

**Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen  
Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und  
Verbrennungschirurgie**

**Direktor: Professor Dr. H.-E. Schaller**

**Klinisch funktionelle Nachuntersuchung  
verschiedener handchirurgischer  
Versteifungsmethoden des Handgelenks**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen**

**vorgelegt von**

**Andrea Greiner**

**aus**

**Lörrach**

**2012**

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. H.-E. Schaller

2. Berichterstatter: Professor Dr. H. Krimmer

**Meinen Eltern**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Anatomie des Handgelenks</b>	<b>2</b>
1.1.1	Handwurzelskelett	3
1.1.2	Proximales Handgelenk (Articulatio radiocarpalis)	4
1.1.3	Distales Handgelenk (Articulatio mediocarpalis)	5
1.1.4	Handwurzel-Mittelhandgelenk (Articulatio carpometacarpalis und intermetacarpalis)	5
1.1.5	Kapsel-Band-Apparat	6
<b>1.2</b>	<b>Funktionelle Anatomie des Handgelenks</b>	<b>8</b>
<b>1.3</b>	<b>Entstehung und Ursachen von Handgelenksbeschwerden</b>	<b>9</b>
<b>1.4</b>	<b>Klinische und radiologische Beurteilungskriterien bei Erkrankungen des Handgelenks</b>	<b>11</b>
1.4.1	Klinische Symptome bei Erkrankungen des Handgelenks	11
1.4.2	Radiologische Diagnosesicherung	11
<b>1.5</b>	<b>Operative Therapien bei Handgelenksbeschwerden</b>	<b>14</b>
1.5.1	Bewegungserhaltende Operationen	15
1.5.1.1	STT-Arthrodese	16
1.5.1.2	4-Ecken-Arthrodese (Four-Corner-Arthrodese)	19
1.5.2	Handgelenkvollarthrodese	22
<b>1.6</b>	<b>Fragestellung</b>	<b>25</b>

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>2</b>	<b>Patienten und Methode</b>	<b>27</b>
<b>2.1</b>	<b>Patienten</b>	<b>27</b>
<b>2.2</b>	<b>Einschlusskriterien</b>	<b>27</b>
<b>2.3</b>	<b>Studienaufbau und Auswertungskriterien</b>	<b>27</b>
2.3.1	Diagnosen der operierten Patienten aufgeschlüsselt nach Operationsmethode	30
2.3.2	Auswertung der Patientenakten	31
2.3.3	Fragebögen	32
2.3.4	Klinische Nachuntersuchung	34
2.3.4.1	Beweglichkeitsmessung	34
2.3.4.2	Umfangmessung	35
2.3.4.3	Kraftmessung	36
2.3.5	Cooney-Score	36
<b>2.4</b>	<b>Zeitlicher Abstand zwischen Operation und Studie</b>	<b>38</b>
<b>2.5</b>	<b>Auswertung und Datenschutz</b>	<b>39</b>
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>40</b>
<b>3.1</b>	<b>Ergebnisse der Datengewinnung aus den Patientenakten</b>	<b>40</b>
3.1.1	Geschlechterverteilung	40
3.1.2	Präoperative Diagnosen	42
3.1.3	Seitenverteilung der Voll- und Teilarthrodese	45
3.1.4	Altersverteilung zum Zeitpunkt der Voll- und Teilarthrodeseoperation	46
<b>3.2</b>	<b>Ergebnisse der Hauptzielkriterien</b>	<b>49</b>

## Inhaltsverzeichnis

---

3.2.1	Ergebnisse des DASH-Fragebogens	49
3.2.2	Ergebnisse der Beweglichkeits- und Kraftmessung	52
3.2.2.1	Geschlechterverteilung der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesepatienten	52
3.2.2.2	Seitenverteilung der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesen	54
3.2.2.3	Alter der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesepatienten zum Zeitpunkt der Operation	55
3.2.2.4	Beweglichkeit	57
3.2.2.5	Umfangmaße	69
3.2.2.6	Grobkraft	71
3.2.3	Ergebnisse des Cooney-Scores	73
<b>3.3</b>	<b>Ergebnisse der Nebenzielkriterien</b>	<b>75</b>
3.3.1	Ergebnisse des Studienfragebogens	75
3.3.1.1	Ambulante und stationäre Rehabilitationsmaßnahmen	75
3.3.1.2	Dauer des Vollzeitbeschäftigungsausfalls	78
3.3.1.3	Arbeitsplatzveränderungen infolge der Voll- und Teilarthrodese	81
3.3.1.4	Berufliche Tätigkeit nach Voll- und Teilarthrodese	84
3.3.1.5	Nachträgliche Vollarthrodesen	86
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>87</b>
<b>4.1</b>	<b>Methode</b>	<b>87</b>
<b>4.2</b>	<b>Patientendaten</b>	<b>89</b>
4.2.1	Geschlechterverteilung	89
4.2.2	Seitenverteilung	90

## Inhaltsverzeichnis

---

4.2.3	Altersverteilung	90
<b>4.3</b>	<b>Die subjektive physische und psychische Lebensqualität</b>	<b>92</b>
<b>4.4</b>	<b>Die objektiv messbare Leistungsfähigkeit</b>	<b>95</b>
4.4.1	Unterarmdrehbeweglichkeit	95
4.4.2	Handgelenksbeweglichkeit	96
4.4.3	Fingerfunktion	97
4.4.4	Umfang der oberen Extremität	98
4.4.5	Grobkraft	98
<b>4.5</b>	<b>Der Cooney-Score</b>	<b>100</b>
<b>4.6</b>	<b>Berufliche Konsequenzen und nachträglich benötigte Vollarthrodesen</b>	<b>102</b>
4.6.1	Berufliche Konsequenzen	102
4.6.2	Nachträgliche Vollarthrodesen	103
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>105</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>108</b>
<b>7</b>	<b>Anhang</b>	<b>116</b>
	<b>Danksagung</b>	<b>129</b>
	<b>Lebenslauf</b>	<b>130</b>

## Abkürzungsverzeichnis

---

---

### Abkürzungsverzeichnis

°	Grad
%	Prozent
Abb.	Abbildung
BG	Berufsgenossenschaftlichen
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CMC	<u>C</u> arpometacarpal
D	Digitus
d.h.	das heißt
DASH	<u>D</u> isability of <u>A</u> rm, <u>S</u> houlder and <u>H</u> and
DISI	<u>d</u> orsal <u>i</u> ntercalated <u>s</u> egment <u>i</u> nstability
kgs	kilogram ( <i>American English</i> )
kPa	Kilopascal
Lig. / Ligg.	Ligamentum / Ligamenta
n	Anzahl
p	Signifikanz
Reha	Rehabilitation
s	Standardabweichung
SLAC	<u>s</u> capho <u>l</u> unate <u>a</u> dvanced <u>c</u> ollapse
SNAC	<u>s</u> caphoid <u>n</u> onunion <u>a</u> dvanced <u>c</u> ollapse
SPSS	<u>s</u> tatistical <u>p</u> ackage for the <u>s</u> ocial <u>s</u> ciences
STT	<u>S</u> kapho <u>t</u> rapezium <u>t</u> rapezoidale
z.B.	zum Beispiel

### 1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit Arthrodesenoperationen am Handgelenk. Arthrodesenoperationen werden in Vollarthrodesenoperationen und Teilarthrodesenoperationen unterschieden.

Besonders Teil-, aber auch Vollarthrodesen des Handgelenks gewinnen zunehmend an Bedeutung. Daher ist der Vergleich verschiedener chirurgischer Arthrodesemethoden von allgemeinem Interesse. Für die Einschätzung der Bedeutung einer Krankheit spielen neben der Erfassung objektiv messbarer Daten auch die subjektive Einschätzung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität und der krankheitsspezifischen Beschwerdesymptomatik eine entscheidende Rolle.

Bezüglich ihrer Wertigkeit werden Handgelenkteilarthrodesen, wie die STT-Arthrodesen und die 4-Ecken-Arthrodesen, im Vergleich zu Handgelenkvollarthrodesen in der Literatur unterschiedlich eingeschätzt. Bisherige Studien (Krimmer et al. 2000; Meier et al. 2002; Smet et al. 2006; Wieloch et al. 2006) haben bereits Teilarthrodesen des Handgelenks mit Handgelenkvollarthrodesen verglichen. Nach Krimmer et al. (2000) lag die Zufriedenheit der Patienten nach mediokarpaler Teilarthrodesen und nach Vollarthrodesen des Handgelenks auf vergleichbarem Niveau. Hastings et al. (1993) sahen die Handgelenkvollarthrodesen als überlegenes Verfahren, da es Schmerzfreiheit ermöglicht. Meier et al. (2002) merkten an, dass die Vollarthrodesen der Teilarthrodesen unterlegen ist, da Patienten in seiner Studie das funktionelle Ergebnis der Teilarthrodesen höher bewerteten. Zur Klärung der Frage, ob die funktionserhaltende Therapie vorzuziehen ist, schlugen Kalb et al. (1999) vor, Behandlungsergebnisse nach

# 1 Einleitung

---

mediokarpaler Teilarthrodese und Handgelenkvollarthrodese in einer weiteren Studie zu vergleichen.

Die unterschiedlichen Literaturangaben sowie die geringe Anzahl von Vergleichsstudien zwischen Vollarthrosen und Teilarthrosen des Handgelenks lassen bisher keine eindeutige Beurteilung der einzelnen Verfahren zu. Von besonderem Interesse erscheint deshalb die Erfassung der individuellen objektiv messbaren manuellen Leistungsfähigkeit sowie der subjektiv wahrgenommenen physischen und psychischen Lebensqualität nach einer Voll- bzw. Teilarthrodese des Handgelenks.

## 1.1 Anatomie des Handgelenks

Das Handgelenk besteht aus zahlreichen Gelenken. Diese Gelenke werden von den acht Handwurzelknochen sowie der Elle (Ulna) und der Speiche (Radius) gebildet. Erst das Zusammenspiel der zahlreichen Gelenke zwischen den Handwurzelknochen gestattet Bewegungen, die einem Kugelgelenk entsprechen (Benninghoff et Drenckhahn 2003). Bewegungen des Handgelenks finden im proximalen Handgelenk (Articulatio radiocarpalis), im distalen Handgelenk (Articulatio mediocarpalis) und im Handwurzel-Mittelhandgelenk (Articulatio carpometacarpalis) statt (Zancolli et Cozzi 1992).

Das proximale und distale Handgelenk bilden eine funktionelle Einheit. Diese funktionelle Einheit ermöglicht nicht nur Flexion und Extension, sondern auch Radial- und Ulnarduktion. Das distale Radioulnargelenk unterstützt gemeinsam mit dem proximalen Radioulnargelenk die Supinations- und Pronationsbewegung des Unterarms.

# 1 Einleitung

## 1.1.1 Handwurzelskelett

Die Handwurzel (Carpus) besteht aus acht Handwurzelknochen, die sich in zwei Reihen gruppieren (Platzner 1999). Sowohl die proximale Handwurzelreihe als auch die distale Handwurzelreihe bestehen aus vier Karpalknochen.

