unsere Studien zeigten bei den Patienten insgesamt eine hohe Zufriedenheit, jedoch dies nicht objektivierbar in Abhängigkeit von der Kraft im Faustschluss. Sehr zufrieden mit dem Ergebnis der Arthrodesierung waren Patienten, die mindestens 10 kPa Faustschluss erzielen konnten. Entgegen den Untersuchungen von Mannerfelt [85] und Zenz war die durchschnittlich erreichte Kraft im Median 21 kPa, dies entspricht mehr als dem Kraftgrad IV-V. Im Median war in unseren Studien ähnlich wie bei Millender und Nalebuff [98] der Faustschluss in den nichtoperierten Händen um 10 kPa geringer. Dies spiegelt den deutlichen Vorteil dieses Versteifungsverfahrens bezüglich der Kraft im Faustschluss wider. Dennoch beobachteten wir ähnlich wie Brumfield [24], auch unabhängig von der Zufriedenheit, die Abhängigkeit der Kraftentwicklung im Faustschluss von der Funktionstüchtigkeit der Nachbargelenke (Ellenbogen, MP-Gelenke) und der ulnaren Deviation.

In Vergleichsuntersuchungen Radiolunärer mit Arthrodesen in der Technik nach Mannerfelt beschreibt Rittmeister 1999 [122] prinzipiell eine gute Kraftentwicklung der Hand nach Arthrodese in Mannerfelt Technik an der dominierenden Seite. Dennoch ist die tatsächlich erreichte durchschnittliche Griffstärke bei Radiolunärer Arthrodese mit 42,5 kPa höher als die bei Arthrodese nach Mannerfelt mit im Schnitt 30,7 kPa, wobei jedoch die Handgelenke, die in der Technik nach Mannerfelt versteift wurden, erheblich destruiert waren (LDE Stadium IV-V) während eine radiolunäre Arthrodese nur bei geringerer röntgenologische Destruktion im Stadium III indiziert ist. Betrachtet man jedoch die Kraft im Faustschluss bei der nicht arthrodesierten Hand, so ist diese bei radiolunär arthrodetisch versorgten Patienten mit 45 kPa höher an der nicht operierten Hand, bei Mannerfelt Arthrodesen Patienten ist dies an der nicht operierten Hand mit 22,9 kPa geringer. Das heißt, Patienten mit Versorgung in der Technik nach Mannerfelt profitieren von der Operation und haben eine höhere Griffstärke an der Hand, die arthrodesiert ist. Die nicht operierte Hand hat, wahrscheinlich aufgrund der Destruktion und der Instabilität durch die rheumatische Progression, eine schlechtere Handgelenksfunktion und vor allem eine geringere entwickelbare Kraft im Faustschluss. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass Patienten mit Arthrodesen in Mannerfelt Technik eine insgesamt schlechtere Ausgangssituation, beziehungsweise einen stärkeren rheumatischen Befall der Handgelenke aufweisen, weil Radiolunäre Arthrodesen nur bis zu einer bestimmten Destruktion des Handgelenks durchgeführt werden können. Andererseits ist eine Radiolunäre Arthrodese eine Teilversteifung, während die Arthrodese nach Mannerfelt Technik ein Versteifungsverfahren mit Einschränkung der gesamten Handgelenksbewegbarkeit ist.

Dennoch kann man sagen, dass die Patienten in Studien von Rittmeister [119] nach Panarthrodese zufriedener mit 94,7% zufriedenen und sehr zufriedenen Patienten, als mit radiolunärer Teilarthrodese mit 58,3% zufriedenen und sehr zufriedenen Patienten sind. Außerdem beschreiben Rittmeister und Mitarbeiter, dass durch Arthrodesen in Mannerfelt Technik ein Funktionsverlust der Nachbargelenke in keinem Fall festgestellt werden konnte. Ein unvollständiger Faustschluss wurde dennoch in einigen Fällen gesehen, was der gesamten Kraftentwicklung im Faustschluss gleichwohl keinen Abbruch getan hatte [122].

Untersuchungen von Barbier [8] zeigten jedoch, dass Handgelenke nach Arthrodese in Mannerfelt Technik eine geringere Griffstärke als nicht operierte Handgelenke haben. Diese Studien haben außerdem ergeben, dass im Durchschnitt die Griffstärke beim Rheumatiker nach Arthrodese in der Technik von Mannerfelt außerhalb der Standardabweichung liegt (95% der

Normalpopulation liegen zwischen 2 und -2). Unsere Analysen zeigten ähnlich den Ergebnissen von Rittmeister [122] eine deutlich geringere durchschnittliche Kraftentwicklung im Faustschluss bei der nicht nach Mannerfelt versorgten Hand. Die durchschnittlich erreichten Werte im Faustschluss waren niedriger als in den Studien von Rittmeister. Während er Werte von minimal 8 und maximal 61 kPa beschrieb, erzielten unsere Patienten lediglich Werte zwischen 0 und 46 kPa. Bei fast 60 % der operierten Hände wurde bei uns eine Kraft von größer 15 kPa erreicht, jedoch konnten 7 von 34 (20,6%) Händen keine Kraft im Faustschluss entwickeln. Im Median erreichte die nach Mannerfelt versorgte Hand eine Kraft von 21 kPa, während die andere Hand eine deutlich geringere Kraftentwicklung mit 10 kPa aufwies.

Entgegen den Aussagen der Literatur [168, 153], in denen eine Extensionsstellung von 20° bevorzugt wird, konnten in unseren Untersuchungen keine Unterschiede im Kraftausmaß bei Extensionsstellung oder Flexionsstellung erkannt werden. Statistische Untersuchungen stellten eine signifikante Abhängigkeit der Alltagsfunktionen Glas öffnen, schreiben und Tüte tragen von der Kraft im Faustschluss dar. Ebenso erreichen die Patienten mit einem kräftigen Faustschluss geringere Werte im DASH, das heißt also, die Funktion der oberen Extremität ist bei kräftigem Faustschluss besser oder umgekehrt.

Um Gefügestörungen im Handgelenk zu verifizieren, ist die Messung radiologisch ermittelter Winkel essentiell. Die wichtigsten röntgenologischen Winkel des Handgelenks sind neben der Feststellung von Flexions- und Extensionswinkel und der Radial- und Ulnarduktion, der karpale Höhenindex nach Youm und der karpale Ulnartranslokationsindex nach Chamay [133, 167, 26, 37]. Störungen in der Gefügeanordnung, welche einerseits durch die Ausrichtung der Handwurzelgelenkflächen, andererseits durch Führung der karpalen Bänder koordiniert wird, können sowohl interkarpal, also zwischen den einzelnen Handwurzelreihen, als auch intrakarpal, zwischen den Handwurzelknochen vorhanden sein. Nach Simmen und Huber [139, 138] gelten eine Verlust an karpaler Höhe und die ulnare Translokation des Karpus als zuverlässige Indikatoren, um eine Destruktion im Karpus, speziell aber auch deren Desintegrationstyp (Destruktionstyp III) frühzeitig zu klassifizieren. Röntgenologische Parameter untersuchte Della Santa zwar bei Radiolunären Arthrodesen beim rheumatisch geschädigten Handgelenk, dennoch sind diese Werte zumindest zum Teil auf Arthrodesen in Mannerfelt Technik übertragbar. Rittmeister und Mitarbeiter verglichen 1999 [122] Ergebnisse der Radiolunären Arthrodesen mit denen der Arthrodesen in dem Verfahren nach Mannerfelt. Sie stellten eine Zunahme der karpalen Höhe bei allen postoperativen Röntgenbildern sowohl bei Radiolunären, als auch bei Mannerfelt

Arthrodesen fest. Auf eine metrische und statistische Analyse der Daten der Mannerfelt Arthrodesen verzichteten sie aufgrund der unmöglich präzise festlegbaren Messpunkte bei Mannerfelt Arthrodesen. Der Youm Index (carpale Höhe), im Normbereich um  $0,54 \pm 0,03$ , zeigt, wenn außerhalb dieses Bereichs liegend, den karpalen Kollaps an. Werte zwischen 0,48 und 0,43 wurden in Della Santas und Chamays Studien (1995) im Mittel erreicht [37]. In 18,8 % der Handgelenke blieb der Youm-Index stabil, jedoch verstärkte sich der karpale Kollaps in den restlichen 13 Fällen (81,3%), davon in fünf Fällen sogar progressiv. Die durchschnittliche karpale Höhe betrug bei Analysen von Barbier und Saels 1999 [8] bei nach Mannerfelt arthrodesierten Handgelenken 0,36 (zwischen 0,21 und 0,56). In unseren Untersuchungen war der Youm Index im Median prä- und postoperativ mit jeweils 0,32 geringer als bei Untersuchungen von Della Santa und Chamay [37], jedoch ähnlich denen von Barbier und Saels [8]. In 5 von 24 Fällen (20,8%) unserer Patienten war die karpale Höhe im Bereich zwischen 0,43 und 0,54. Diese Ergebnisse zeigen, dass ein karpaler Kollaps bestand. Der maximal erreichte postoperative Wert der karpalen Höhe betrug 0,5, gegenüber eines präoperativen Maximalwertes von 0,4727. Minimaler Youm Index war mit präoperativ 0,0344 nahezu vergleichbar mit dem postoperativen Wert von 0,0781, dennoch bedeuten diese geringen Werte einen karpalen Kollaps sowohl in der präoperativen, als auch in der postoperativen Reihe. Im Median wurden im Vergleich des präoperativen mit dem postoperativen Index ein in etwa gleicher Wert erzielt, das heißt, es kam durchschnittlich weder zu einem Verlust, noch zu einem Aufbau von karpaler Höhe. Dennoch kann es zwischen den Ergebnissen von Della Santa und Chamay [37] und unseren keinen eindeutigen Vergleich geben, denn bei der Untersuchung unterschiedlicher Operationsverfahren ist die Gegenüberstellung eigentlich unzulässig. Trotzdem kann man mutmaßen, dass aufgrund des präoperativ geringeren Ausgangswertes der karpalen Höhe im Vergleich zur radiolunären Arthrodeser die Befall des Handgelenks bei radiolunär versorgten Patienten noch nicht soweit fortgeschritten ist, wie bei nach der Technik von Mannerfelt arthrodesierten Patienten. So beschrieb zum Beispiel auch Chamay, dass ein Teilversteifungsverfahren, wie es die radiolunäre Arthrodeser ist, nur bei eher geringer oder mittlerer Destruktion (bis LDE Stadium III) durchgeführt werden kann, während die Arthrodeser in Mannerfelt Technik auch im schwerst geschädigten Handgelenk (bis LDE Stadium V) durchgeführt werden und erfolgreich sein kann. Dies erklärt die von vornherein geringere präoperative mediane karpale Höhe unserer Patienten von 0,32 gegenüber des medianen Youm Index von Della Santas Patienten von 0,47. Bei einer Differenz der postoperativen minus der