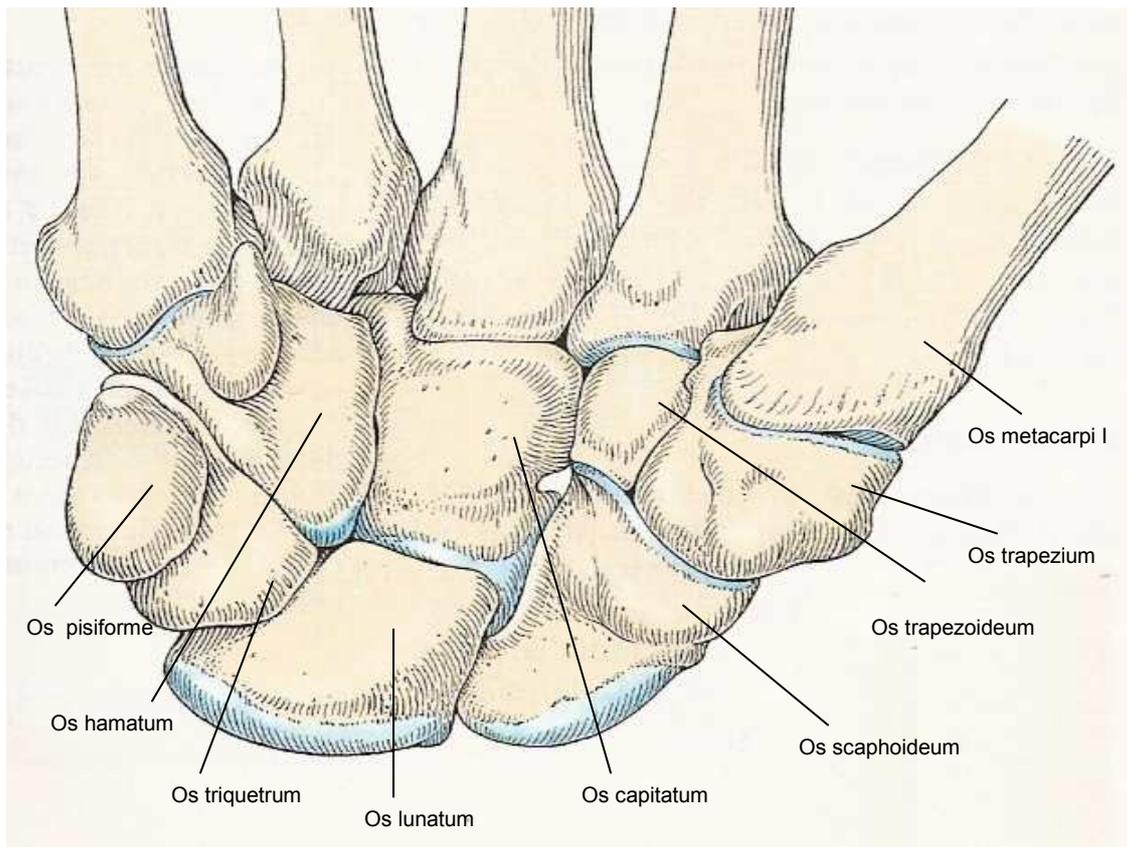


Abb. 1: Modifizierte Darstellung der Handwurzelknochen der rechten Hand von palmar nach Platzner (1999)

Die proximale Handwurzelreihe wird von radial nach ulnar aus folgenden Karpalknochen gebildet: dem Kahnbein (Os scaphoideum), dem Mondbein (Os lunatum), dem Dreieckbein (Os triquetrum) und dem Erbsenbein (Os pisiforme).

# 1 Einleitung

Das große Vieleckbein (Os trapezium), das kleine Vieleckbein (Os trapezoideum), das Kopfbein (Os capitatum) und das Hakenbein (Os hamatum) bilden zusammen die distale Handwurzelreihe (Schmidt et Lanz 1992).

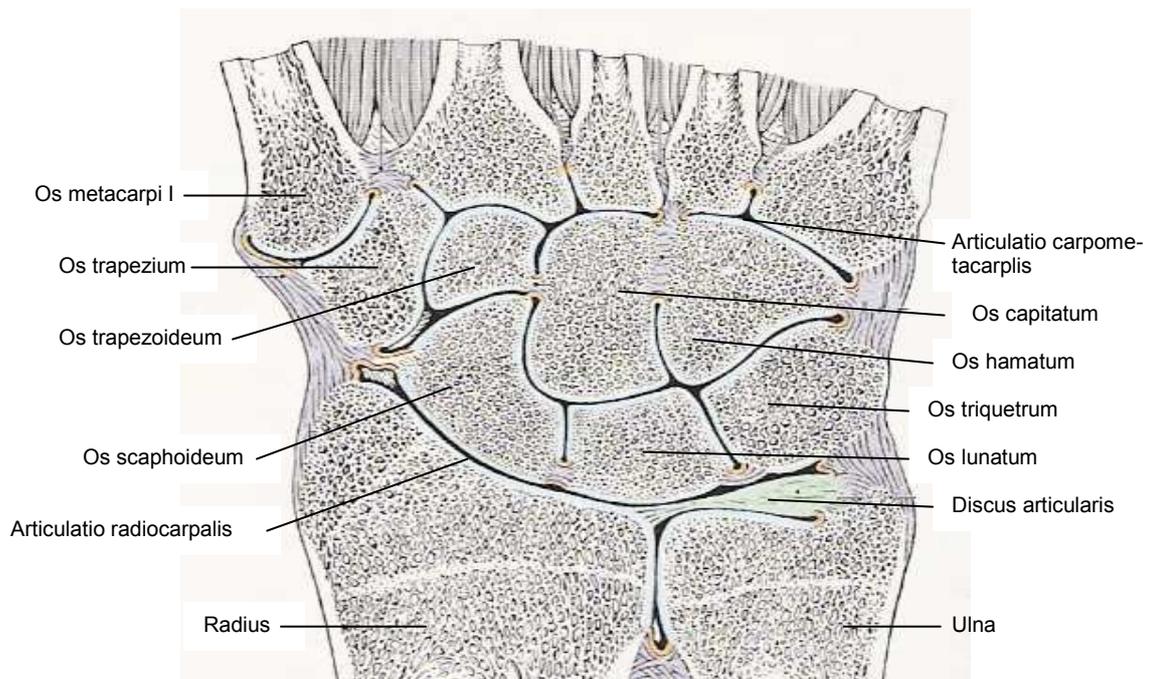


Abb. 2: Gelenke der Handwurzelknochen, Articulationes carpi. Modifizierte Darstellung des Flächenschnitts parallel zum Handrücken der rechten Hand nach Platzner (1999)

## 1.1.2 Proximales Handgelenk (Articulatio radiocarpalis)

Das proximale Handgelenk ist ein Eigelenk (Platzner 1999). Es wird aus Speiche (Radius), Discus articularis und proximaler Handwurzelreihe gebildet. Dadurch entsteht eine bewegliche Verbindung zwischen beiden Unterarmknochen und der proximalen Handwurzelreihe (Schmidt et Lanz 1992). Die Speiche und der Discus articularis bilden die pfannenähnliche Gelenkfläche, mit der nicht alle Knochen der proximalen Handwurzelreihe in direktem Kontakt stehen (Platzner 1999).

## 1 Einleitung

---

Im klinischen Gebrauch wird das proximale Handgelenk in einen radiokarpalen und ulnokarpalen Anteil gegliedert (Schmidt et Lanz 1992). Beide Anteile haben für das Bewegungsspiel der Hand eine spezifische, aber gleichgestellte Bedeutung (Koebke 1988). So wird im Radioulnargelenk die Supinations- und Pronationsbewegung des Ellenbogens unterstützt.

### 1.1.3 Distales Handgelenk (Articulatio mediocarpalis)

Das distale Handgelenk liegt zwischen der proximalen und distalen Handwurzelreihe. Es besitzt aufgrund der ungleichen Form und Größe der Handwurzelknochen einen s-förmigen Gelenkspalt. Beide Handwurzelreihen werden als selbständige Gelenkkörper angesehen, sind aber ineinander verzahnt (Platzner 1999). Die vier Knochen der proximalen Handwurzelreihe weisen eine Beweglichkeit gegeneinander auf, wohingegen die vier Knochen der distalen Handwurzelreihe durch straffe Bandverknüpfungen fest miteinander verbunden sind. Angesichts der festen Bandführungen werden die distalen interkarpalen Knochenverbindungen zu den „straffen Gelenken“, den so genannten Amphiarthrosen, gezählt.

### 1.1.4 Handwurzel-Mittelhandgelenk (Articulatio carpometacarpalis und intermetacarpalis)

Die distale Handwurzelreihe bildet gemeinsam mit den Mittelhandknochen (Os metacarpale) II - V das Handwurzel-Mittelhandgelenk. Dieses wird durch straffe Bänder geführt, weshalb es ebenfalls zu den straffen Gelenken (Amphiarthrosen) gerechnet wird. Lediglich in den Karpometakarpalgelenken IV und V sind größere Bewegungsausschläge möglich (Schmidt et Lanz 1992).

## 1 Einleitung

---

### 1.1.5 Kapsel-Band-Apparat

Im Handgelenk sind Flexion, Extension sowie Radialduktion und Ulnarduktion möglich. Der Bewegungsumfang des Handgelenks erfordert kräftige Bänder, die die Bewegungsrichtungen leiten und die Ausschläge begrenzen (Schmidt et Lanz 1992).

Die karpalen Bänder werden nach Schmidt et Lanz (1992) in eine oberflächliche, mittlere und tiefe Schicht eingeteilt. Ferner werden die Bänder der Hand von Taleisnik (1976) in extrinsische und intrinsische eingeteilt.

In der Handchirurgie werden die karpalen Bänder zusätzlich in drei V-Bandsysteme eingeteilt (Benninghoff et Drenckhahn 2003). Palmar werden zwei V-Bandsysteme unterschieden, ein proximales und ein distales. Beide V-Bandsysteme wirken in Extension einem palmaren Abgleiten des Handgelenks entgegen. Das Lig. radiolunotriquetrum bildet mit dem Lig. ulnolunatum das palmare proximale V-Band. Das palmare distale V-Band besteht aus dem Lig. radioscapocapitatum und dem Lig. capitohamatotriquetrum. Das dorsale V-Band setzt sich aus den drei Anteilen des Lig. radiocarpale und dem Lig. intercarpale dorsale zusammen und verhindert ein ulnares Abgleiten des Handgelenks.