präoperativen karpalen Höhe zwischen -0,09 und +0,09 sprachen wir von einem stabilen Youm Index, denn der Wert wies nur diese geringen Abweichungen auf. Dies war in 70,8% der Fälle nachweisbar. Della Santa und Chamay sprachen von einem stabilen Youm Index bei fehlendem postoperativem Verlust an karpaler Höhe. Bei einer geringeren Fallzahl von 16 Handgelenken kam es bei ihnen bei 13 Handgelenken (81,3%) zu einem Fortschreiten des karpalen Kollaps. Ein Viertel der Fälle (25%) unserer Patienten hatte einen Zuwachs an karpaler Höhe von größer als 0,09. In lediglich 4% der untersuchten Hände kam es zu einem enormen Verlust an karpaler Höhe von größer als -0,09. Aus diesen Ergebnissen kann man ableiten, dass bei Arthrodesierung mittels Rush Pin ein Aufbau verloren gegangener karpaler Höhe bei Subluxation oder Luxation des Karpus erfolgen kann, während bei der Teilversteifung, also radiolunärer Arthrodesese, der luxierte Karpus nur gering bzw. gar nicht beeinflusst werden kann. Erklärbar sind diese Ergebnisse mit differierenden Operationsverfahren, wie sie aus damaligen Erkenntnissen heraus in den Anfangszeiten häufig mit Resektion der karpal luxierten Handwurzelknochen durchgeführt wurden. In der letzten Zeit wurde dies als überholt angesehen, nicht zuletzt aufgrund der damit verbundenen verminderten Fähigkeit zur Dorsalextension in den Metakarpophalangealgelenken (siehe Kapitel 4.7). Deshalb geht man heute zunehmend dazu über, so wenig wie möglich intraoperativ zu reseziere und vor allem mit Aufrichtung des luxierten Karpus eine Erhöhung des Youm Index zu erzielen. Aus diesen Überlegungen und unseren Ergebnissen heraus ist eine Aufrichtung des Karpus, wie sie indirekt durch die Aufhebung der Luxation bewerkstelligt wird, vorteilhaft für die Handfunktion, da ein Aufrichten des Karpus und damit eine Steigerung der karpalen Höhe eine Besserung der Extensionfähigkeit in den MP-Gelenken bringt. Eine zusätzliche Beeinflussung der karpalen Höhe kann durch die Einbringung eines Beckenkammblocks erzielt werden. Damit kann im Idealfall die karpale Höhe vollständig wiederhergestellt werden. Die Indikation zu Transplantation von Knochen steht derzeit jedoch meist nur bei großen Knochendefekten [90]. Deshalb empfehlen wir die Steigerung der karpalen Höhe mittels Aufrichten des Karpus und eine möglichst sparsame Resektion der Gelenkflächen bei Einsatz einer Mannerfelt Arthrodesese, eine Knochenimplantation sollte eher nur bei großen Knochendefekten indiziert sein. Durch Aufrichten des Karpus soll möglichst viel Höhe gewonnen werden, da im Verlauf der Erkrankung ein progredienter Verlust an Karpaler Höhe zu erwarten ist.

Ein weiterer radiologisch untersuchter Parameter war der karpale Translokationsindex nach Chamay [37, 132, 26, 27]. Der Normbereich liegt bei  $0,28 \pm 0,03$ . Im Mittel betrug der

Translokationsindex der 16 gleichen, auch bezüglich des Youm Index untersuchten Patienten, bei Della Santas und Chamays Forschungen (1995) 0,33, und lag damit im Normbereich. Der postoperative Wert hatte sich nicht viel geändert (0,32). Somit blieb die karpale Ulnartranslokation in Della Santas/ Chamays Untersuchungen nach operativer Versorgung des Handgelenks unbeeinflusst. In seinen Analysen zeigte sich also weder eine präoperative noch eine postoperative karpale Ulnartranslokation. Datenanalysen von Barbier und Saels [8] ergaben bei insgesamt 22 nachuntersuchten Mannerfelt Arthrodesen eine durchschnittliche karpale Ulnartranslokation von 0,33 (zwischen 0,22 und 0,49). Präoperativer und postoperativer Translokationsindex lagen in unseren Forschungen mit präoperativ 0,45 und postoperativ 0,42 weitaus höher. Somit hatten unsere Patienten im Mittel eine Abweichung der Handwurzel nach ulnar. Im Normbereich lagen lediglich die Werte von drei von 24 (12,5%) versorgten Händen (postoperativ), erweitert man diesen Normbereich bis auf 0,35, so liegen schon ein Viertel der Fälle in diesem Bereich. Dennoch wurde im Median eine geringe Reduktion der karpalen Ulnartranslokation um 0,04 durch die operative Versteifung des Handgelenks erzielt. Bei insgesamt 17 von 24 Händen (70,8%) erfolgte eine operative Reduktion der karpalen Ulnartranslokation, in drei weiteren Fällen blieb die karpale Ulnartranslokation gleich. Präoperativ lag keins der Handgelenke im Normalbereich oder im erweiterten Normalbereich. Diese erheblich außerhalb des Normbereich liegenden Werte der karpalen Ulnartranslokation sind durch die erheblichen rheumatischen Schädigungen am Handgelenk, vor allem aber durch Destruktion des Verbands zwischen Radius und Os triquetrum [115], begründet. Demnach kann dieser erhebliche Unterschied zwischen der Versorgung durch eine radiolunäre Arthrodesese und durch eine Arthrodesese in Mannerfelt Technik wiederum in der Operationsindikation der diversen Verfahren begründet werden. Aufgrund der oftmals weit fortgeschrittenen Erkrankung erfolgt die operative Vollversteifung nach Mannerfelt vor allem bei einem Destruktionsstadium zwischen LDE III-V, während ein Teilversteifungsverfahren, wie die radiolunäre Arthrodesese, bei frühzeitigem Entschluss zur operativen Versorgung und damit allenfalls gering bis mäßig destruierten Handgelenk bis LDE Stadium III erfolgen kann (für LDE Stadium III ist ein ulnares Abrutschen der proximalen Handwurzelreihe pathognomonisch). Außerdem kann wie bei Rittmeister 1999 [122] eine eindeutig präzise Bestimmung der Messwerte zu Bestimmung der karpalen Ulnartranslokation nicht immer eindeutig erfolgen, aufgrund sowohl der operativen knöchernen Veränderungen, als auch der krankheitsspezifischen Destruktionen. Wie Martini 1992 [90] beschrieb, verbietet sich die Radiolunäre Arthrodesese bei schon vorhandenen

präarthrotischen Veränderungen der angrenzenden Gelenke, sind Nachbargelenke betroffen ist eine Totalarthrodese anzuwenden.

Betrachtet man die Flexion im Metakarpophalangealgelenk, bei Einstellung des Radiokarpalgelenks in Extension, ist sie eher und häufiger eingeschränkt, als in Flexion. Das Streckdefizit im MP-Bereich tritt auf, wenn der radiokarpale Winkel größer als  $10^\circ$  Flexion oder größer als  $10^\circ$  Extension ist. Bei Verminderung der karpalen Höhe kommt es zu einer relativen Verlängerung der Strecksehnen, mit Einschränkung der aktiven Fingerstreckung im MCP Gelenk [153]. Dies sind auch die Erfahrungen die sich aus unserer Untersuchung ergaben, je normnaher die karpale Höhe ist (Normwert  $0,54 \pm 0,03$ ), desto geringer ist das Extensionsdefizit. In einigen Fällen ist sogar kein Defizit in der Streckung im MP-Gelenk vorhanden. Bei zu geringer karpaler Höhe, wie sie durch die Arthrodese in Mannerfelt Technik eben auch bedingt sein kann, kann es also zur Einschränkung oder zum Verlust der Streckung im MP-Gelenk kommen, was wiederum eine Einschränkung der Handfunktion zur Folge hat. Deshalb empfehlen wir mit Aufrichten des Karpus eine Steigerung der karpalen Höhe in Richtung des Normwertes ( $0,54 \pm 0,03$ ).

Obwohl bei persistierender aktiver Rheumatoider Arthritis nicht nur der primäre Befall an einem Handgelenk auftritt, sondern auch in mindestens 95% der Fälle die zweite Hand ebenfalls betroffen ist [159, 98], sind Ergebnisse bei Handgelenksarthrodesen bei beidhändig operierten Patienten selten. Zum einen wird die Arthrodesierung des Handgelenks als funktionell eingreifendes und nicht vollständig rehabilitierendes Verfahren sehr selten angewandt, zum anderen ist demnach ein beidhändiges arthrodesierendes Verfahren noch seltener. Direkte, alleinige Untersuchungen zu beidhändig operierten Patienten sind in der Literatur nicht zu finden, dennoch sind in dem einen oder anderen Artikel Mutmaßungen oder Empfehlungen für eine mögliche zweite Arthrodesierung an der Gegenseite zu finden. So untersuchte Skak 1982 [140] von insgesamt 24 Arthrodesen 3 beidseitig operierte Patienten. Bei diesen drei Patienten hatte er intraoperativ angestrebt die zweite Hand ein kleines bisschen mehr in Dorsalextension einzustellen. Aussagen über den Nutzen der Dorsalextensionsstellung der zweiten Hand beim beidhändig operierten Patienten machte er dennoch nicht. Mannerfelt [85] selbst untersuchte zwischen 1968 und 1970 insgesamt 43 Handgelenke, davon drei Patienten die beidseitig operiert wurden. Deren subjektive Meinung war ein besseres Zurechtkommen im Alltag. Von diesen drei Patienten wurde ein Handgelenk in  $5^\circ$  Extension, die weiteren Handgelenke in 5 bis  $10^\circ$  Flexionsstellung eingestellt. Siekmann und Hagena [137] untersuchten von 43 Arthrodesen in der Technik nach Mannerfelt 35 nach durchschnittlich 8,6 Jahren nach, bei denen auch in diesem

Nachbeobachtungszeitraum gute Langzeitergebnisse erzielt werden konnten. Dennoch war ein Großteil der Patienten (78%) nicht bereit einer Versteifung am entgegengesetzten Handgelenk zuzustimmen. Alternativ wurden dort die Durchführung einer Resektionsarthroplastik, Silastic-Prothese oder als Teilversteifungsverfahren die radiolunäre Arthrodesse genannt. Betont wurde außerdem die frühzeitige Indikationsstellung zur Teilarthrodesse, um eine einschränkende Panarthrodesse zu vermeiden. Nach Rehart [71, 70] sollte eine operative Handgelenksversteifung im Verfahren nach Mannerfelt nur einseitig erfolgen. Er bevorzugte beim Rheumatiker die Arthrodesse nach Mannerfelt an der dominanten Hand, vor allem wegen der besseren Stabilität und Kraft, und an der nicht dominanten Hand die Meuli-Prothese zur Erhaltung der Beweglichkeit wenigstens eines der beiden Handgelenke auf Kosten der Stabilität und Kraft der Hand mit der Prothese. Auch Flügel [49] hielt die beidseitige Arthrodesse bezüglich der Probleme in der persönlichen Hygiene für umstritten. Ihrer Meinung nach verbietet sich diese aber nicht, wenn kein anderes Verfahren in Frage kommt. Unter 19 untersuchten Patienten von Zenz [168] 1999 waren fünf beidseits Operierte. Insgesamt stellt er ein zufrieden stellendes Verfahren bei der schwerwiegenden Grunderkrankung dar, jedoch analysierte er die beidseits Operierten nicht separat. So differenziert Rittmeister [122] 1999 ebenfalls in seinen Untersuchungen beidseits von einseitig untersuchten Patienten nicht. Barbier und Saels [8] untersuchten unter 18 Patienten vier beidhändig operierte Patienten. Die statistische Analyse derer Ergebnisse zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen der Gruppe der beidseits operierten Patienten (acht Handgelenke) und der 14 einseitig operierten Patienten. Mikkelsen [97] verwendete ein modifiziertes Verfahren, indem der Rush Pin in den zweiten Metakarpalknochen eingebracht wurde. Insgesamt versorgte er 49 Patienten, davon 10 beidseits, wobei er nur 26 Patienten nachuntersuchen konnte. In unseren Untersuchungen konnten schließlich sieben beidhändig operierte Patienten, also 14 Handgelenke im Median nach 23 Jahren Krankheitsdauer nachuntersucht werden. Die Nachuntersuchung erfolgte im Durchschnitt nach 3,5 Jahren. Die Zufriedenheit der beidhändig operierten Patienten war mit durchschnittlich 1,35 Punkten im Vergleich zu 0,957 Punkten (0 entspricht weder zufrieden noch unzufrieden, 1 entspricht zufrieden und 2 Punkte entspricht sehr zufrieden) höher, als die der lediglich einseitig operierten Patienten. Insgesamt gab es keinen Patienten der unzufrieden war, bei neun Händen (64,3%) waren die Personen zufrieden, in 5 Fällen (35,7%) sogar sehr zufrieden. Sechs der sieben Patienten (85,7%) würden sich diesem Verfahren erneut unterziehen, lediglich ein Patient lehnt dies ab. Bei der Funktion der gesamten oberen Extremität ist der DASH-Wert im Durchschnitt

mit 127 Punkten bei beidseitig Operierten und 125 Punkten bei den einseitig arthrodesierten Patienten annähernd gleich. Der postoperative VAS-Wert für Schmerzen betrug bei den einseitig Versorgten 2,14 und bei den beidseitig Arthrodesierten 2,03 Punkte und ist zum einen gering, und zum anderen in etwa bei beiden Gruppen gleich. Mit im Schnitt präoperativ stärkeren Schmerzen (VAS Punkte 8,7 gegenüber 7,4) erfolgte bei den beidseits operierten Patienten eine durchschnittlich größere Reduktion der Schmerzen (VAS Punkte 6,69 gegenüber 5,2 Punkten) durch das chirurgische Verfahren an der Hand. Auch die Ergonomie hat sich bei den Patienten bei beiden Gruppen im Durchschnitt weder verbessert noch verschlechtert. Die beidseits Operierten hatten einen leicht besseren Wert mit 0,21 als im Vergleich die einseitig Operierten mit 0,1 Punkten. Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass die Schmerzsymptomatik und alle anderen Krankheitssymptome oder Beschwerden und Einschränkungen bei den beidseits operierten Patienten stärker ausgeprägt waren, als bei den einseitig nach Mannerfelt Technik versorgten Patienten. Außerdem scheint der Nutzen durch das Verfahren, zweifelsohne auch bei den einseitig Operierten sehr gut, bei den beidseitig Behandelten mit einer durchschnittlich höheren Zufriedenheit noch besser zu sein. Andererseits spiegelt die Anzahl der Patienten, die sich diesem Verfahren erneut unterziehen würden ein nahezu ausgeglichenes Zahlenverhältnis mit 17 von 20 bei den einseitig und sechs von sieben bei den beidhändig Behandelten (jeweils etwa 85%) wider. Dennoch ist der eine Patient der Beidhänder zufrieden mit dem Ergebnis.

Einig sind sich die meisten Autoren bei der Frage der Winkel bei beidseits operierten Patienten. In diesem Fall sollte mindestens eine Hand in leichter Beugstellung fixiert und die andere in Streckstellung [49, 151, 168]. Gleichwohl erwogen Tillmann und Thabe 1979 [153] auch die Feststellung in einem anderen Winkel, mit dem der Patient am besten zurecht kommt, mittels präoperativer Gipsfixierung. In unseren Analysen zeigte sich bei den Beidhändern in fünf Händen eine Einstellung in Extension und in den restlichen neun Händen eine Flexionsstellung. Von diesen Patienten war lediglich bei einem die Einstellung der einen Hand in Flexion und der anderen Hand in Extensionsstellung vorgenommen worden, die anderen Patienten hatten jeweils beide Hände in Extension oder Flexion arthrodesiert bekommen. Dennoch war die Zufriedenheit der Behandelten gut bis sehr gut. Kein Patient war unzufrieden. Auch die Stellung in Radial- oder Ulnarduktion war sechs Fällen wie bei Pahle und Raunio [112] empfohlen in Ulnarduktion vorgenommen worden. Eine Hand wurde in Neutralstellung und die übrigen sieben Hände in Radialduktionsstellung arthrodesiert.

Bei den übrigen untersuchten Parametern sind die Ergebnisse der Patienten, die eine Arthrodesse in der Technik nach Mannerfelt beidseits bekommen haben, vergleichbar mit denen der einseitig Operierten.

Bei den Ergebnissen konnte nur in der Abhängigkeit des DASH vom Faustschluss und der Abhängigkeiten der Alltagsfunktionen Tüte tragen, schreiben und Glas öffnen von der Kraft im Faustschluss eine statistische Signifikanz dargestellt werden. Neben der für statistische Analysen zu geringen Fallzahl fällt weiterhin auch eine relativ diffuse Streuung der Werte in bestimmten Untersuchungen auf. Die Streuung der Daten kann auch verschiedene Gründe haben, wie Fehler bei der Datenerfassung, nicht oder schwer standardisierbare Befunde, Sympathie und Empathie auf Seiten des Untersuchers und des Untersuchten, Compliance und Incompliance des Patienten, eine zu geringe Fallzahl und vieles mehr.

Ein Schwachpunkt bei der Datenerhebung ist zum einen der oftmals multiartikulär betroffene Patient. Dies zeigt auch die Untersuchung der Nachbargelenke, die zum Teil große Funktionseinschränkungen aufweisen. Jedoch sind die Beweglichkeits- und Funktionseinschränkungen unabhängig von der operativen Handgelenksversteifung auf die lange Krankheitsdauer der Rheumatoiden Arthritis und sekundären degenerativen Veränderungen zurückzuführen. Zudem ist die Diskriminanz der Beschwerden, sowie die Lokalisation auf ein bestimmtes Gelenk oftmals für den Patienten schwierig und nicht eindeutig nachvollziehbar. Bei fortgeschrittener RA sind neben dem in weitaus über 95% der Fälle betroffenen Handgelenk auch Nachbargelenke betroffen, die auch postoperativ noch erhalten sind und in das zu untersuchende Gelenk einstrahlen können. So kann es durch rheumatologische Infiltration und Schädigung beispielsweise des Ellenbogengelenks oder Finger-, Daumen- oder Schultergelenke zur Arthritis und einer dementsprechend starken Schmerzsymptomatik in der gesamten oberen Extremität und speziell auch im Bereich des Handgelenks kommen. Neben den unmittelbaren Nachbargelenken kann es auch infolge eines Befalls der HWS zu neurologischen Störungen aufgrund von Kompressionen oder Destruktion im Bereich der Hand kommen. Diese Kompression kann eine Schmerzsymptomatik in der Hand oder dem Handgelenk zur Folge haben, was nicht unmittelbar am Handgelenk selbst begründet ist. Dies ist im Gesamten jedoch ein Problem bei allen Untersuchungen und Studien bei RA Patienten. Außerdem fiel in einigen Fällen auf, dass Patienten oft ihre Beschwerden nicht exakt lokalisieren können und zum Beispiel Unzufriedenheit im Zusammenhang mit dem Handgelenk angeben, obwohl dies nicht auf das Handgelenk als Ursache zurückzuführen ist. Weiterhin wurden depressive Stimmungen bei

einigen Patienten auffällig, vornehmlich aufgrund der langen Erkrankungsdauer von zum Teil mehr als 30 Jahren, der damit verbundenen Invalidität und dem Leidensdruck wegen ästhetischer, bewegungsfunktioneller und schmerzhafter Einschränkungen.

Die Arthrodesierung des Handgelenks sollte laut Sparmann 1999 [142] und Flügel 1996 [49] möglichst nur bei wenig betroffenen angrenzenden Gelenken durchgeführt werden, weil eine Kompensation der Bewegungseinschränkung im Handgelenk sonst nicht ausreichend gegeben ist. Wegen einer schlechten Funktion der Nachbargelenke, das heißt also die verminderte Beweglichkeit von Schulter-, Ellenbogen-, Daumen- und Fingergelenke, kann die Versteifung des Handgelenks möglicherweise auch nicht genügend kompensiert werden. Auch im DASH wird eine eher globale Bewertung der gesamten oberen Extremität vorgenommen. Deshalb wird empfohlen die Op-indizierten angrenzenden Gelenke auch gegebenenfalls operativ (zum Beispiel Ellenbogenendoprothese) zu behandeln, um eine möglichst gute Kompensation der angrenzenden Gelenke bei der Arthrodesierung zu ermöglichen. In einigen Fällen konnten die Patienten teils bewusst, teils unbewusst zu den Fragen des DASH keine präzisen Angaben machen, weil es mit der langen Zeit der Erkrankung aufgrund von Einschränkungen im Handgelenk zu Behelfsgriffen und -bewegungen der Extremität oder anderer Gelenke gekommen ist. So können gewissermaßen feine Arbeiten mit den Fingern, so zum Beispiel Geld oder einen Stift aufnehmen, wegen der Deformitäten nur mit einer von der Unterlage fegenden Ersatzbewegung durchgeführt werden. Das Tragen schwerer oder größerer Gegenstände wird beispielsweise von der Handfläche auf die Unterarme verlagert. Ein anderes Beispiel ist die Verwendung von ergotherapeutischen Hilfsmitteln, wie z.B. die Verwendung spezielle Schlaufen zum Öffnen von Einmachgläsern oder das Benutzen spezieller Schneidvorrichtung zum Schneiden von Brot oder Wurst. Mit diesen Alltagshilfen kommen die RA-Erkrankten im täglichen Leben klar, doch macht es die Objektivierung der Testergebnisse umso schwieriger.

Eine weitere Schwierigkeit beim Datenvergleich ist die große interindividuelle Differenz subjektiv einschätzbarer Symptome. Brorson und Mitarbeiter [22] zeigten bei Untersuchung der Kraft bei gesunden Probanden, dass die dominante Hand eine größere Kraft hat als die nicht-dominante und dass Männer eine größere Kraftentwicklung der Hand haben als Frauen. In unseren Studien sind die Männer ebenfalls kräftiger im Faustschluss als die Frauen, die operierte dominante Hand ist kräftiger als die operierte nichtdominante Hand. Dennoch zeigten sich im Rahmen des Vergleichs der Schmerzen auf der VAS präoperativ und postoperativ größere

Schmerzen bei den Männern als bei den Frauen. Dies belegt wiederum die interindividuelle und möglicherweise geschlechtsspezifische unterschiedliche Schmerzempfindung der Individuen.