# 1 Einleitung

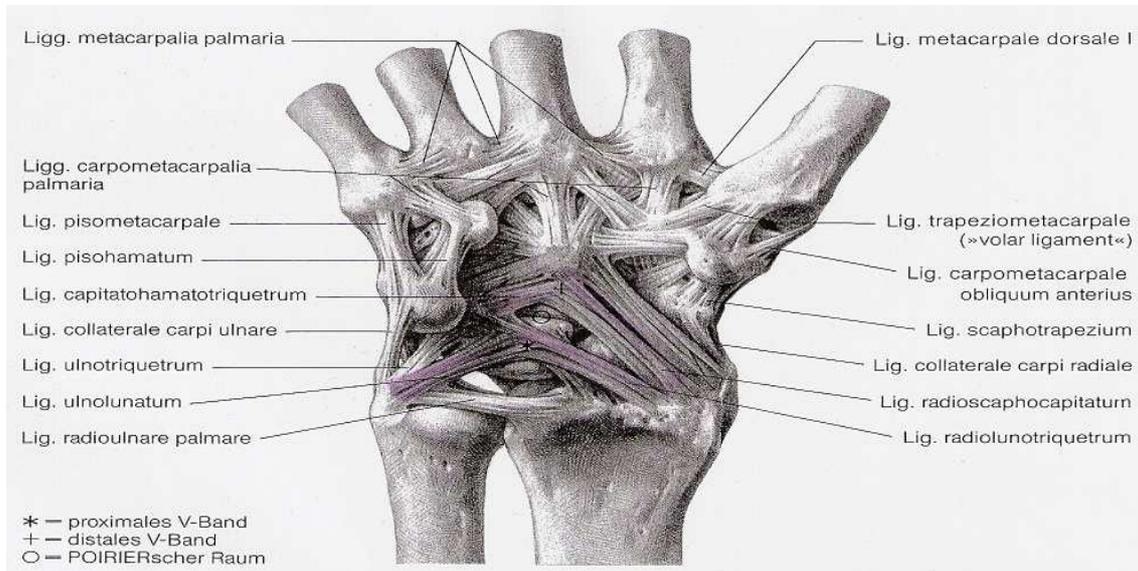


Abb. 3A: Karpale Bandsysteme der rechten Hand von palmar sowie palmarre Bänder des Daumensattelgelenks (Schmidt et Lanz 1992)

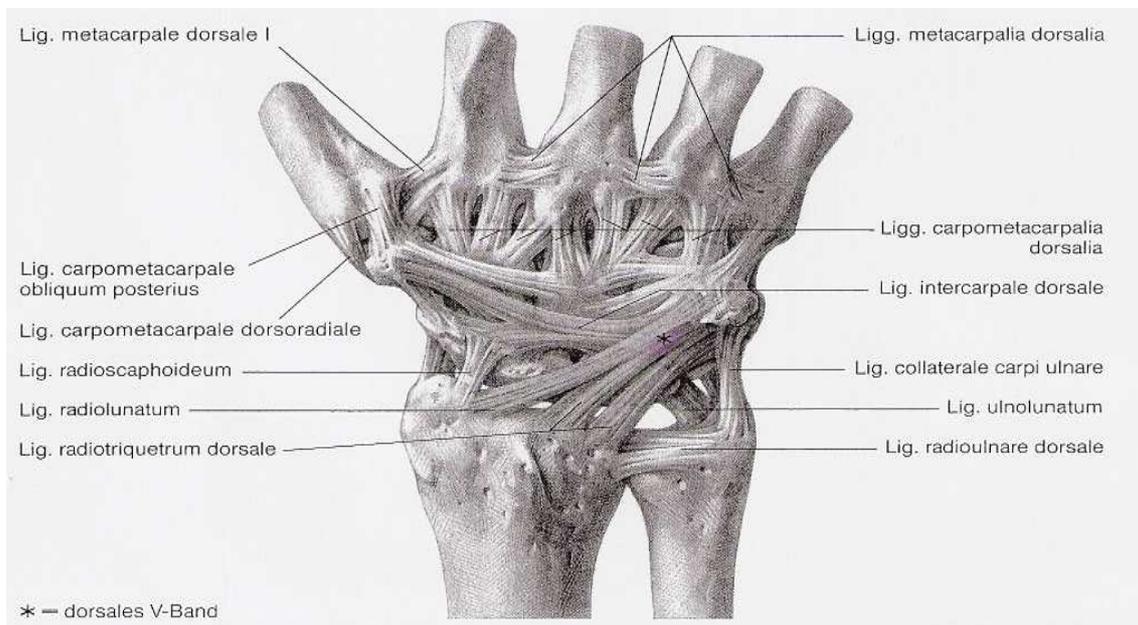


Abb. 3B: Karpale Bandsysteme der rechten Hand von dorsal sowie dorsale Bänder des Daumensattelgelenks (Schmidt et Lanz 1992)

# 1 Einleitung

---

## 1.2 Funktionelle Anatomie des Handgelenks

Ausgehend von der Neutralstellung beinhaltet der Bewegungsumfang der Handwurzelgelenke Flexion und Extension, Radial- und Ulnarduktion sowie Zwischen- und Kombinationsbewegungen (Platzner 1999). Das Handgelenk nimmt auch an der Supinations- und Pronationsbewegung des Unterarms teil.

Die Handwurzelknochen werden aufgrund ihrer räumlichen Anordnung in zwei horizontale Reihen und drei vertikale Säulen unterteilt (Schmidt et Lanz 1992). Die horizontalen Reihen entsprechen der Untergliederung in proximale und distale Handwurzelreihe. Um die komplexen Bewegungen des Handgelenks leichter zu verstehen, unterschieden Navarro und Taleisnik drei vertikale Säulen (Schmidt et Lanz 1992). Im Allgemeinen werden die Handwurzelknochen einer zentralen, einer radialen und einer ulnaren Säule zugeteilt.

- zentrale Säule: Mondbein, Kopfbein
- radiale Säule: Kahnbein, kleines Vieleckbein, großes Vieleckbein
- ulnare Säule: Dreieckbein, Hakenbein, Erbsenbein

Bei der Extension erfolgt der größte Bewegungsanteil im proximalen Handgelenk (mit einem Bewegungsumfang von ca. 50°). Der kleinere Anteil der Extension ereignet sich im distalen Handgelenk (ca. 35°) (Magee 1997). Während der Extensionsbewegung der Hand werden die proximalen Handwurzelknochen nach palmar verschoben.

Bei der Flexion hingegen ist die Verteilung der Bewegungsanteile des distalen und proximalen Handgelenks umgekehrt. Ca. 50° des Bewegungsumfangs werden vom distalen Handgelenk ausgeführt und ungefähr 35° werden vom proximalen Handgelenk übernommen (Magee 1997). Bei der Flexion verschiebt sich das Kahnbein nach dorsal. Magee (1997) gibt eine aktive Flexion von 80° bis 90° an. Die aktive Extension liegt zwischen 70° und 90° (Magee 1997).

## 1 Einleitung

---

Die Radial- und Ulnarduktion erfolgt um eine dorsopalmar Achse, die durch das Kopfbein führt. Die Radialduktion findet hauptsächlich zwischen den proximalen und distalen Handwurzelknochen statt (Magee 1997). Dabei kippt der distale Pol des Kahnbeins nach palmar ab und ermöglicht die Annäherung der restlichen proximalen Handwurzelknochen. Die gesamte proximale Handwurzelreihe führt während der Radialduktion eine Flexion aus.

Die Ulnarduktion ereignet sich im Wesentlichen im proximalen Handgelenk, dazu verschiebt sich die proximale Handwurzelreihe nach dorsal. In Supinationsstellung der Hand liegt der Bewegungsumfang, ausgehend von der Neutralstellung und unter Beachtung individueller Unterschiede, für die Radialduktion zwischen  $0^\circ$  und  $20^\circ$  und für die Ulnarduktion zwischen  $0^\circ$  und  $37^\circ$  (Magee 1997).

Kombinationsbewegungen sind durch die verschiedenen Angriffsrichtungen der Muskeln, die unterschiedlichen Gelenke, aber auch durch das Ellenbogen- und Schultergelenk möglich. Dementsprechend werden  $75^\circ$  der Supination und der Pronation des Unterarms im proximalen Radioulnargelenk ausgeführt und die verbleibenden  $15^\circ$  im distalen Radioulnargelenk (Magee 1997). Der gesamte Bewegungsumfang für Supination und Pronation ergibt  $170^\circ$  bis  $180^\circ$ .

### 1.3 Entstehung und Ursachen von Handgelenksbeschwerden

Pathologische Veränderungen des Handgelenks beeinflussen die gesamte Funktion der Hand (Borisch et Haussmann 2002). Ursachen von Handgelenksbeschwerden sind vielfältig und umfassen traumatische und degenerative Erkrankungen, Knochennekrosen, Tumore, Neuropathien, aseptische und septische Arthritiden sowie rheumatische Erkrankungen (Larsen 1996). Neben Traumata des Handgelenks sind meist Osteonekrosen von Handwurzelknochen oder septische bzw. aseptische Arthritiden Ursachen für eine karpale Instabili-

## 1 Einleitung

---

tät. Bei unseren Patienten waren es Kahnbeinpseudarthrosen bzw. SNAC-Wrist („scaphoid nonunion advanced collapse“), skapholunäre Dissoziationen bzw. SLAC-Wrist („scapholunate advanced collapse“), Mondbeinnekrosen, STT-Arthrosen, primäre Radiokarpalarthrosen, distale Radiusfrakturen, Kahnbeinnekrosen, Beugekontrakturen sowie aseptische und septische Arthritiden, die zu Handgelenksbeschwerden führten.

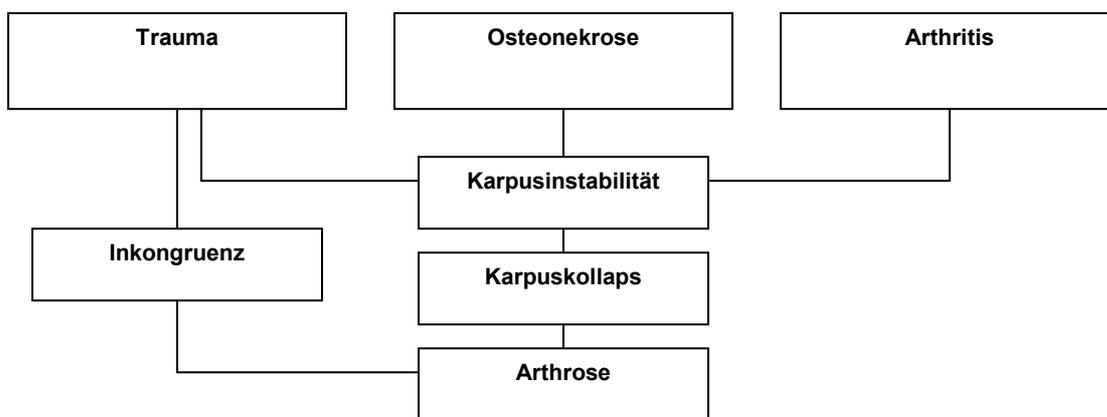


Abb. 4: Pathogenese der Handgelenkarthrose (Martini 2003)

Eine karpale Instabilität endet oftmals in einem karpalen Kollaps und geht mit arthrotischen Veränderungen an den unterschiedlichsten Stellen des Handgelenks einher. Nigst (1990) erklärte, dass „die Erkennung der karpalen Instabilitäten als eine klinische Entität [...] relativ neueren Datums“ sei. Ekenstam (1996) beschrieb die Instabilität des Handgelenks als „einen veränderten kinematischen Bewegungsablauf von einem oder mehreren Handwurzelknochen, dem Knochenveränderungen, Bandläsionen oder Laxizitäten der Gelenke zu Grunde“ liegen. Veränderungen der normalen Handwurzelknochenverhältnisse lösen erfahrungsgemäß schmerzhafte Knorpelveränderungen und eine Arthrose aus (Kleinman 2001).

## 1 Einleitung

---

### 1.4 Klinische und radiologische Beurteilungskriterien bei Erkrankungen des Handgelenks

#### 1.4.1 Klinische Symptome bei Erkrankungen des Handgelenks

Klinisch auffällig werden die oben genannten Erkrankungen meist erst im Laufe der Zeit. Vor allem die fortgeschrittenen Stadien der Erkrankungen am Handgelenk erzeugen klinische Symptome. Sie verursachen dann Beschwerden in Form von Schmerzen, Schwellungen und/oder starken Funktionseinschränkungen. In erster Linie sind es vor allem die Schmerzen, die nach einer therapeutischen Lösung verlangen. Der Wunsch nach einer Funktionsverbesserung ist demgegenüber oft zweitrangig.

Zu Beginn treten Schmerzen in der Regel meist nur nach Belastung auf. Oft ist auch ein Druckschmerz vorhanden. Ruheschmerzen hingegen treten nur bei einem Teil der Patienten auf. Sie sind ebenfalls bei weit fortgeschrittenen Veränderungen des Handgelenks zu beobachten. Schwellungen werden palmar oder dorsal sichtbar. Teilweise ist eine Schwellung über der Tabatière erkennbar.

Funktionseinschränkungen der betroffenen Extremität werden sowohl durch die Beweglichkeitseinschränkung als auch durch die Kraftminderung bedeutend. Adams et al. (2003) simulierten die Beeinträchtigung durch Bewegungseinschränkung der Hand und deren Auswirkung auf die obere Extremität an gesunden Erwachsenen. Die Ergebnisse der Studie zeigten eindeutig, dass ein verminderter Bewegungsumfang des Handgelenks zu Einschränkungen bei manuellen Tätigkeiten führt.

#### 1.4.2 Radiologische Diagnosesicherung

Standardisierte Röntgenaufnahmen des Handgelenks in zwei Ebenen, in dorso-palmarer und in lateraler Neutralstellung, gehören zur primären bildgebenden Diagnostik. Um die Neutralstellung für die dorsopalmare Röntgenaufnahme zu

## 1 Einleitung

---

erlangen, wird die Handfläche bei 90° Schulterabduktion und 90° Ellenbogenflexion auf einem Lagerungsblock flach gelagert. Dabei muss der Mittelfinger in Verlängerung zur Unterarmachse sein (Meier et al. 2003a). Der Zentralstrahl wird über der Handgelenksmitte zwischen proximaler und distaler Handwurzelreihe und in senkrechter Achse zwischen dem dritten und vierten Langfingerstrahl eingestellt. Die seitliche Röntgenaufnahme erfolgt in Schulteradduktion und 90° Ellenbogenflexion, so dass der Unterarm und die Hand ulnarseitig dem Lagerungsblock aufliegen. Der Zentralstrahl verläuft hierbei durch die Mitte des Radiokarpalgelenks (Meier et al. 2003a).

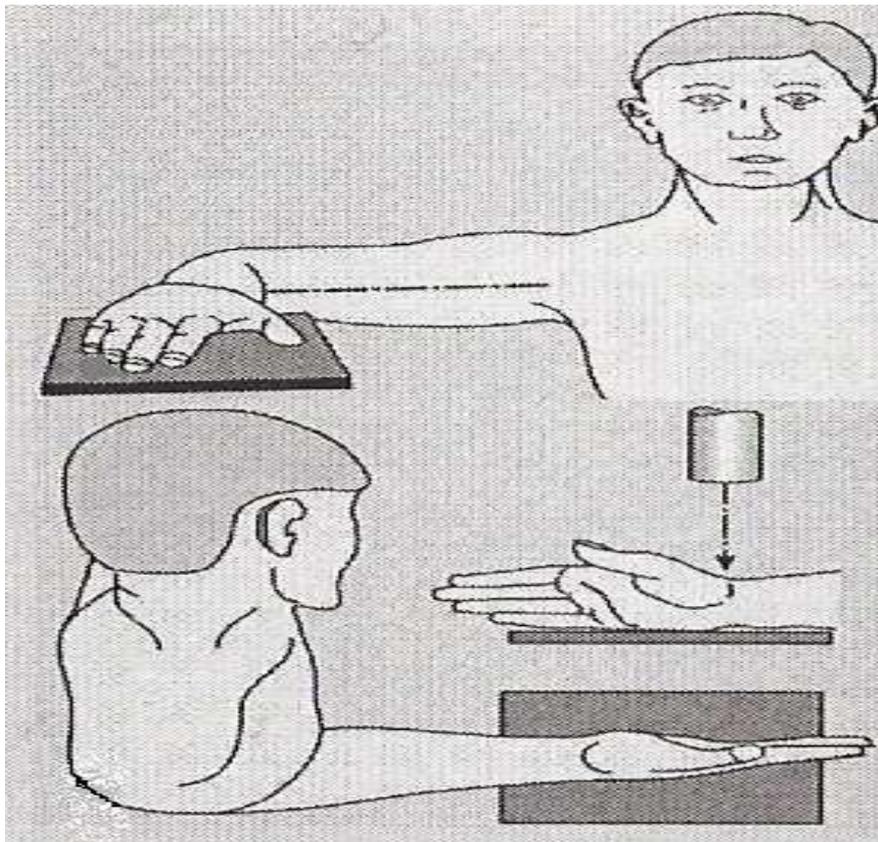


Abb. 5: Einstellungstechnik der dorsopalmaren und seitlichen Röntgenaufnahmen des Handgelenks (Meier et al. 2003a)

## 1 Einleitung

---

Viele Handgelenkserkrankungen werden sowohl mit Hilfe der standardisierten Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen als auch mit weiterführender Diagnostik klassifiziert. Zur weiterführenden Diagnostik bei Handgelenksbeschwerden zählen Kahnbein-Quartett-, Funktions- und Belastungs-Röntgenaufnahmen, Computertomographie, Magnetresonanzaufnahmen und die Arthroskopie des Handgelenks.

Yuming et Gilula (2001) vertraten die Meinung, dass gewöhnlich zwei Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen, die rechtwinklig zueinander stehen, ausreichend Informationen über die meisten Gelenke der Hand und deren Knochen geben. Schuind et al. (1996) wiesen darauf hin, dass lediglich statische karpale Instabilitäten im konventionellen Röntgenbild zu erkennen sind. Dynamische Instabilitäten können laut Schuind et al. (1996) jedoch nur unter speziellen Manövern oder passivem Stress in speziellen Röntgenaufnahmen erkannt werden. Meier et al. (2003a) verwiesen auf moderne Schnittbildverfahren zur Abklärung radiologisch nicht eindeutiger Befunde.

Bei der Beurteilung konventioneller Röntgenbilder wird auf Formveränderungen der Handwurzelknochen geachtet. Es werden typische röntgenologisch erkennbare Zeichen einer fortgeschrittenen Arthrose im Handgelenk beurteilt. Fortschreitende arthrotische Veränderungen sind durch subchondrale Sklerosierung, Osteophyten, Geröllzysten und Gelenkspaltverschmälerung röntgenologisch zu identifizieren. Besonders Veränderungen des Kahnbeins und des Mondbeins werden auf den Röntgenaufnahmen beobachtet.

Bei der radiologischen Diagnostik werden sowohl Gelenkspaltverbreiterungen bewertet, wie zum Beispiel bei der skapholunären Dissoziation, aber auch Gelenkspaltverschmälerungen, die bei den obigen Erkrankungen häufig erkennbar sind.

# 1 Einleitung

## 1.5 Operative Therapien bei Handgelenksbeschwerden

Im Rahmen dieser Arbeit wird auf verschiedene operative Teilarthrodesen (STT-Arthrodesen und 4-Ecken-Arthrodesen) und Vollarthrodesen des Handgelenks näher eingegangen. Operative Behandlungen, die bei unserem Patientenkollektiv durchgeführt wurden, werden in den nachfolgenden Abschnitten erläutert.

Therapieoptionen werden durch den klinischen Befund des Patienten, durch die Lokalisation der arthrotischen Veränderungen in der bildgebenden Diagnostik sowie durch den intraoperativen Befund bestimmt.

Martini (2003) hat folgendes Behandlungsschema der Handgelenksarthrose erarbeitet, welches von uns modifiziert wurde. Dieses von uns modifizierte Behandlungsschema kann als grobe Richtlinie verstanden werden.

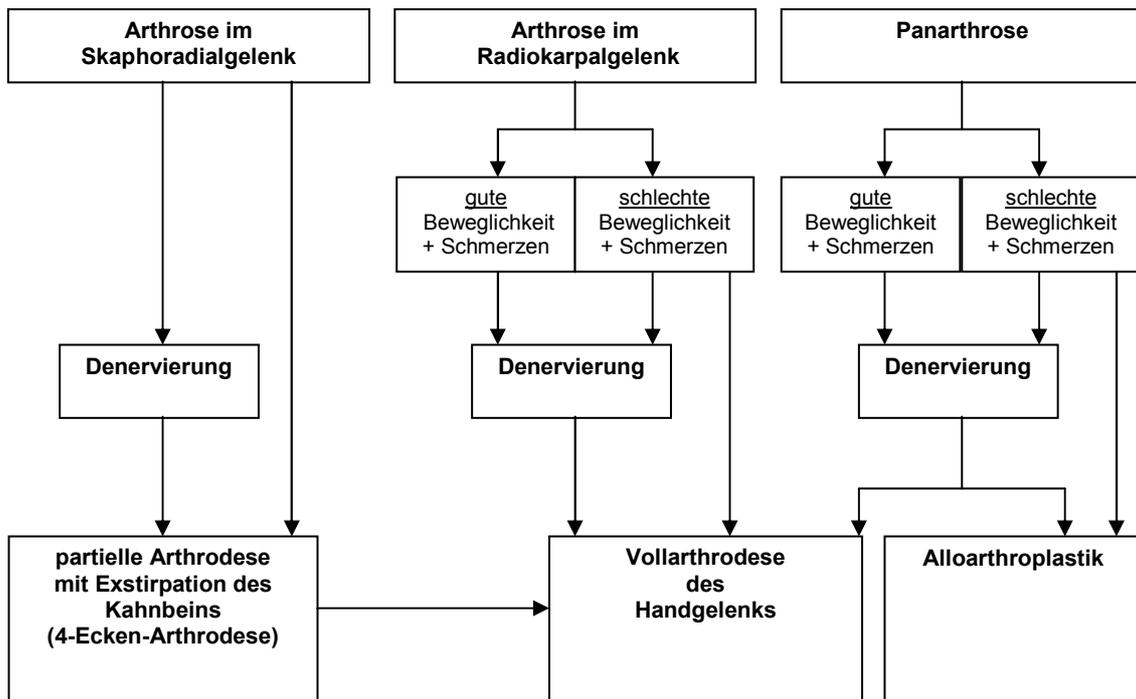


Abb. 6A: Modifiziertes Behandlungsschema nach Martini (2003)

# 1 Einleitung

Eine Zusammenfassung zur Behandlung der Mondbeinnekrose wurde von Gabl herausgegeben. In Anlehnung an Gabl wurde das im Folgenden dargestellte Behandlungsschema von uns als grobe Richtlinie zur Behandlung der Mondbeinnekrose erstellt.