Bei den Vermessungen der Röntgenbilder können auch Fehler bei der Bestimmung der Längen- oder Winkelbestimmung aufgetreten sein. Die Ermittlung der röntgenologischen Parameter erfolgte bei unseren Untersuchungen nur durch eine Person, die gemessenen Werte wurden ohne vorherige Notiz auf anderen Zetteln sofort im Computer patientenbezogen gespeichert. Die Berechnung wurde ebenfalls durch den Computer automatisiert übernommen, so dass Übertragungsfehler und Berechnungsfehler weitgehend ausgeschlossen werden können.

Die Übertragung der Ergebnisse auf andere Patienten muss dennoch kritisch gesehen werden. Die Untersuchung von 34 Arthrodesen in Mannerfelt Technik ist im Ganzen gesehen eine geringe und statistisch nicht verwertbare Anzahl. Jedoch zeigen unsere Analysen verglichen mit anderen Studien (Mannerfelt 1973 43 Handgelenke; 1999 Zenz, Obrovsky, Schwägerl 24 Fälle; Rittmeister, Kandziora, Rehart, Kerschbaumer 23 Mannerfelt Arthrodesen; Mikkelsen 56 Arthrodesen) bei der RA und diesem speziellen Operationsverfahren eine durchaus gute Zahl an Untersuchten [85, 168, 122, 97].

Das Verfahren der Arthrodesese in der Technik nach Mannerfelt wird heutzutage seltener angewandt. Einerseits ist dies in den Erprobungen neuerer Verfahren, von denen sich aber bisher keines weitestgehend durchsetzen konnte, andererseits durch die immer bessere Basistherapie beim Rheumatiker, begründet. Durch die optimale Behandlung des Patienten mit Basistherapeutika und Immunsuppressiva so früh wie möglich kann die Progression dahingegen vermindert werden, dass es seltener zu ausgeprägten Gelenkveränderungen und Destruktionen kommt, was wiederum eine einschränkende Gelenkoperation verhindern oder zumindest verzögern kann [142, 43, 42, 41, 44].

Gschwend [54] stellt die Indikation zur Panarthrodese eher zurückhaltender. Seiner Meinung nach liefert sie gute Ergebnisse bei posttraumatischen Arthrodesen, Poliomyelitis, Lunatumnekrose u.a., jedoch scheint die Handgelenksfunktion für den Rheumatiker essentiell für die Erhaltung der Alltagsfunktionen vor allem in der Körperpflege zu sein, da das Handgelenk auch die bei RA häufiger Einschränkung im Ellenbogengelenk oder der Fingerfunktion die Behinderung kompensieren kann. Vor allem aber kommt es im Krankheitsverlauf bei 2/3 der Patienten zum Befall der Handgelenke und erheblichen Veränderungen in diesem Bereich, meist sogar doppelseitig [142]. Ohnehin gilt das Handgelenk laut Miehle [96] als „Visitenkarte des Rheumatikers“ an der häufig die Krankheitsprogredienz

ablesbar ist [96, 153]. Oftmals ist beim Rheumatiker das Handgelenk sehr frühzeitig betroffen, im Krankheitsverlauf sogar über 95% [49], so dass eine Kompensation von Veränderungen in anderen Gelenken im Handgelenk eine Progression der Veränderung bewirkt und eine operative Versorgung der Schäden im Handgelenk unumgänglich macht. Obwohl ja eigentlich das charakterisierende Merkmal eines Gelenks die Beweglichkeit ist, kommt es ja im Zuge der rheumatischen Veränderungen am Gelenk zu immer größerer Bewegungseinschränkung, aber insbesondere auch zu Instabilität, Deformierung und vor allem Schmerzen. Dennoch kann, wenn ein Gelenkerhaltender Eingriff nicht mehr möglich ist, die Entscheidung zur Durchführung einer Arthrodesen, selbst auch für den schwerstbehinderten Rheumatiker, ein nutzvoller Eingriff zur Schmerzbefreiung und auch zur Funktionsverbesserung sein [96, 153]. In seltenen Fällen kann es sogar im Zuge der weitergehenden Zerstörung spontan zum vollständigen Verlust der Handgelenksbeweglichkeit kommen, sofern dies in funktionell günstiger Stellung erfolgt und keine Schmerzen verursacht, kann das eine geeignete Lösung ohne Notwendigkeit einer Operation sein [152].

Dennoch sprechen sich die Autoren [49, 142, 85] dafür aus, die Indikation zur operativen Rheumatherapie frühzeitig, aber vor allem rechtzeitig zu stellen, da sonst das Operationsergebnis durch zu stark fortgeschrittene Destruktionen und Veränderungen auch an den Nachbargelenken beeinträchtigt ist.

## 6. Zusammenfassung

Wir untersuchen in unserer Studie 34 Handgelenke, die in der Technik nach Mannerfelt versorgt wurden. Dabei zeigte sich, dass die Arthrodesese nach Mannerfelt ein vorteilhaftes Verfahren zur Versorgung eines schwerst geschädigten und destruierten Handgelenks ist. Insgesamt ist es eine sehr zufrieden stellende Methode (91,2%). Sie kann in fast der Hälfte der Fälle die ergonomischen Fähigkeiten sogar verbessern. Jedoch sind Alltagsaktivitäten nach wie vor beim Rheumatiker mit Schwierigkeiten, aber dennoch insgesamt zu meistern. Alles in allem sind Komplikationen wie Wundheilungsstörungen, Lösung des implantierten Materials, Sehnenriss und andere selten, die Fusionsrate ist mit 97,1% hoch. Selten tritt bei diesem Verfahren aufgrund der Ausräumung der entzündlichen Anteile des Gelenks eine postoperative Schwellung auf. Der größte Vorteil dieser Arthrodesierungstechnik ist die in 88,2% der Fälle verifizierbare Schmerzreduktion nach der Versteifung. In keinem Fall unseres Patientenguts kam es zur Schmerzverstärkung. Weil beim Wundverschluss das Retinaculum extensorum unter die Strecksehnen der Hand gebracht wird, kommt es in den wenigsten Fällen zum postoperativen Strecksehnenriss und sehr selten zu narbigen Sehnenadhäsionen. Ebenso ist ein großer Vorteil die nur kurze Dauer der postoperativen Ruhigstellung, unmittelbar nach dem Verfahren wird bei den Patienten Übungsstabilität erreicht, wodurch auch die angrenzenden Gelenke profitieren. Das Verfahren der Arthrodesese nach Mannerfelt wird häufig erst bei fortgeschrittener rheumatischer Schädigung und erheblichen Destruktionsgrad des Handgelenks eingesetzt. So ist ein LDE Stadium IV-V nicht selten ein Grund für diese Arthrodesierung. In einigen Fällen kommt es bei den Patienten aufgrund der enormen Destruktionen zu spontanen Ankylosen im Handgelenk, dies jedoch dann häufig in ergonomisch ungünstigen Stellungen.

Infolge dieser erheblichen Veränderungen am Handgelenk ist ein Grossteil der Patienten vorzeitig berentet worden, in unseren Untersuchungen waren circa 90% der Patienten bereits berentet.

Bezüglich des Zurechtkommens im Alltag konnte durchschnittlich postoperativ erreicht werden, dass die Patienten die alltäglichen Funktionen mit mäßigen Schwierigkeiten meistern konnten. Die Alltagsaktivitäten Glas öffnen, schreiben und Einkaufstüte tragen sind generell in Extensionsstellung des Handgelenks besser. Bei Einstellung des Handgelenks in größer als 15° Flexion und größer als 10° Extension ist die Fingerbeweglichkeit schlechter als im Bereich dazwischen. Bei Handgelenksarthrodesierung zwischen 10° Flexion und 10° Extension zeigt sich bei der MP-Streckung seltener ein Defizit. Zusammengefasst ist die Funktion der oberen

Extremität bewertet im Dash in unseren Untersuchungen mit durchschnittlich mäßigen bis erheblich Schwierigkeiten verbunden. Fünf der sechs Fälle mit relativ guter Funktion (DASH unter 100 Punkten) hatten eine Handgelenkeinstellung in einem Extensionswinkel. Mit hohen DASH-Werten, somit einer schlechten Funktion der oberen Extremität sind geringe Kraftentwicklung im Faustschluss und Unzufriedenheit zu erwarten. Je normnaher postoperativ die karpale Höhe ist, desto seltener kommt es beim Patienten zu einem Streckdefizit bei der MP-Extension. Zeigt sich ein postoperativer Zugewinn an karpaler Höhe durch Aufrichten des dislozierten Karpus ist der DASH-Wert geringer und damit verbunden die Funktionalität im Alltag besser. Bei Erfassung der Kraft im Faustschluss hatten insgesamt 38% der Untersuchten bei der arthrodesierten Hand eine größere Kraft, als bei der nicht arthrodesierten Hand. Bei den Patienten ist die Kraft in den meisten Fällen proportional gleich gut oder gleich schlecht. Das heißt, bei geringer Kraft der Operierten ist meist die nicht operierte Hand ebenfalls schwach. Unsere Untersuchungen zeigten außerdem vergleichbar mit den Ergebnissen Brorsons, dass die dominante Hand häufiger kräftiger ist als die nichtdominante, männliche Probanden sind häufig stärker als Frauen. Bei Stellung des Handgelenks im Bereich zwischen 14° Radialduktion und 8° Ulnarduktion waren die Patienten sehr zufrieden. Vor allem in Ulnarduktion war die vigorimetrisch bestimmte Kraft im Faustschluss besser. Die beste Fingerbeweglichkeit ist bei den Patienten bei Arthrodesierung des Handgelenks zwischen 5° Radial- und 5° Ulnarduktion zu erfassen. Unabhängig scheint die Daumenbeweglichkeit von der Radial- oder Ulnarduktionsstellung und dem Extensions- oder Flexionswinkel zu sein.

Von den beidhändig arthrodesierten Rheumatikern war kein Patient unzufrieden. Durchschnittlich erfolgte bei den beidhändig Operierten eine größere Schmerzreduktion, darunter ein prozentual größerer Anteil an Reduktion der Schmerzen postoperativ auf 0 Punkte der VAS. Bei Einstellung der Handgelenke in einem Winkel zwischen 6° Extension und 10° Flexion sind die Patienten sehr zufrieden, sind diese Winkel größer, so sind sie weniger zufrieden. Bei einem Extensionswinkel von kleiner als 6° ist die Kraft im Faustschluss gut (> 25 kPa). Im Bereich des Radial- und Ulnarduktionswinkels lässt sich bei Stellung zwischen 10° Radial- und 10° Ulnarduktion die höchste Kraft im Faustschluss erzielen. Ebenso wie bei lediglich einseitig operierten Patienten fühlen sich die Befragten bei Handgelenksarthrodesierung in Extension subjektiv besser ergonomisch belastbar, bei Flexionsstellung unter 15° ist die Ergonomie schlechter, bei größeren Flexionswinkeln fühlen Patienten sich subjektiv ergonomisch wiederum belastbarer. Eine Alltagsbewältigung ist vorzugsweise zwischen 5°

Extension und 15° Flexion möglich, in Extensionsstellung ist zusätzlich der DASH-Wert geringer, also die gesamte Armfunktion besser. Bei möglichst großer karpaler Höhe ist die Funktion der oberen Extremität besser, der DASH-Wert ist geringer. Hat das Handgelenk eine Stellung von größer als 5° Extension, ist die Kraft im Faustschluss ebenfalls schlechter, als bei Einstellung zwischen 5° Extension und Flexionswinkel unter 15°. Das geringste Defizit bei Streckung in den MP-Gelenken haben Patienten mit Arthrodesenwinkel zwischen 6° Extension und 15° Flexion. So ist also entgegen den vorher beschriebenen Studien die beidseitige Arthrodesierung durchaus auch bei den Patienten durchführbar.

Eine Einstellung des Handgelenks beim einseitig Mannerfelt arthrodesierten Patienten im Bereich zwischen 0° (Neutralstellung) und maximal 10° Extensionsstellung bringt die besten funktionellen Resultate und ist damit vorteilhafter für den Patienten. Die Feststellungen sollten im Bereich zwischen 5° Radial- und 5° Ulnarduktion erfolgen, wobei eine geringe Ulnarduktionsstellung die Fingerdeviation verhindert.

Bei beidseitig operierten Patienten ist die Arthrodesierung unter 5° Extensionsstellung vorteilhafter. Jedoch werden auch Arthrodesen im Flexionsbereich bis 15° gut toleriert. Im Bereich der Radial- oder Ulnarduktion sollte ebenfalls wie bei einseitig arthrodesierten Patienten eine Einstellung nahe null erfolgen, bezüglich der befürchteten ulnaren Deviation ist die Ulnarduktion sogar noch besser. Wenn ausführbar, sollte eine normnahe oder größtmögliche karpale Höhe intraoperativ erzielt werden, keinesfalls darf der Karpus reseziert werden, weil die MP-Streckdefizite und ungenügende Kraft im Faustschluss zur Folge hat. Ebenso sollte bei stehender Indikation keine Furcht vor der Arthrodesierung des zweiten Handgelenks bestehen. In den meisten Fällen sind diese Patienten zufriedener, weil die Alltagsbehinderung vor allem durch Schmerz und Kraftdefizit auf „Kosten der Beweglichkeit des Handgelenks“ sinkt. Viele Patienten berichten über präoperative Angst vor noch größerer Einschränkung durch verminderte Beweglichkeit bei einer endgültigen Versteifung des Handgelenks. Hat der Patient die große Bürde oder Behinderung durch die Arthrodesen angenommen, sind das postoperative Ergebnis und die Zufriedenheit dementsprechend gut.

Die Handgelenksversteifung in der Technik nach Mannerfelt ist ein für den Patienten vorteilhaftes Verfahren. Nach unseren Untersuchungen sollte die Arthrodesierung möglichst in geringer Extension sowie leichter Ulnarduktion erfolgen. Zusätzlich sollte der dislozierte Karpus möglichst wieder aufgerichtet werden, damit ist die Kraft und Funktionalität der gesamten Extremität besser.

Trotz Einschränkungen in der Beweglichkeit bewirken Arthrodesen nach der Technik von Mannerfelt in der Funktionalität und Ergonomie gute Ergebnisse. Außerdem wird durch diese Methode die Zufriedenheit der Patienten und oftmals sogar die alltags notwendige Stabilität und Kraft erreicht, was andere Verfahren nicht erzielen können.

## 7. Anhang

### 7.1 Abkürzungsverzeichnis

Abb. – Abbildung

ÄP – Ärztliche Praxis

bzw. - beziehungsweise

BSG - Blutsenkungsgeschwindigkeit

cm - Zentimeter

c.P. – chronische Polyarthritis

CRP – C-reaktives Protein

DASH – Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Modul

DMARD – Disease modifying antirheumatic drug

Etc. – et cetera

EULAR – European Lique Against Rheumatism

FGF – F-Growth-Faktor

FINRAC – Finnish Rheumatoid Arthritis Combination Therapy Trail

Fortschr. - Fortschritte

HWS- Halswirbelsäule

IL - Interleukin

Lig. - Ligamentum

Ligg. - Ligamenta

M. – Musculus

MCP – Metakarpophalangeal

Med. - Medizin

mm – Millimeter

mm Hg – Millimeter Quecksilbersäule

Mm. - Musculi

NSAR – Nichtsteroidale Antirheumatika

Prof. - Professor

RA – Rheumatoide Arthritis

Tbc - Tuberkulose

TNF- $\alpha$  – Tumornekrosefaktor  $\alpha$

TEMPO - Trial of Etanercept and Methotrexat with Radiographic Patient Outcome

usw. – und so weiter

VAS - Visuelle Analog Skala

z.B. – Zum Beispiel

## 7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Larsen-Dale-Eek-Stadieneinteilung für das Handgelenk	13
Abbildung 2: Klinischer Befund bei ausgeprägter Synovialitis der Strecksehnen bei rheumatoider Arthritis	16
Abbildung 4: Plattenarthrodese und Arthrodese in der Technik nach Mannerfelt im Röntgenbild	33
Abbildung 5: Alter des Patienten zur OP, bei Nachuntersuchung und Dauer der Erkrankung in Jahren	37
Abbildung 6: Arthrodese in der Technik nach Mannerfelt prä- und postoperativ	38
Abbildung 8: Bestimmung der radiologischen Parameter	40
Abbildung 9: Prüfung der Neutral-Null-Methode der oberen Extremität	43
Abbildung 12: Postoperative Zufriedenheit	48
Abbildung 13: Postoperative ergonomische Fähigkeiten	48
Abbildung 14: Beruf	48
Abbildung 15: Subjektive postoperative Alltagsbewältigung	48
Abbildung 16: Komplikationen	49
Abbildung 18: Postoperative Zufriedenheit der Patienten in Abhängigkeit vom Arthrodesenwinkel	51
Abbildung 19: DASH in Abhängigkeit vom Winkel	52
Abbildung 20: Zusammenhang von Extensions-/Flexionswinkel und der Fähigkeit Glas öffnen	53
Abbildung 21: Postoperative karpale Höhe-DASH	55
Abbildung 22: Abhängigkeit des MP-Extensionsdefizits von der postoperativen karpalen Höhe	56
Abbildung 23: Abhängigkeit des MP-Extensionsdefizits vom radiokarpalen Winkel (Extension/Flexion)	56
Abbildung 24: Abhängigkeit der metakarpalen Flexion von der radiokarpalen Arthrodesenstellung (Flexion/ Extension)	57
Abbildung 25: Kraftdifferenz Operierte Hand- Nichtoperierte Hand	58
Abbildung 26: Kraft operierte Hand/ Nicht operierte Hand	59

Abbildung 27: Quotient Operierte Hand / Nichtoperierte Hand	60
Abbildung 28: Quotient Dominant/ Nichtdominant	60
Abbildung 29: Zusammenhang von Stellung in Radialduktion/ Ulnarduktion und der Zufriedenheit	61
Abbildung 30: Abhängigkeit der Kraft von der Radial- oder Ulnarduktion	61
Abbildung 31: Daumenopposition in Abhängigkeit von der Arthrodesierung im Flexions-/Extensionswinkel	63
Abbildung 33: Schmerzreduktion bei beidhändig Operierten	65
Abbildung 34: Abhängigkeit Kraftmaß vom Flexions-/Extensionswinkel	65
Abbildung 35: Abhängigkeit des Kraftmaßes von der Radial-/Ulnarstellung im Radiokarpalgelenk	66
Abbildung 37: DASH in Abhängigkeit vom Extension-/Flexionswinkel im Radiokarpalgelenk	68
Abbildung 38: Extensionsdefizit im Metakarpophalangealgelenk in Abhängigkeit vom Winkel im Radiokarpalgelenk	68
Abbildung 39: Anamnese- und Untersuchungsbogen	105
Abbildung 40: Disability Score of Arm, Shoulder and Hand	106
7.3 Tabellenverzeichnis	
Tabelle 1: Revidierte ARA-Kriterien	12
Tabelle 2: Kriterien für eine ungünstige	21
Tabelle 3: Kriterien zur Einschätzung der Krankheitsaktivität	21
Tabelle 4: Basismedikamente, modifiziert nach MMW 33-34, 2002	22
Tabelle 5: Zahlen der Operierten Hände, Seiten,	36
Tabelle 6: Signifikanz, Interpretation der p-Werte	46

7.4 Dokumentationsunterlagen

-Anamnese- und Untersuchungsbögen

Abbildung 39: Anamnese- und Untersuchungsbogen

<b>Name:</b> _____		Untersuchungsdatum: _____	
<b>Vorname:</b> _____		OP- Datum: _____	
<b>Geb.datum:</b> _____		OP- Nr.: _____	
<b>Anschrift:</b> _____			
Geschlecht: <input type="checkbox"/> ♂ <input type="checkbox"/> ♀		Telefon: _____	
operierte Hand: <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links		Alter bei OP: <input type="checkbox"/> Jahre	
dominierende Hand: <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links		beidseits: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
OP- Verfahren: _____		Operateur: _____	
LDE- Stadium: <input type="checkbox"/> _____		Schmerz: <input type="checkbox"/> Instabilität <input type="checkbox"/> Deformation	
Heilungsdauer: _____		Indikation: <input type="checkbox"/> _____	
Anzahl der Staples: <input type="checkbox"/> _____		Komplikationen: _____	
Diagnose: _____		Datum der Erstdiagnosestellung: _____	
Nebendiagnose: 1.) _____			
2.) _____			
3.) _____			
Erkrankungsdauer: _____ Jahre			
Medikamentöse Therapie: 1.) _____			
2.) _____			
3.) _____			
4.) _____			
Zusätzliche-(zweit) OP: <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja welche: _____			
Dauer der Post- OP Immobilisation: _____			
Laborparameter: CRP: _____		BSG: _____ RF: _____	
Röntgenscores: L1: _____		L2: _____ L3: _____	
Post-Op Rö-Scores: L1: _____		L2: _____ L3: _____	
Carpal height: _____		Prä-OP: L2/L1= _____ Post-OP: L2/L1= _____ (N=0,54±0,03)	
Differenz: _____			
Carpal ulnar translocation: _____		Prä-OP: L3/L1= _____	
Differenz: _____		Post-OP: _____ (N=0,28±0,0)	
Winkel: <input type="checkbox"/> Flexion: _____		<input type="checkbox"/> Extension: _____	
Stellung: <input type="checkbox"/> Neutralstellung <input type="checkbox"/> Ulnarduktion		Winkel: _____	
Dash- Score:			
Post- OP:			
1.)		2.)	
3.)		4.)	
5.)		6.)	
7.)		8.)	
9.)		10.)	
11.)		12.)	
13.)		14.)	
15.)		16.)	
17.)		18.)	
19.)		20.)	
21.)		22.)	
23.)		24.)	
25.)		26.)	
27.)		28.)	
29.)		30.)	
31.)		32.)	
33.)		34.)	
35.)		36.)	
37.)		38.)	
Σ=		0 mind. Punktzahl: 38 max. Punktzahl 190	
Visuelle Analogskala (0-10):		Post- OP:	
Zufriedenheit: <input type="checkbox"/> sehr zufrieden _____		<input type="checkbox"/> zufrieden _____	
		<input type="checkbox"/> weder noch _____	
Vergleich der ergonomischen Fähigkeiten prä- und postoperativ:			