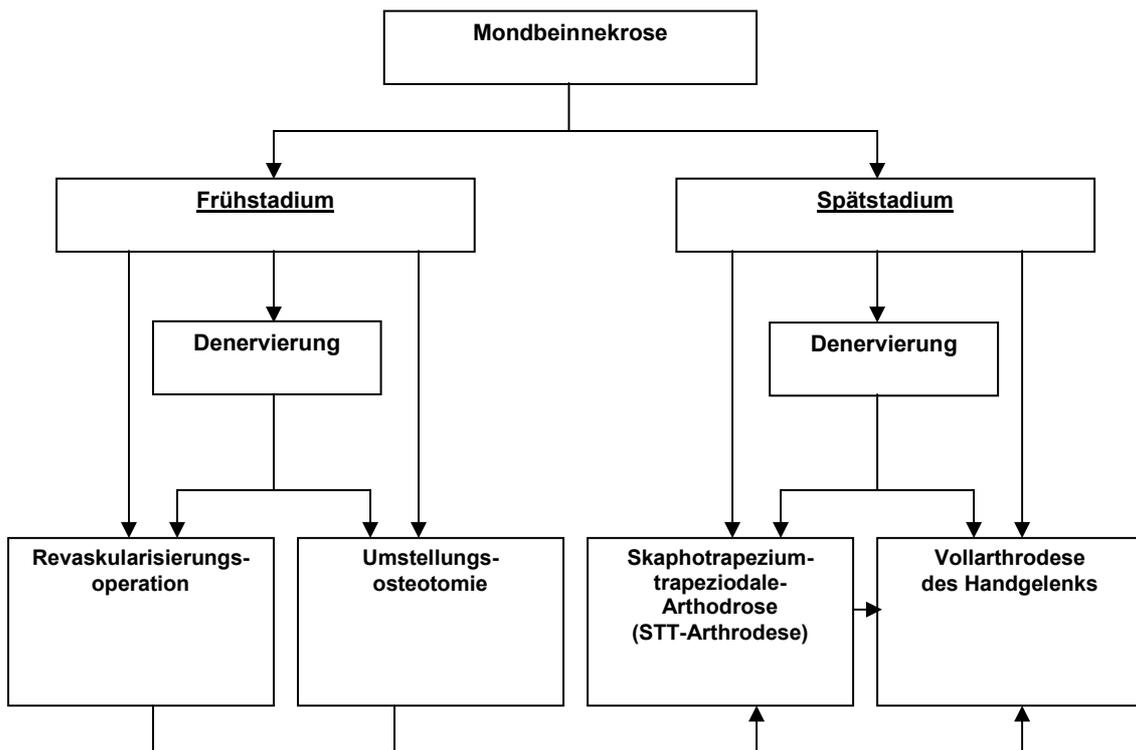


Abb. 6B: Behandlungsschema der Mondbeinnekrose

## 1.5.1 Bewegungserhaltende Operationen

An dieser Stelle werden die bewegungserhaltenden Operationen am Handgelenk beschrieben, die unser Patientenkollektiv in der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der BG Unfallklinik Tübingen erhalten hat.

## 1 Einleitung

---

Zu den bewegungserhaltenden Operationen zählen in unserem Patientenkollektiv die beiden Teilarthrosen, die STT-Arthrose und die 4-Ecken-Arthrose. Bei den beiden Teilarthrosenmethoden werden verschiedene Handwurzelknochen mit Hilfe von Osteosynthesematerial und Spongiosa untereinander verbunden. Bei der 4-Ecken-Arthroseoperation wird außerdem das komplette Kahnbein entfernt. Nach Huelsbergen-Krueger et Partecke (1999) ermöglicht eine Teilarthrose irreversibel geschädigte Gelenkflächen auszuschalten und die Beweglichkeit im nicht versteiften Teil zu erhalten.

Ziel der bewegungserhaltenden Operationsmethoden ist es, eine schmerzfreie Belastung und eine gute Stabilität bei einer gewissen Restmobilität zu erreichen (Voche et al. 1999). Eine Teilarthrose des Handgelenks geht in der Regel mit einer Bewegungseinschränkung einher, wobei die Finger frei beweglich bleiben.

### 1.5.1.1 STT-Arthrose

Die Skaphotrapeziumtrapezoidale-Handgelenkteilarthrose wird im angelsächsischen Sprachraum auch als „triscaphoid arthrodesis“ bezeichnet. Sie ist zum ersten Mal von Peterson et Lipscomp (1967) beschrieben worden. Watson et al. (1980) verbreiteten diese interkarpale Handgelenkteilarthroseoperation. Die STT-Arthrose ist eine der am häufigsten angewandten Teilarthroseoperationen am Handgelenk (Meier et al. 2003b; Kalb et al. 2001; Huelsbergen-Krueger et Partecke 1999). Hierbei wird die radiale Säule stabilisiert, infolgedessen laufen die Bewegungen über die radioskaphoidale Gelenkfläche.

Bei dieser Teilarthroseoperation werden das Kahnbein, das große und das kleine Vieleckbein durch Entknorpelung der Gelenkflächen und Einbringen von Osteosynthesematerial miteinander fusioniert. Durch die Fusion dieser drei Knochen entsteht ein einziger Knochenblock. So wird durch die STT-Arthrose ein stabiler, radialer Pfeiler geschaffen, der noch eine eingeschränkte Beweglichkeit ermöglicht. Von einem Teil der Operateure wird zusätzlich eine Styloi-

## 1 Einleitung

---

dektomie des Radius empfohlen, um einem radialen Impingement vorzubeugen.

Indikationen zur Durchführung einer Skaphotrapeziotrapezoidalen-Arthrodesese sind vielfältig. Zu den Indikationen zählen insbesondere die Nekrose des Mondbeins ab Stadium II und die isolierte STT-Arthrose. Meier et al. (2003b) sahen in der STT-Arthrodesese ein zuverlässiges Operationsverfahren, das bei STT-Arthrose, bei fortgeschrittener Mondbeinnekrose sowie bei traumatischer Luxation des großen Vieleckbeins indiziert ist.

Die STT-Arthrodesese wird in der Regel in Plexusanästhesie und Blutleere durchgeführt. In der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der BG Unfallklinik Tübingen verschafft eine längsgestellte s-förmige Inzision entlang der dorsalen radialen Handwurzel in Richtung des Karpometakarpalgelenks II Zugang zu den Handwurzelknochen. Dabei kann der sensible Anteil des Nervus interosseus posterior optional reseziert werden. Der Ramus superficialis des Nervus radialis sowie die Arteria radialis werden geschont.

Die Gelenkkapsel wird eröffnet, wodurch das radioskaphoide Gelenk inspiziert werden kann. Es sollte intraoperativ keine arthrotischen Veränderungen aufweisen, ansonsten sollte von einer STT-Arthrodesese Abstand genommen werden. Die Gelenkflächen zwischen Kahnbein, großem Vieleckbein und kleinem Vieleckbein werden entknorpelt. Befindet sich das Kahnbein in einer Rotationssubluxationsstellung, wird zu dessen Aufrichtung ein Kirschnerdraht eingebracht. Unter Sichtkontrolle erfolgt dann die Fixation in der Regel mit drei Kirschnerdrähten.

## 1 Einleitung

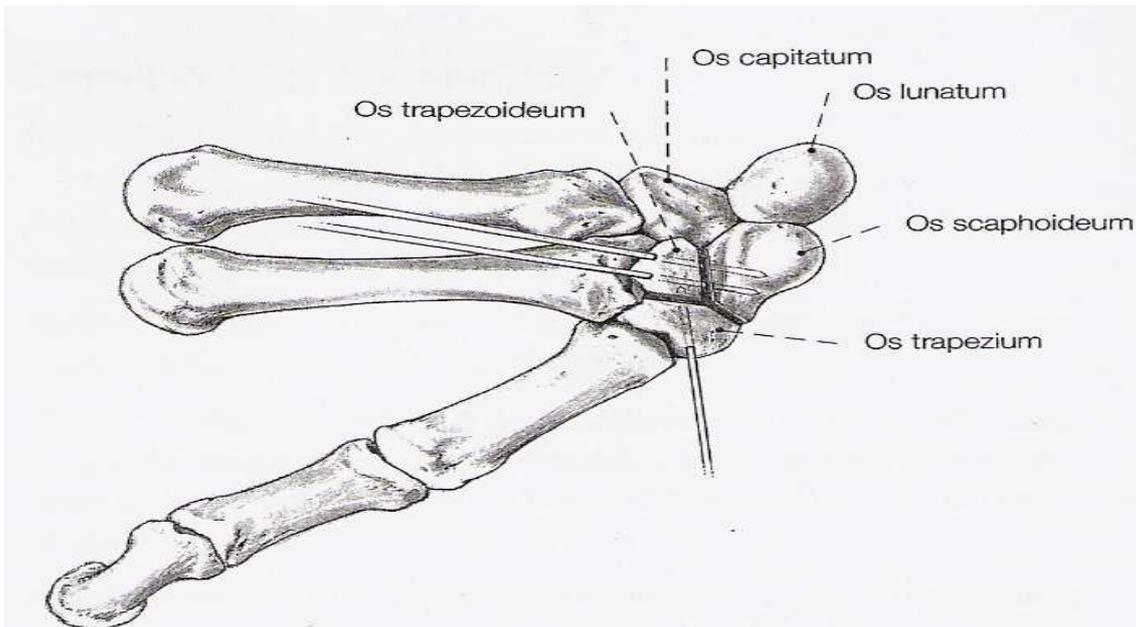


Abb. 7: Fixation der Kirschnerdrähte bei einer STT-Arthrodesese des Handgelenks (Buck-Gramcko 1990)

Zwei Kirschnerdrähte werden dorsal über das kleine Vieleckbein in das Kahnbein eingebracht. Ein weiterer wird vom großen Vieleckbein zum kleinen Vieleckbein eingebohrt. Die Auffüllung der entknorpelten Gelenkflächen erfolgt mit Knochen beispielsweise vom Beckenkamm. Intraoperativ wird im Anschluss eine radiologische Stellungskontrolle durchgeführt. Die Kirschnerdrähte werden subkutan versenkt. Nach dem Öffnen der Blutleere und sorgfältiger Blutstillung werden die Kapsel und die Bänder vernäht.

Nach Hautverschluss erfolgt eine sechs- bis achtwöchige Ruhigstellung durch eine Unterarmschiene. Die Entfernung der Kirschnerdrähte geschieht nach sechs bis zwölf Wochen, wenn eine Durchbauung radiologisch gesichert ist. Die krankengymnastische Nachbehandlung beginnt nach dem Entfernen der Kirschnerdrähte.

## 1 Einleitung

---

Der Bewegungsumfang nach einer STT-Arthrodese wurde in der Literatur zwischen 52% und 79% im Vergleich zur nicht operierten Gegenseite angegeben (Watson et al. 2003; Watson et al. 1999; Meier et al. 2004; Sauerbier et al. 2000b). Watson et al. (2003), Buck-Gramcko (1990), Traenkle et al. (2000) und Meier et al. (2003b) konnten eine Greifkraft zwischen 55% und 77% verglichen zur Gegenseite messen. In den verschiedenen Veröffentlichungen variieren hingegen die Angaben über Schmerzlinderung beachtlich. Watson et al. (2003) berichteten, dass von 800 Patienten lediglich 35% Schmerzen nach einer STT-Arthrodese angaben. Traenkle et al. (2000) führten an, dass 18 (69%) von 26 Patienten keine völlige Schmerzfreiheit erlangten. Kalb et al. (2001) berichteten von guten Ergebnissen nach STT-Arthrodese. Nach Watson et al. (2003) ist die STT-Arthrodese ein zuverlässiges Verfahren, das den Funktionserhalt für junge Patienten mit hoher funktioneller Belastung sicherstellt.

### 1.5.1.2 4-Ecken-Arthrodese (Four-Corner-Arthrodese)

Die 4-Ecken-Arthrodese, im Englischen als Four-Corner-Arthrodese bekannt, wurde 1984 von Watson vorgestellt. Im deutschsprachigen Raum wurde diese Teilarthrodese von Krimmer et al. (1992) popularisiert und seither weiter etabliert.