Schwellung post- OP:	<input type="checkbox"/>	verbessert	<input type="checkbox"/>	gleich	<input type="checkbox"/>	verschlechtert
	<input type="checkbox"/>	Häufig	<input type="checkbox"/>	Gelegentlich	<input type="checkbox"/>	selten
					<input type="checkbox"/>	nie
Postoperativ:	<input type="checkbox"/>	Berufswechsel	<input type="checkbox"/>	Unverändert beruflich tätig	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	nicht beruflich tätig/ berentet		
Bewältigung von Aktivitäten im alltäglichen Leben prä- OP:						
	<input type="checkbox"/>	ausreichend	<input type="checkbox"/>	mit Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	gar nicht
Würden Sie sich der OP erneut unterziehen?			<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
<b>Untersuchung:</b>						
Hautschnitt:	<input type="checkbox"/>	kaum zusehen	<input type="checkbox"/>	unschön		
	<input type="checkbox"/>	Adhäsion zw. Haut und darunter liegender	<input type="checkbox"/>	Extensorensehnen		
Handgelenkspalpation schmerzhaft:			<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
<b>Bewegungsausmaß</b> Neutral- Null- Methode:						
Schulter:		Abd./Add.:		—		—
		Elevation/Rückengriff:		—		—
		Außenrot/ Innenrot.:		—		—
Ellenbogen:		Ext./Flex.:		—		—
Handgelenk:		bei Pro-/Supination:		—		—
Metakarpophalangealgelenk:		Ext./Flex.:		—		—
<b>Daumensattelgelenk:</b>						
		Abduktion Handhauptebene:		—		—
		90° HHE:		—		— (Norm beide 30-60°)
<b>Spitzgriff</b> (Daumenkuppe soll Fingerkuppe berühren):						
	<input type="checkbox"/>	möglich, mit Finger:			<input type="checkbox"/>	nicht möglich
Daumenopposition (Daumen soll Kleinfingergrundgelenk berühren):						
	<input type="checkbox"/>	möglich	<input type="checkbox"/>	nicht möglich, kleinstmöglicher Abstand:		
Finger- Hand- Abstand (Abstand der Fingerkuppe zur Hohlhandbeugefalte):						
	<input type="checkbox"/>	normal (0cm)				
	<input type="checkbox"/>	in cm für jeden Langfinger:				
Fingernagel- Tisch- Abstand (Handrücken auf den Tisch legen, Abstand messen):						
	<input type="checkbox"/>	normal (0cm)			<input type="checkbox"/>	Abstand in cm:
Fingerabduktion (subjektive gemessene Differenz):			<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
Fingeradduktion (subjektive gemessene Differenz):			<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
Faustschluss (Vigrometer in kPa) Operierte:						Differenz (dom.-nichtdominant):
Faustschluss (Vigrometer in kPa) nicht Operierte:						
Umfang (in cm):						
Sensibilität:	<input type="checkbox"/>	normal	<input type="checkbox"/>	gestört		
Sonstiges:						

**Abbildung 40: Disability Score of Arm, Shoulder and Hand**

<b>Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Modul</b>				
Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, folgende Tätigkeiten nach der OP durchzuführen, indem Sie die entsprechende Zahl nennen!				
Wie schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, ...				
<b>Skala 1</b>				
Keine Schwierigkeiten	geringe Schwierigkeiten	mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1	2	3	4	5

1. ein neues oder fest verschlossenes Glas öffnen
2. schreiben
3. den Schlüssel umdrehen
4. eine Mahlzeit zubereiten
5. eine schwere Tür aufstoßen
6. etwas auf ein Regal oberhalb Ihrer Kopfhöhe stellen
7. schwere Hausarbeit (Boden putzen, Wände abwaschen)
8. Garten- oder Hofarbeit
9. Betten machen
10. eine Einkaufstüte oder einen Aktenkoffer tragen
11. schwere Gegenstände tragen
12. eine Glühbirne über Ihren Kopf auswechseln
13. Haare waschen oder fönen
14. Ihren Rücken waschen
15. einen Pullover anziehen
16. ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden
17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z.B. Karten spielen, stricken, usw.)
18. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm Druck oder ein Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis ...)
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z.B. Badminton, Frisbee, ...)
20. mit Fortbewegungsmitteln zu Recht zu kommen
21. sexuelle Aktivität
22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihren normalen sozialen Kontakt zu Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Bekannten nach der OP beeinträchtigt.

**Skala 2**

Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Erheblich	Extrem
1	2	3	4	5

23. Waren Sie vor nach der OP durch Ihre Schulter-, Arm oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt?

**Skala 3**

Überhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Sehr eingeschränkt	Nicht möglich
1	2	3	4	5

Bitte schätzen Sie die schwere der folgenden Beschwerden nach der OP ein!

**Skala 4**

keine	leichte	Mittelmäßige	Starke	Extreme
1	2	3	4	5

24. Schmerzen in Schulter, Arm, Hand
25. Schmerzen in Schulter, Arm, Hand, nachdem Sie eine bestimmte Tätigkeit ausgeführt haben
26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand
27. Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand
28. Steifheit in Schulter, Arm oder Hand
29. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen nach der OP, aufgrund von Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand?

**Skala 5**

keine Schwierigkeiten	geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erheblich Schwierigkeiten	So große Schwierigkeiten, so dass Sie nicht schlafen konnten
1	2	3	4	5

30. „Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich kann mich weniger nützlich machen.“

**Skala 6**

Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung, noch Ablehnung, weiß nicht	Stimme zu	Stimme sehr zu
1	2	3	4	5

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf das spielen eines Musikinstruments oder das Ausüben Ihres Sports.

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben oder beides, so beantworten Sie bitte die Frage in Bezug auf das Instrument oder die Sportart, die für Sie am wichtigsten ist.

Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten nach der OP:

31. in der üblichen Art und Weise Ihr Instrument zu spielen oder Sport zu treiben?

32. aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihr Musikinstrument oder Ihren Sport auszuüben?

33. so gut wie Sie es möchten Ihre Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?

34. die gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstruments oder mit Sport treiben zu verbringen?

**Skala 7**

keine Schwierigkeiten	geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1	2	3	4	5

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter- Arm- oder Handproblems auf Ihre Arbeit.

Bitte nennen Sie die Zahl, die Ihre körperlichen Fähigkeiten nach der OP am besten beschreibt!

**Skala 7**

35. in der üblichen Art und Weise zu arbeiten

36. aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm, oder Hand Ihre übliche Arbeit zu erledigen

37. so gut, wie Sie es möchten zu arbeiten

38. Ihre Arbeit in der gewohnten Zeit in der gewohnten Zeit zu verrichten

## 7.5 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinen Eltern Christa und Nikolaus Pollack, sowie meinem Ehemann Marko für die Unterstützung in allen Lebenslagen und dem Beistand während meines Studiums, der weiteren Ausbildung und vor allem während der Vorbereitung und Fertigung der Promotionsarbeit danken.

Für die Möglichkeit der Dissertation und der fachlichen Unterstützung danke ich Dr. med. Martin Lautenbach.

Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.

### 7.7 Erklärung an Eides Statt

„Ich, Susanne Müller, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: Untersuchung der Ergebnisse nach Handgelenksarthrodese in der Technik nach Mannerfelt bei Patienten mit rheumatoider Arthritis in Abhängigkeit von Arthrodesenstellung und karpaler Höhe selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

19.06.2007

Susanne Müller

## 8. Literaturverzeichnis

1. Ager CL, Olivett BL, Johnson CL: Grasp and pinch strength in children 5 to 12 years old. *Am J Occup Ther* 1984;38(2):107-13
2. Allieu Y: The Rheumatoid Hand and Wrist. Monographie de la Société Française de Chirurgie de la Main 1996;24:57-62
3. Allieu Y, Canovas F, Chammas M et al.: Dorsale Weichteilstabilisierung und radiolunäre Fusion des rheumatischen Handgelenks. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 1995;7:175-182
4. Alnot JY, Fauroux L: Synovektomy realignment stabilisation in the rheumatoid Wrist. In: Simmen, BR, Hagen: The wrist in rheumatoid arthritis. *Rheumatology*. Karger, Basel 1992: 72-86
5. Altissimi M, Ciaffoloni E: Surgical treatment of the rheumatoid hand. *Clin Exp Rheumat* 1998;Suppl 3:145-148
6. Backdahl M: The caput ulnae syndrome in rheumatoid arthritis. *Acta Rheum Scand* 1963;5:1-3
7. Baerwald, C: Rheumatoide Arthritis – frühe aggressive Therapie gefordert. *Forschung und Praxis* 2003;371:3-7
8. Barbier O, Saels P, Rombouts JJ et al.: Long-Term functional results of wrist arthrodesis in rheumatoid arthritis. *J. of Hand Surg. [Br]* 1999;24B:1:27-31
9. Bauer R, Kerschbaumer F, Poisl S: Orthopädische Operationslehre Bd. III: Schulter und obere Extremität, Stuttgart, New York, Thieme 1997, S. 467
10. Baumgartner H, Dvořák J, Grob U et al. (1995): Rheumatoid Arthritis. Thieme Verlag
11. Benninghoff A, Drenckhahn D: Anatomie. Urban und Fischer Verlag, 2002
12. Bischoff A: Rheumatologie: Mit funktionsfähigen Gelenken alt werden. *Deutsches Ärzteblatt* 101:34-35:2296
13. Blair WF: An approach to complex rheumatoid hand and wrist problems. *Hand Clin* 1996;12:615-628
14. Bogoch E, Weiler P, McCalden R et al.: Periulnar deformity in the rheumatoid wrist. In: Simmen BR, Hagen FW: The wrist in rheumatoid arthritis. *Rheumatology*. Karger, Basel 1992: 43-51
15. Boland DM, Craig EV: Rheumatoid disease. *Hand Clin* 1989;5:359-371

16. Bolten W: Wie Sie Schmerzen lindern und dabei Kosten sparen. Symptomatische Therapie rheumatischer Erkrankungen. MMW-Fortschr.Med. 2002:33-34:753-759
17. Boyes JH: Bunnell's surgery of the hand, 5th edn. Lippincott, Philadelphia 1970
18. Brass N: Schlimme Betreuungssituation. ÄP 2003:83:17:16
19. Brass N, Cousseran U: Schmerzbehandlung liegt im Argen. ÄP 2003:83:17:13
20. Brass N, Cousseran U: Fallstricke in der Rheumabehandlung. ÄP 2003:83:17:13
21. Braun J, Dormann A: Klinikleitfaden Innere Medizin. Urban und Fischer, 7.Auflage, 2000
22. Brorson H, Werner CO, Thorngren KG: Normal pinch strength. Acta Orthop Scand 1989:60:66-68
23. Brumfield RH, Champoux JA: A biomechanical study of normal functional wrist motion. Clinical Orthopaedics and Related Research 1984: 187: 23-25
24. Brumfield RH, Conaty JP, Mays JD: Surgery of the wrist in rheumatoid arthritis. Clinical Orthopaedics and related Research 1979:142:159-163
25. Buck-Gramcko, D: Notes on terminology. In: Buck-Gramcko, D: Congenital malformations of the hand and forearm. Churchill Livingstone, London, 1998
26. Chamay A: Radiolunate and radioscapolunate arthrodesis in rheumatoid wrist. In: Allieu, Y: The rheumatoid hand and wrist: surgical treatment, medical treatment, physiotherapy and rehabilitation. Expansion Scientifique Publications, Paris, 1998:33-47
27. Chamay A, Della Santa D, Vilaseca A: Radiolunate arthrodesis, factor of stability for the rheumatoid wrist. Ann Chir Main 1983:2:5-17
28. Christodoulou L, Patwardhan MS, Burke FD: Open and closed arthrodesis of the rheumatoid wrist using a modified (Stanley) Steinmann pin. J. of Hand Surg. [Br] 1999:24B:662-666
29. Clayton ML: Surgical Treatment at the Wrist in Rheumatoid Arthritis. J. Bone Joint Surg. 1965:47-A:741-750
30. Clayton ML: Arthrodesis of the wrist (position and technique). In: Strickland JW, Streichen JB: Difficult problems in hand surgery. Mosby, St. Louis 1982
31. Clayton ML, Ferlic DC: The wrist in rheumatoid arthritis. Clin Orthop Rel Res 1975:106:192-197

32. Cope AP, Aderka D, Doherty M: Increased levels of soluble tumor necrosis factor receptors in the sera and synovial fluid of patients with rheumatoid arthritis. *Arthr Rheum* 1992;35:1160-1166
33. Cousseran U: Teamfähiges Ciclosporin. *ÄP* 2003;83:17:14
34. Cousseran U: Rheumaqual magenschonend bekämpfen. *ÄP* 2003;83:17:19
35. Craigen MAC, Stanley JK: Distal ulnar instability following wrist arthrodesis in men. *J. of Hand Surg. [Br]* 1995;20B:155-158
36. Darrach W: Anterior dislocation of the head of the ulna. *Ann Surg* 1912;56:802-803
37. Della Santa D, Chamay A: Radiological evolution of the rheumatoid wrist after radio-lunate arthrodesis. *J. of Hand Surg. [Br]* 1995;20B:146-154
38. DiBenedetto MR, Lubbers LM, Coleman CR: A standardized measurement of ulnar carpal translocation. *J Hand Surg* 1990;15:1009-1010
39. Dinges H, Thabe H: Handgelenkssynovektomie und radiokarpale Stabilisierung durch Sehnentransfer. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 1996;4:252-261
40. Dornblüth O, Pschyrembel W, Zink C: Pschyrembel Klinisches Wörterbuch. 256. Aufl., de Gruyter Verlag, 1990
41. Fath R: Rangehen wie an einen Notfall. *MMW-Fortschr. Med.* 2004;37:4-5
42. Fath R: Initiale Kombitherapie hilft am schnellsten. *MMW-Fortschr. Med.* 2004;37:5-6
43. Fath R: Frühzeitige Therapie schiebt die Rente raus. *MMW-Fortschr Med.* 2004;37:7-8
44. Fath R: TNF-Blockade führt bei 40% der Patienten zur Remission. *MMW-Fortschr Med.* 2004;37:8
45. Felix R, Langer R, Langer M: *Klinische Radiologie mit Repetitorium.* 1992, De Gruyter
46. Feldon P, Millender LH, Nalebuff EA: Rheumatoid arthritis in the hand and wrist. In: Green DP: *Operative hand surgery.* 1993, 3<sup>rd</sup> ed. Churchill Livingstone, New York
47. Flatt AE: *The care of the rheumatoid hand.* 1963, Mosby, St. Louis
48. Flatt AE: *The care of the arthritic hand.* 1995, Quality Medical Publishing Inc, St. Louis
49. Flügel M: Arthrodesse des rheumatischen Handgelenks. *Orthopäde* 1996;25:126-128
50. Freye R: Über Biologicals, Standart und Stammzelltherapie. *ÄP* 2003;17:4
51. Fuchs S, Achinger R: Ergebnisse der Totalarthrodesen der Hand. *Unfallchirurg* 1995;98:350-354

52. Gaisne E, Dap F, Bour C et al.: Arthrodèses du poignet chez le travailleur manuel. Rev. de Chirurgie orthopédique 1991 :77 :537-544
53. Guggenmoos-Holzmann I, Wernecke KD: Medizinische Statistik. Blackwell Verlag
54. Gschwend N: Die operative Behandlung der progressiv chronischen Polyarthritits. 1968, Thieme Verlag
55. Gschwend N: Die operative Behandlung der chronischen Polyarthritits. 1977, 2. Auflage, Thieme Verlag
56. Gschwend N: Die rheumatische Hand. Orthopäde 1998:27:167-174
57. Gschwend N, Steiger JU: Ellenbogengelenk, Orthopäde 1986: 15: 304-312
58. Hagen FW: Die Entwicklung der Rheumaorthopädie in den deutschsprachigen Ländern. Orthopäde 2001:30:756-767
59. Haerle M, Schmidt G, Schaller HE: Messung von Bewegungsumfängen, Sensibilität, Volumen, Kraft und Funktion der Hand. Aktuelle Traumatologie 2002:32:129-136
60. Hammer M: Chronische Polyarthritits/ Innerhalb der ersten drei Jahre der Erkrankung wird ein Drittel der Patienten frühberentet. Ärzte Zeitung, 26.09.2000
61. Harms V: Biomathematik, Statistik. Harms Verlag
62. Harmsen G: Instrumentarium und Operationsabläufe in der Orthopädie. Unfallchirurgie und Handchirurgie, 1997, Blackwell-Wissenschafts-Verlag Berlin
63. Hodgson SP, Stanley JK, Muirhead: The Wrightington classification of the rheumatoid wrist x-Rays: a guide to surgical management. J Hand Surg 1989:14:451-455
64. Hook WE, Stanley JK: Assessment of thumb to index pulp to pulp pinch grip strengths. J Hand Surg (Br) 1986:11(1):91-2
65. Howard AC, Stanley D, Getty JM: Wrist arthrodesis in rheumatoid arthritis. A comparison of two methods of fusion. J Hand Surg (Br) 1993: 18B: 377-380
66. Jensen CM: Synovektomy with resection of the distal ulna in rheumatoid arthritis of the wrist. Acta Orthop Scand 1983: 54: 754-759
67. Keitel W, Rubbert A, Krüger K et al.: Sparen Sie nicht an falscher Stelle: Ursprung und Diagnostik rheumatischer Erkrankungen, Basistherapeutika und Immunsuppressiva bei rheumatoider Arthritis. Symptomatische Therapie Rheumatischer Erkrankungen, MMW 2002:34/35:21-36
68. Kellner H: Ohne Hausärzte geht es nicht. ÄP 2003:17:5

69. Kellor M, Frost J, Silberberg N et al.: Hand strength and dexterity. *Am J occup Ther* 1971;25(2):77-83
70. Kerschbaumer F, Erschbaumer H: Chirurgische Behandlungsmöglichkeiten der rheumatischen Hand. *Z Allg Med* 1982;58:1565-1568
71. Kerschbaumer F, Rehart S, Starker M et al.: Stadienbezogene operative Therapie der Rheumahand. *Deutsches Ärzteblatt* 1999;96:A-121
72. Köpke J: Bücherei des Orthopäden, Band 40, 1984, Enke Verlag
73. Krämer KL, Maichl FP: Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie. Thieme Verlag
74. Kretzschmar A: Expertenwissen für den Hausarzt zu Studien von Ødegård et al. *ÄP* 2003;83:17:6
75. Kretzschmar A: RA: aggressiv vorgehen. *ÄP* 2003;83:17:18
76. Krimmer H, Lanz U: Die mediocarpale Teilarthrodese des Handgelenks. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 1996;1:175-184
77. Krüger K: Basistherapeutika und Immunsuppressiva bei rheumatoider Arthritis, Keine Angst vor „schweren Geschützen“. *MMW-Fortschr.Med.* 2002;33-34:748-753
78. Landsmeer JMF: Studies in the Anatomy of Articulation. I and II. *Acta Morphologica Neerlandico-Scandinavica* 1961: 3: 287: 304
79. Larsen A, Dale K, Eek M: Radiographic evaluation of rheumatoid Arthritis and related conditions by standard reference films. *Acta Radiol Diagn* 1977;18: 481-492
80. Larsson SE: Compression arthrodesis of the wrist: A consecutive series of 23 cases. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1974: 99: 146-153
81. Leonhardt H: Anatomie des Menschen. Thieme Verlag
82. Linscheid RL, Dobyns JH: Radiolunate arthrodesis. *J Hand Surg* 1985: 19-A: 821-829
83. Lluch A, Hooper G, Kapandji A et al.: Terminology for hand surgery. Funded by the International Federation of Societies for surgery of the hand. Harcourt Health Sciences, 2001
84. Madison PJ, Sieper R: Oxford textbook of rheumatology. Oxford university press 1993
85. Mannerfelt L: Handgelenksarthrodese. *Orthopäde* 1973;2:31-32
86. Mannerfelt L: Osteosynthesen bei der pcP. *Handchirurgie* 1976;8:29-31
87. Mannerfelt L: On surgery of the rheumatoid hand: Consensus and controversy. *J. of the Hand Surg.* 1989;14B:259-260