Die 4-Ecken-Arthrodese beinhaltet die Versteifung des Kopf-, Mond-, Dreieck- und Hakenbeins untereinander bei gleichzeitiger Entfernung des Kahnbeins. Voraussetzung für die Durchführung dieser Teilarthrodese ist ein arthrosefreies Radioulnargelenk und eine arthrosefreie Fovea lunata, da in diesem Gelenk postoperativ die Bewegung stattfindet (Martini 2003).

Die Ziele einer 4-Ecken-Arthrodese sind die Schmerzausschaltung und der Kraftgewinn. Der Bewegungsumfang wird dabei jedoch eingeschränkt. Die Schmerzlinderung wird durch einen Beweglichkeitsverlust erkaufte (Voche et Merle 1993). Dem Patienten kann durch eine 4-Ecken-Arthrodese eine erhebli-

## 1 Einleitung

---

che Besserung seiner Beschwerden und die Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit der Hand in Aussicht gestellt werden (Tuennerhoff et Hausmann 2003).

Die Hauptindikation für eine 4-Ecken-Arthrodesen ist das SNAC- und SLAC-Wrist ab Stadium III (Martini 2003). Die 4-Ecken-Arthrodesen wird zudem zur palliativen Therapie der Kahnbeinnekrose und karpaler Instabilitäten eingesetzt.

Auch hier wird üblicherweise in Plexusanästhesie und Blutleere operiert. Nach einem bogenförmigen Längsschnitt entlang des dorsalen Handgelenks wird das IV. Strecksehnenfach eröffnet. Der sensible Anteil des Nervus interosseus posterior wird koaguliert und reseziert. Die Eröffnung der Gelenkkapsel wird mit der Durchtrennung des radiotriquetralen und der dorsalen interkarpalen Ligamenta möglich. Die distalen und proximalen Handwurzelknochen werden dargestellt. Das Kahnbein wird vollständig reseziert. Anschließend wird das Mondbein aus seiner möglicherweise vorliegenden DISI-Stellung („dorsal intercalated segment instability“) aufgerichtet. Die Gelenkoberflächen von Kopf-, Mond-, Dreieck- und Hakenbein werden entknorpelt. Die Fixierung der vier Handwurzelknochen erfolgt mit Osteosynthesematerial. Die Stellung der Handwurzelknochen wird durch ein Röntgenbild überprüft und die resezierten Gelenkspalten werden mit Knochen, beispielsweise vom Beckenkamm, aufgefüllt.

## 1 Einleitung

---

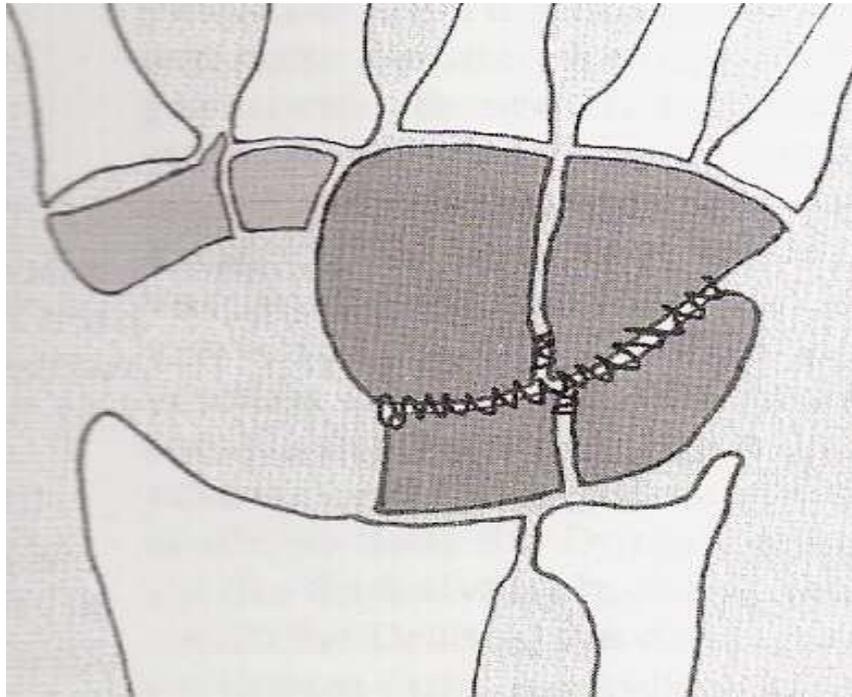


Abb. 8: Schema der 4-Ecken-Arthrodesis (Tuennerhoff et al. 2001)

Postoperativ wird für ca. sechs Wochen ein Unterarmgips angelegt. Die Remobilisierung beginnt unter krankengymnastischer Anleitung nach der Entfernung des Unterarmgipses. Eine Metallentfernung erfolgt in der Regel nach zehn bis zwölf Wochen, wenn eine Konsolidierung nachgewiesen ist.

Kadji et al. (2002) und Tuennerhoff et al. (2001) bewerteten die 4-Ecken-Arthrodesis als eine gute Interventionsmethode beim SLAC-Wrist. In der Veröffentlichung von Voche et Merle (1993) wurde berichtet, dass 9 von 12 Patienten schmerzfrei waren oder Schmerzen lediglich bei Wetteränderungen oder bei starker Anstrengung auftraten. Krimmer et al. (1992) konnten bei 26 von 31 Patienten eine völlige oder weitgehende Schmerzfreiheit erreichen. Meier et al. (2002) verzeichneten eine Reduktion der Schmerzen bei einem durchschnittlichen Bewegungsausmaß von  $26^{\circ}/0^{\circ}/28^{\circ}$  Flexion/Extension und  $16^{\circ}/0^{\circ}/14^{\circ}$

## 1 Einleitung

---

Radial-/Ulnar duktion. Tuennerhoff et al. (2001) berichteten über eine ähnliche Bewegungsamplitude von 64° zwischen Flexion und Extension sowie über einen Kraftzuwachs im Vergleich zur präoperativen Grobkraft. Alle Patienten bemerkten eine Situationsverbesserung und 8 von 26 Patienten waren schmerzfrei nach Erhalt der 4-Ecken-Arthrodesen (Tuennerhoff et al. 2001).

### 1.5.2 Handgelenkvollarthrodese

Eine der ältesten und erfolgreichsten Stabilisierungsmaßnahmen in den westlichen Ländern ist die Handgelenkvollarthrodese (Dick 1993). Im Jahre 1918 erhielt die Handgelenkvollarthrodese Beachtung durch Steindler (Dick 1993). In den darauf folgenden Jahrzehnten wurden verschiedene Vollarthrodese-Techniken angewandt und in den Fachzeitschriften veröffentlicht.

Die endgültige Vollarthrodese des Handgelenks bedeutet für Patienten Beschwerdelinderung sowie die Chance, einen kräftigen Faustschluss wiederzuerlangen (Voche et al. 1999). Nach einer Handgelenkvollarthrodese bleibt dem Patienten meist die Supination und Pronation erhalten, während die Flexion und Extension im Handgelenk und im Karpometakarpalgelenk II und/oder III verloren gehen. Für den Patienten ist der Beweglichkeitsverlust der Stabilität und Schmerzfreiheit untergeordnet (Martini 2003; Moneim et al. 1997). Die Patienten profitieren besonders von der besseren Funktionsfähigkeit (Meier et al. 2002).

Für eine Handgelenkvollarthrodese wird bevorzugt eine Arthrodesenplatte verwendet. Durch die Arthrodesenplatte werden das Radiokarpal-, das Mediokarpal- und das Karpometakarpalgelenk II und/oder III versteift. Angestrebt wird eine achsengerechte Ausrichtung des Handgelenks ohne Verkürzung und eine stabile Fixation, so dass eine frühe Mobilisation aufgenommen werden kann (Martini 2003).

## 1 Einleitung

---

Indikationen für eine Handgelenkvollarthrodese sind vielfältig. Sie wird meist als letzte, endgültige Therapieoption eingesetzt, wenn beim Patienten bereits eine Panarthrose mit oder ohne Fehlstellung der Handwurzelknochen vorliegt. Oftmals ist die Handgelenkvollarthrodese die letzte Möglichkeit zur Behandlung von Handgelenksbeschwerden (Willebrand 1999). Nicht selten ist die Vollarthrodese des Handgelenks ein Rettungsversuch nach vorangegangenen Eingriffen wie beispielsweise nach Teilarthrosen. Seltener Indikationen für eine Handgelenkvollarthrodese sind Tumore, Lähmungen und Kontrakturen des Handgelenks.

Wie bei der Teilarthrodeseoperation wird auch die Handgelenkvollarthrodese in der Regel in Plexusanästhesie und Blutleere operiert. Der Zugangsweg entsteht durch eine s-förmige, longitudinale Hautinzision entlang des dorsalen Handgelenks. Das Retinaculum extensorum zwischen dem dritten und vierten Extensor-kompartiment (Voche et al. 1999) sowie die Gelenkkapsel werden eröffnet. Anschließend werden folgende Knochen miteinander verblockt: Speiche, Mondbein, Kahnbein, Kopfbein und kleines Vieleckbein. Um postoperativen Schmerzen vorzubeugen, sollten zusätzlich die Karpometakarpalgelenke II und III mitversteift werden.

Danach wird eine entsprechende Arthrodesenplatte angepasst. Der Arthrodesewinkel wird gewöhnlich mit 15° Extension gewählt, muss aber den Bedürfnissen des Patienten individuell angepasst werden. Die individuelle Anpassung ist insbesondere bei beidseitig versteiften Handgelenken und/oder bei besonderen beruflichen Anforderungen unerlässlich. Die Radial- oder Ulnardeviation der Hand hängt von der distalen Fixation der Platte ab: Erfolgt sie auf dem III. Mittelhandknochen, verweilt die Hand in einer Neutralstellung, wohingegen eine Fixation der Platte auf dem II. Mittelhandknochen die Hand in eine Ulnardeviation bringt. Es kann ein kortiko-spongiöser Span zum Beispiel aus dem Beckenkamm unter der Platte eingepasst werden. Die Fixierung erfolgt an der Speiche durch drei

## 1 Einleitung

---

bis vier Schrauben. Eine Schraube fixiert das Kopfbein und drei Schrauben werden entweder in den II. oder in den III. Mittelhandknochen eingebracht.

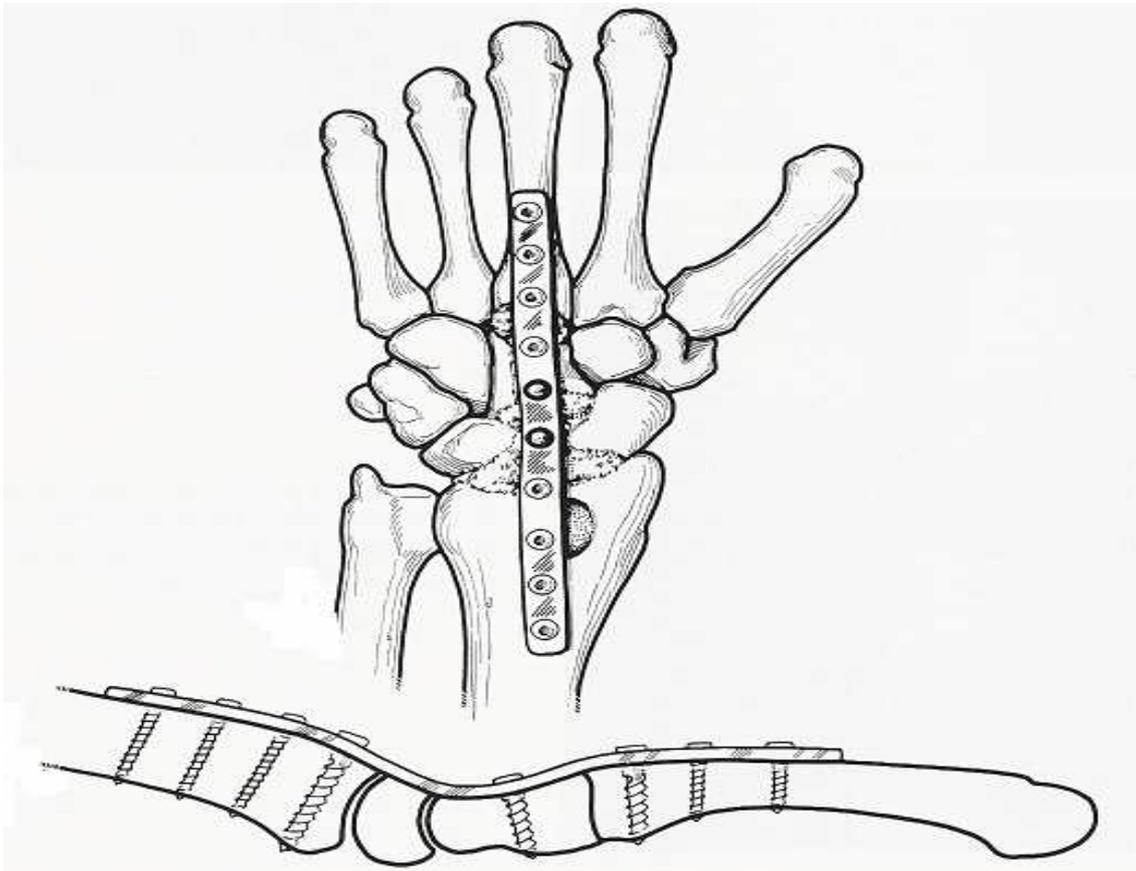


Abb. 9: Plattenfixation bei Handgelenkvollarthrodese (Dick 1993)

Das Retinaculum extensorum wird zum Schutz vor Adhärenzen und Sehnenrupturen zwischen der Arthrodeseplatte und den Strecksehnen interponiert (Merle et al 1999). Danach erfolgt der Hautverschluss. In der Regel ist die Plattenosteosynthese übungstabil. Die Finger sollen sofort postoperativ bewegt werden.

Wieloch et al. (2006) betonten in ihrer Publikation, dass eine Vollarthrodese als Alternative zu einer mediokarpalen Arthrodese nicht kategorisch ausgeschlos-

# 1 Einleitung

---

sen werden darf. Die durchschnittliche Greifkraft nach Handgelenkvollarthrodese lag indessen in ihrer Studie über der durchschnittlichen Greifkraft nach mediokarpaler Arthrodese. Fuchs et Achinger berichteten bereits 1995 von unwesentlich größeren Funktionsverlusten nach Vollarthrodese im Vergleich zur Teilarthrodese des Handgelenks. Sauerbier et al. (2000a) untersuchten 60 Patienten, die eine Vollarthrodese erhalten hatten, und fanden heraus, dass eine zufriedenstellende Schmerzlinderung zwar erreicht wurde, eine völlige Schmerzfreiheit aber eher selten der Fall war. 80% der Patienten ihrer Studie äußerten Schwierigkeiten bei der Körperpflege und andere Funktionsdefizite, dennoch würde die Mehrheit diese Operation wieder durchführen lassen. In der Studie von Meads et al. (2003) waren 37 der 39 Patienten zufrieden mit der Vollarthrodese des Handgelenks.

Eine Handgelenkvollarthrodese bleibt laut Voche et al. (1999) die letzte Therapieoption. Rauhaniemi et al. (2005) betrachten die Handgelenkvollarthrodese als zuverlässige Behandlungsmethode, die allerdings eine letzte Alternative darstellt.

## 1.6 Fragestellung

Die vorliegende Arbeit soll verschiedene Aspekte einer Voll- und Teilarthrodese des Handgelenks beurteilen. Mit dieser retrospektiven Studie soll die individuelle objektiv messbare manuelle Leistungsfähigkeit sowie die subjektiv wahrgenommene physische und psychische Lebensqualität nach einer Voll- bzw. Teilarthrodese des Handgelenks untersucht werden.

In der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen erhielten insgesamt 129 Patienten zwischen 1997 und 2005 eine Handgelenkvoll- oder Teilarthrodese. Daher sehen wir die Möglichkeit, im Rahmen dieser Studie Langzeitergebnisse

## 1 Einleitung

---

---

der verschiedenen chirurgischen Versteifungsmethoden (STT-Arthrodeese, 4-Ecken-Arthrodeese und Vollarthrodeese) am Handgelenk auszuwerten.

Die Hauptziel- und Nebenzieldkriterien dieser Arbeit sind folgende:

Hauptzielkriterien:

1. Einschränkungen des täglichen Lebens in physischer, psychischer und sozialer Hinsicht nach Handgelenkvoll- bzw. Teilarthrodeese (DASH-Fragebogen, Cooney-Score)
2. Unterschiede im verbleibenden Bewegungsumfang des Unterarms und der Hand nach Vollarthrodeese und Teilarthrodeese des Handgelenks (Neutral-Null-Methode)
3. Veränderungen der Kraft der Hand nach Vollarthrodeese und Teilarthrodeese (Kraftmessung, Umfangmessung)

Nebenzieldkriterien:

1. Berufliche Konsequenzen nach Vollarthrodeese und Teilarthrodeese des Handgelenks (z.B. Dauer des Vollzeitbeschäftigungsausfalls, Arbeitsplatzveränderungen, berufliche Tätigkeit nach Voll- und Teilarthrodeese) (Studienfragebogen)
2. Nachträglich benötigte Vollarthrodesen nach vorangegangener Teilarthrodeese des Handgelenks (Studienfragebogen)

## 2 Patienten und Methode

### 2.1 Patienten

Die vorliegende retrospektive klinische Studie befasst sich mit Patienten, bei denen eine Voll- oder eine Teilarthrodese des Handgelenks in der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen zwischen dem 01.01.1997 und dem 31.12.2005 durchgeführt wurde. Von 129 operierten Patienten konnten 128 Patientenakten der Betroffenen eingesehen werden.

### 2.2 Einschlusskriterien

In das Studienkollektiv wurden Patienten aufgenommen, die zwischen 1997 und 2005 in der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen eine einseitige Vollarthrodese, eine einseitige STT-Arthrodese oder eine einseitige 4-Ecken-Arthrodese des Handgelenks erhalten haben.

Neben dem Mindestalter von 18 Jahren zum Zeitpunkt der Operation musste die Einwilligungsfähigkeit des Patienten vorliegen. Weitere Bedingungen waren, dass die Patienten schriftlich oder telefonisch kontaktiert werden konnten, beide Fragebögen ausfüllten und eine hinreichende Compliance zeigten.

### 2.3 Studienaufbau und Auswertungskriterien

Von 128 Patienten konnte zu 120 Patienten der Kontakt hergestellt werden. Bei drei Patienten konnte weder die Telefonnummer noch die Adresse ermittelt werden, drei Patienten waren bereits verstorben und bei zwei Patienten war die Kontaktaufnahme aus medizinischen oder juristischen Gründen nicht möglich.

## 2 Patienten und Methode

---

Von den 120 Patienten musste ein Patient nach der Kontaktierung aufgrund mangelnder Compliance von unserem Patientenkollektiv ausgeschlossen werden. Somit verblieben 119 Patienten.

Mit den telefonisch erreichbaren Patienten wurde versucht, einen Nachuntersuchungstermin zu vereinbaren. Telefonisch erreichbare Patienten, die nicht zu einem Nachuntersuchungstermin kommen konnten, beantworteten den eigens für die Nachuntersuchung erstellten Studienfragebogen sowie den DASH-Fragebogen entweder telefonisch oder schriftlich. Patienten, die telefonisch nicht erreichbar waren, erhielten ebenfalls die Patienteninformation, die zwei oben genannten Fragebögen und einen frankierten Rückumschlag zugesandt.

An der klinischen Nachuntersuchung in der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen nahmen 50 von 119 Patienten teil. Gründe für die Nichteilnahme an der klinischen Nachuntersuchung waren bei den nicht teilnehmenden Patienten unterschiedlich:

- mangelndes Interesse
- zu weiter Anfahrtsweg
- finanzielle Schwierigkeiten
- Versäumen des klinischen Nachuntersuchungstermins

Von den 50 klinisch nachuntersuchten Patienten beantworteten alle sowohl den DASH-Fragebogen als auch den Studienfragebogen.

18 von 119 Patienten beantworteten den Studienfragebogen sowie den DASH-Fragebogen telefonisch. Weitere 32 von 119 Patienten beantworteten den zugesandten Studienfragebogen und den zugesandten DASH-Fragebogen schriftlich. Von 18 Patienten blieben die versandten Fragebögen jedoch unbeantwortet. Ein Patient beantwortete lediglich den Studienfragebogen und erfüllte somit

## 2 Patienten und Methode

---

nicht die Einschlusskriterien. Dies hatte zur Folge, dass von 119 Patienten schließlich 100 Patienten in unser Studienkollektiv aufgenommen werden konnten.

Tabelle 1: Art des Patientenkontakts bei n=100 Studienpatienten

Patientenkontakt	Patientenanzahl [n]
Schriftliche Beantwortung des DASH-Fragebogens und des Studienfragebogens <u>einschließlich</u> klinischer Nachuntersuchung	50
Telefonische Beantwortung des DASH-Fragebogens und des Studienfragebogens <u>ohne</u> klinische Nachuntersuchung	18
Schriftliche Beantwortung des DASH-Fragebogens und des Studienfragebogens <u>ohne</u> klinische Nachuntersuchung	32

Die 100 Studienpatienten wurden aufgrund ihrer Handgelenkvoll- und Teilarthrodese drei verschiedenen Gruppen zugeteilt.

Der Gruppe 1 wurden die Patienten zugeteilt, die eine Handgelenkvollarthrodese erhalten hatten. Der Gruppe 2 wurden Patienten mit einer STT-Arthrodese zugeteilt und der Gruppe 3 die Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodese.

## 2 Patienten und Methode

Tabelle 2: Art des Patientenkontakts bei n=100 Studienpatienten aufgeschlüsselt nach Operationsmethode

	Voll-arthrodesen	STT-Arthrodesen	4-Ecken-Arthrodesen	Gesamtzahl [n]
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	
Anzahl aller Studienpatienten [n]	44	30	26	100
Anzahl mit Beantwortung der Fragebögen* [n]	22	13	15	50
Anzahl mit Beantwortung der Fragebögen* und klinischer Nachuntersuchung [n]	22	17	11	50
*DASH-Fragebogen und Studienfragebogen				

Vier Patienten der Gruppe 1 hatten bereits eine vorherige STT- bzw. 4-Ecken-Arthrodesese erhalten. Die nachträgliche Handgelenkvollararthrodese wurde bei allen vier Patienten in der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen durchgeführt.