88. Mannerfelt L, Malmsten M: Arthrodesis of the wrist in rheumatoid arthritis. Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. 1971;5:124-130
89. Mannerfelt L, Hohmann D, Uhlig R: Orthopädische Technik, 2004, 9. Auflage, Enke, Stuttgart
90. Martini AK: Ellenbogen, Unterarm, Hand. Thieme Verlag
91. Martini AK: Spezielle operative Verfahren. Hand. In: Cotta H, Wenzensen A, Holz F et al.: Standardverfahren in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie. Thieme Verlag
92. Menninger H: Update Basistherapie bei rheumatoider Arthritis. Akt Rheumatol 2001;26:146-158
93. Merle M, Isselin J, Peilleron J et al.: La stabilisation en urgence des traumatismes complexes ouverts du poignet. Annales de chirurgie 1981;35:275-280
94. Meuli HC: Arthroplasty of the wrist. Clin Orthop Rel Res 1980: 149: 118-125
95. Meuli HC: Total wrist arthroplasty. Clin Orthop Rel Res 1997: 342: 77-83
96. Miehle W, Fehr K, Schattenkirchner M. et al.: Rheumatologie in Praxis und Klinik. 2000, 2.Auflage, Thieme Verlag
97. Mikkelsen OA: Arthrodesis of the wrist joint in rheumatoid arthritis. Hand 1980;12:149-153
98. Millender LH, Nalebuff EA: Arthrodesis of the rheumatoid wrist. J. of Bone and joint surg. 1973;55A:1026-1034
99. Millender LH, Nalebuff EA: Preventive surgery – tenosynovectomy and synovectomy. Orthop Clin North Am 1975: 6: 765-792
100. Mitchell N, Laurin CA, Shepard N: The effect of Osmium Tetroxide and Nitrogen mustard on normal articular cartilage. J Bone Joint Surg 1973;55-B:814-821
101. Mödder G: Nuklearmedizinische Therapie (Radiosynoviorthese) in Rheumatologie und Orthopädie. Nuklearmediziner 1995;18:5-30
102. Mödder G: Die Radiosynoviorthese. 1995, Warlich Druck, Meckenheim
103. Mohing W, Franke M: Chronische Polyarthritits. Schulter- und Ellenbogengelenk. In: Hohmann G, Hackenbroch M, Lindemann K et al.: Spezielle Orthopädie – obere Extremität. Teil 1: Angeborene Störungen, Erkrankungen und Verletzungen: 8.1-8.33
104. Mohr W: Ätiologie und Pathogenese der chronischen Polyarthritits. In: Thabe H: Praktische Rheumaorthopädie, Chapman and Hall, London, 1997
105. Moll KJ, Moll M: Anatomie. Gustav Fischer Verlag, 15.Auflage, 1997

106. Müller W, Friedrich R, Pavelka K: Die Synoviorthese mit Yttrium 90. Dtsch Med Wochenschr 1974;99:996-1000
107. Müller W, Zeidler H: Die klinisch-rheumatologische Untersuchung. 2. Auflage, Springer Verlag
108. Nalebuff E: Present status of rheumatoid hand surgery. Am J Surg 1971;122:304-318
109. Netter F: Orthopädie. 2001, Thieme Verlag
110. Nüsslein H: Mit Infliximab ist sogar Stopp der Krankheitsprogression möglich, ÄP 20.03.2000
111. Ostermann AL, Hoad J: Synovektomy, arthroplasty and arthrodesis in the reconstruction of the rheumatoid hand and wrist. Curr Opin Rheum 1991;3:102-108
112. Pahle J, Raunio P: The influence of the wrist position on finger deviation in the rheumatoid hand. J of Bone and Joint Surg 1969;51B:664-676
113. Papke K: Innere Medizin. In: Exaplan, 2002, Urban & Fischer
114. Pech J, Sosna A, Rybka V et al.: Wrist arthrodesis in rheumatoid arthritis. J. of Bone and Joint Surg. [Br] 1996;78B:783-786
115. Pechlaner S, Kerschbaumer F, Hussi H: Operationsatlas Handchirurgie. 1998, Thieme, Stuttgart
116. Pryce JA: The wrist position between neutral and ulnar deviation that facilitates the maximum power grip strength. J Biomechanics 1980; 13: 6: 505-511
117. Rana NA, Taylor AR: Excision of the Distal End of the Ulna in Rheumatoid Arthritis. J Bone Jt Surg 1973;55-B:96-105
118. Rayan GM: Wrist arthrodesis. J of Hand Surg 1986;11A:356-364
119. Refior HJ: Indikation, Technik und Ergebnisse bei kombinierter Tenosynovektomie des Handgelenkes und Ulnaköpfchen-Resektion (Dorsal-Wrist-Stabilization) bei pcP. Orthop. Praxis 1975;11/12:902-904
120. Reikerås O: Bilateral differences of normal hand strength. Arch Orthop Trauma Surg 1983;1001(3):223-4
121. Rheumanet, Kompetenznetz Rheuma, Burmester, GR: Rheumatoide Arthritis. Thema des Monats Oktober/ November 2002, <http://www.rheumanet.org/content/m3/k1/k11/Artikel624.aspx>

122. Rittmeister M, Kandziora F, Rehart S u.a.: Radiolunäre Mannerfelt-Arthrodeese bei rheumatoider Arthritis. Handchirurgie, Mikrochirurgie, Plastische Chirurgie 1999;31:266-273
123. Rohen JW, Lutjen-Drecoll E: Funktionelle Anatomie des Menschen. 10.Auflage, Schattauer Verlag, 2001
124. Röper U: Gelenkdestruktionen aufhalten. ÄP 2003;83:17:14
125. Rössler H, Rüter W: Orthopädie. 17. Aufl., Urban & Schwarzenberg, 1996
126. Runge M: Knochen und Gelenke. Springer Verlag, 1987
127. Ryu J, Palmer AK, Cooney WP: Wrist joint motion. In: An KN, Berger RA, Cooney WP: Biomechanics of the wrist joint. New York, Springer Verlag, 1991
128. Schettler G, Greten H: Innere Medizin. Thieme Verlag, 9. Auflage
129. Schiebler T: Anatomie. Springer Verlag, 8. Auflage
130. Schiltenswolf M, Martini AK, Bernd L et al.: Ergebnisse nach Ellenköpfchenresektion. Z. Orthopädie 1992;130:181-187
131. Schmidt K: Checkliste Rheumatologie. Thieme Verlag, 8.Auflage, 2000
132. Schmitt R, Lanz U: Bildgebende Diagnostik der Hand. Hippokrates Verlag Stuttgart
133. Schmitt R, Lanz U: Chirurgische Anatomie der Hand. Thieme Verlag, 2003
134. Schockhoff B: Spezielle Schmerztherapie. Urban und Fischer, 1999
135. Scott DL, Coulton BL, Popert AJ: Long-term progression of joint damage in rheumatoid arthritis. Ann. Rheum. Dis. 1986;45:373-378
136. Sell S, Martini F, Sell I: Sonographie bei entzündlichen Erkrankungen von Hand und Ellenbogen. Orthopäde 2002;31:278-281
137. Siekmann W, Hagena FW: Die Arthrodeese des rheumatischen Handgelenks nach Mannerfelt unter besonderer Berücksichtigung der Funktionen der oberen Extremitäten. Zschr. f. Rheumatol. 1988;47:256
138. Simmen BR, Huber H: Das Handgelenk bei der chronischen Polyarthritis- eine neue Klassifikation aufgrund des Destruktionstyps, des natürlichen Verlaufes und deren Konsequenzen für die chirurgische Therapie. Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 1994;26:182-189
139. Simmen BR, Huber H: The Rheumatoid Wrist: A New Classification Related to the Type of the Natural Course and Its Consequences for Surgical Therapy, In: The Wrist in Rheumatoid Arthritis. Rheumatology. Basel, Karger, 1992;17:13-25

140. Skak SV: Arthrodesis of the wrist by the method of Mannerfelt. Acta orthop. Scand. 1982;53:557-559
141. Souter WA: Staging of surgery in the upper limb. In: Baumgartner H, Dvorak J, Grob D et al.: Rheumatoid arthritis. 1995, Thieme, Stuttgart
142. Sparmann M: Das instabile Radiokarpalgelenk bei der rheumatoiden Arthritis. Orthopäde 1999;28:872-877
143. Stanley J: Conservative surgery in the management of rheumatoid disease of the hand and wrist. J Hand Surg (B) 1992;17:339-342
144. Starker M, Rehart S, Kerschbaumer F: Staged Surgery of the rheumatoid wrist. In: Rehart, S., Zichner: Hand Surgery. Stuttgart New York, Thieme, 1997: 80-84
145. Stirrat CR: Treatment of tenosynovitis in rheumatoid arthritis. Hand Clin 1989; 5: 169-175
146. Stratz T: Mit der Ganzkörperkältekammer gegen Rheumaschmerzen. Zeitschrift für angewandte Schmerztherapie, 1998:03
147. Taleisnik J: The Wrist. Churchill Livingstone, New York 1985
148. Teigland J: Late synovektomy of the rheumatoid wrist. In: Simmen BR, Hagena FW: The wrist in rheumatoid arthritis. Rheumatology. Karger, Basel 1992: 52-58
149. Thirupathi RG, Ferlic DC, Clayton ML: Dorsal Wrist Synovektomie in Rheumatoid Arthritis. A Long-term Study. J Hand Surg 1983;6:848-856
150. Thabe H: Praktische Rheumaorthopädie. Verlag Chapman and Hall, 1997
151. Thabe H, Tillmann K: Spätergebnisse von Resektionsarthroplastiken der oberen Extremitäten bei chronischer Polyarthritis im Vergleich zur Alloarthroplastik. Orthop Praxis 1983; 9: 662-670
152. Tillmann K, Hansens C: Resection interposition arthroplasty of the wrist in rheumatoid arthritis. In: Simmen BR, Hagena FW: The wrist in rheumatoid arthritis. Rheumatology. Karger, Basel 1992: 214-215
153. Tillmann K, Thabe H: Zur operativen Behandlung des Handgelenkes bei chronischer Polyarthritis. Therapiewoche 1977;29:6618-6629
154. Trampisch HJ, Windeler, J: Medizinische Statistik. Springer Verlag
155. Träger S: TNF alpha abfangen. ÄP 2003;83:17:18
156. Vahvanen V, Kettunen P: Arthrodesis of the wrist in rheumatoid arthritis. 1979;50:604

157. Vainio K: Arthrodesis and arthroplasties in the treatment of the rheumatic hand. In: La main rhumatismale. Expansion scientifique Française, Paris 1966
158. Van Gemert JG: Arthrodesis of the wrist. A clinical, radiographic and ergonomic study of 66 cases. Acta Orthopaedica Scandinavica 1984: (Supplement) 210: 1-146
159. Van Vugt RM, van Jaarsveld CHM, Hofman Det al.: Patterns of Disease Progression in the Rheumatoid Wrist. A Longterm Followup. J. Rheumatol. 1999;26:1467-1473
160. Volz RG: The development of a total wrist arthroplasty. Clin Orthop Rel Res 19975: 116: 209-214
161. Waldeyer A: Anatomie des Menschen. De Gruyter Verlag, 17.Auflage, 2002
162. Warnke A: Orthopädie. In Exaplan, 2002, Urban & Fischer
163. Wetzel R, Wessinhage D: Die Arthrodesse des Handgelenks beim Polyarthritiker. Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 1987;19:49-54
164. Weiß C: Basiswissen Medizinische Statistik. Springer Verlag
165. Wirth CJ, Zirchner: Orthopädie und orthopädische Chirurgie. Thieme Verlag
166. Wörz R: Differenzierte medikamentöse Schmerztherapie. 2. Aufl., Urban und Fischer, 2001
167. Youm Y, McMurtry RY, Flatt AE et al.: Kinematics of the wrist (I), An experimental study of radial-ulnar deviation and flexion-extension. J Bone Joint Surg 1978;60:423-431
168. Zenz P, Obrovsky M, Schwägerl W: Die Arthrodesse des Handgelenks nach Mannerfelt bei Patienten mit chronischer Polyarthrititis. Z Orthop Ihre Grenzgeb. 1999;137(6):512-515