### 2.3.1 Diagnosen der operierten Patienten aufgeschlüsselt nach Operationsmethode

In unserem Patientenkollektiv führten Kahnbeinpseudarthrosen bzw. SNAC-Wrist („scaphoid nonunion advanced collapse“), skapholunäre Dissoziationen bzw. SLAC-Wrist („scapholunate advanced collapse“), Mondbeinnekrosen, STT-Arthrosen, primäre Radiokarpalarthrosen, distale Radiusfrakturen, Kahnbeinnekrosen, Beugekontrakturen sowie septische und aseptische Arthritiden

## 2 Patienten und Methode

zu einer Handgelenkvoll- oder Teilarthrodese. Die unten stehende Tabelle 3 stellt die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Diagnosen in Bezug zur Handgelenkarthrodese dar.

Tabelle 3: Präoperative Diagnosen vor Voll- und Teilarthrodeseoperation

Diagnose	Voll-arthrodesen (n=44)	STT-Arthrodesen (n=30)	4-Ecken-Arthrodesen (n=26)	Alle Studienpatienten (n=100)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
<b>SNAC-Wrist</b>	7	0	24	31
<b>SLAC-Wrist</b>	5	0	0	5
<b>Mondbeinnekrose</b>	4	22	0	26
<b>Kahnbeinnekrose</b>	0	0	2	2
<b>STT-Arthrose</b>	0	8	0	8
<b>Primäre Radiokarpalarthrose</b>	9	0	0	9
<b>Distale Radiusfraktur</b>	7	0	0	7
<b>Septische Arthritiden</b>	7	0	0	7
<b>Aseptische Arthritiden</b>	2	0	0	2
<b>Beugekontraktur</b>	3	0	0	3

### 2.3.2 Auswertung der Patientenakten

Durch die Auswertung der prä-, intra- und postoperativen Patientendaten sollten folgende Kriterien erfasst werden: die präoperative Diagnose, das Geschlecht, das Alter bei Operation und die Seitenverteilung der Handgelenkvoll- und Teilarthrodesen.

## 2 Patienten und Methode

---

### 2.3.3 Fragebögen

Für die Befragung der Patienten wurde sowohl der eigens für die Nachuntersuchung erstellte Studienfragebogen als auch der international anerkannte DASH-Fragebogen („Disability of Arm, Shoulder and Hand“) verwendet. Der eigens für die Nachuntersuchung angefertigte Fragebogen wird in den folgenden Abschnitten als Studienfragebogen bezeichnet.

Der Studienfragebogen beinhaltete Fragen zum Alter, zur Händigkeit, zum derzeit ausgeübten Beruf, zur Unfall- sowie zur Arbeitsunfallanamnese, zu postoperativen Komplikationen, Arbeitsplatzwechsel, Ruhigstellungsdauer, postoperativer ärztlicher Behandlung, stationärer und ambulanter Rehabilitationsbehandlung. Ebenso wurden die Dauer des Vollzeitbeschäftigungsausfalls nach der Operation sowie die nachträglich benötigten Vollarthrodesen nach vorangegangener STT- und 4-Ecken-Arthrodesen erfragt.

Der DASH-Fragebogen ist ein „self report“ Fragebogen. Er wurde erstmals im deutschen Sprachraum von Germann et al. (1999) übersetzt und vorgestellt. Er erfasst rückblickend die subjektive Wahrnehmung des Patienten. Darüber hinaus können diagnosespezifische Aktivitäts- und Ausfallsprofile nachgewiesen werden, so dass der prognostische Wert bei der Patientenaufklärung, der Rehabilitationsprüfung und der beruflichen Reintegration vielversprechend erscheint (Jester et al. 2003).

Der DASH-Fragebogen gliedert sich in drei Teile. Teil A erfasst die Funktionseinschränkung, Teil B die Beschwerdesymptomatik und Teil C die Einschränkung in den Bereichen Sport und Musik. Der Teil C ist fakultativ und konnte in unserer Auswertung wegen unvollständiger Angaben der Patienten nicht berücksichtigt werden.

Zur Auswertung des DASH-Fragebogens werden die Punkte 1 (keine Schwierigkeiten) bis 5 (nicht möglich) der einzelnen Fragen in Teil A und B zur Gesamtpunktzahl addiert. Die maximale erreichbare Gesamtpunktzahl des A und

## 2 Patienten und Methode

---

---

B Teils beträgt insgesamt 150 Punkte. Die minimale Gesamtpunktzahl des A und B Teils liegt bei 30 Punkten.

Der endgültige DASH-Score wird folgendermaßen berechnet:

$$\text{DASH-Score} = [\text{Gesamtpunktzahl} - 30 \text{ (Bandbreite)}] / 1,2 \text{ (Bandbreite)}$$

Der endgültige DASH-Score liegt zwischen 0 und 100 Punkten. Ein DASH-Score von 0 entspricht einer sehr guten Funktion ohne Einschränkung und Beschwerdesymptomatik, ein DASH-Score von 100 hingegen entspricht einer sehr schlechten Funktion mit maximaler Einschränkung und Beschwerdesymptomatik.

Teil A und B können auch getrennt ausgewertet werden:

$$\text{DASH-Score Teil A} = [\text{Gesamtpunktzahl Teil A} - 23 \text{ (Bandbreite Teil A)}] / 0,92 \text{ (Bandbreite Teil A)}$$

---

$$\text{DASH-Score Teil B} = [\text{Gesamtpunktzahl Teil B} - 7 \text{ (Bandbreite Teil B)}] / 0,28 \text{ (Bandbreite Teil B)}$$

Alle bisher durchgeführten Studien zeigten die verlässliche Aussagekraft des DASH-Fragebogens für Langzeituntersuchungen bei Erkrankungen der oberen Extremität (Dohler et al. 2001). Jester et al. (2003) bestätigten die Eignung des DASH-Fragebogens als „Outcome-Instrument“, da er aussagekräftig und zuverlässig die subjektive Einschätzung des Patienten wiedergibt.

## 2 Patienten und Methode

---

### 2.3.4 Klinische Nachuntersuchung

Die klinische Nachuntersuchung erfolgte nach Beantwortung beider oben genannten Fragebögen. Die Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung wurden auf dem Messblatt der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen dokumentiert.

Zu Beginn der klinischen Untersuchung wurde das betroffene Handgelenk auf Schwellung, Verfärbung, Druckschmerz und Zustand der Narbe begutachtet. Anschließend wurde der Bewegungsumfang beider Extremitäten unter Verwendung eines Maßbands und eines Goniometers ausgemessen. Als Normwerte dienten die Werte der nicht betroffenen, gesunden oberen Extremität. Patienten, die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine höhergradige Beweglichkeitseinschränkung und/oder ein großes Kraftdefizit des kontralateralen Unterarmes und/oder der kontralateralen Hand aufwiesen, wurden nicht in der Auswertung der klinischen Nachuntersuchung berücksichtigt.

#### 2.3.4.1 Beweglichkeitsmessung

Der Bewegungsumfang nachfolgender Gelenke wurde in der Neutral-Null-Methode im allgemeinen Messblatt der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen dokumentiert.

Die Ermittlung des Bewegungsumfangs begann mit der Messung der Schulterbeweglichkeit. Es wurden Extension, Flexion, Abduktion, Adduktion und Innen- und Außenrotation beider Schultergelenke ermittelt.

Es folgte die Messung der Extension und Flexion der Ellenbogengelenke.

Bei der Messung von Pronation und Supination beider Hände wurde darauf geachtet, dass der Patient den Ellenbogen zu 90° gebeugt hatte und die Ellenbo-

## 2 Patienten und Methode

---

gen dicht am Körper hielt, um eine mögliche Ausweichbewegung auszuschließen.

Zur Messung von Flexion und Extension im Handgelenk stützte der Patient beide Ellenbogen auf einen Tisch auf. Die Radial- und Ulnarduktion beider Handgelenke wurde bei 90° gebeugten und eng am Körper gehaltenen Ellenbogen mit auf dem Tisch pronierter Hand ausgemessen.

Von den Langfingern DII - DV wurde sowohl die Extension als auch die Flexion im Grund-, Mittel- und Endgelenk ermittelt. Im Daumengrund- und Endgelenk wurden ebenfalls Extension und Flexion festgehalten. Die Abduktion des Daumens in Handebene und orthogonal zur Handebene sowie die Oppositionsbewegung wurden erfasst.

Der Spitzgriff wurde mittels einer Büroklammer getestet. Der Patient wurde gebeten, sowohl mit der linken als auch mit der rechten Hand eine Büroklammer vom Tisch aufzugreifen. Ein Schlüsselersatz diente zur Überprüfung des Schlüsselgriffs. Der Patient wurde aufgefordert, den Schlüsselersatz mit der linken sowie mit der rechten Hand links- und rechtsherum zu drehen.

Der Faustschluss und die Fingerstreckung wurden beidseits überprüft und Defizite ausgemessen. Die Fingerspanne zwischen Finger I und V wurde dokumentiert. Abschließend wurde überprüft, welche Langfingerkuppen mit der Daumenspitze erreicht werden konnten.

### 2.3.4.2 Umfangmessung

Die Umfangmaße der oberen Extremität dienen der Objektivierung der Kraft. Da davon ausgegangen werden kann, dass die Umfangmaße der oberen Extremität mit der Kraft der oberen Extremität im Zusammenhang stehen, wurden im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung zusätzlich die Umfangmaße von Oberarm, Ellenbogengelenk, Unterarm, Handgelenk und Mittelhand ohne Dau-

## 2 Patienten und Methode

---

men gemessen. Die Umfangmaße wurden sowohl von der linken als auch von der rechten oberen Extremität ermittelt.

Der Oberarmumfang wurde 15 cm proximal des Epicondylus lateralis bestimmt. Der Unterarmumfang wurde 10 cm distal des Epicondylus lateralis gemessen. Außerdem wurde der Umfang des Ellenbogengelenks, des Handgelenks und der Mittelhand ohne Daumen ausgemessen.

### 2.3.4.3 Kraftmessung

Es wurde die grobe Greifkraft beider Hände mit dem Baseline Hydraulic Dynamometer und dem Baseline Vigorimeter bestimmt. Zur isometrischen Kraftmessung wurde jeder Patient gebeten, mit maximaler Kraft zuzudrücken. Jeder Patient erhielt pro Hand und Gerät einen Durchlauf. Als Normwerte dienten die Werte der nicht betroffenen, gesunden oberen Extremität, sofern diese nicht eine höhergradige Beweglichkeitseinschränkung und/oder ein größeres Kraftdefizit aufwies.

### 2.3.5 Cooney-Score

Der Cooney-Score nach Cooney et al. (1987) wurde nach der Beantwortung der beiden Fragebögen und der klinischen Nachuntersuchung vom Untersucher errechnet.

Der Cooney-Score enthält die folgenden vier Parameter: die subjektive Schmerzempfindung, den funktionellen Status, die gemessene Beweglichkeit und die gemessene Kraft der operierten Hand. Der Cooney-Score vergibt pro Parameter maximal 25 Punkte.

## 2 Patienten und Methode

Tabelle 4: Punktevergabe für die Parameter „pain“ und „functional status“ des Cooney-Scores

Punkte	Parameter 1	Parameter 2
	pain	functional status
25	no pain	returned to work
20	mild, occasional	restricted employment
15	moderate pain	able to work, unemployed
0	severe pain	unable to work because of pain

Tabelle 5: Punktevergabe für die Parameter „range of motion“ und „grip strength“ des Cooney-Scores

Punkte	Parameter 3	Parameter 4
	range of motion	grip strength
25	100% of normal	100% of normal
25	75 – 100% of normal	75 – 100% of normal
10	50 – 75 % of normal	50 – 75 % of normal
5	25 – 50 % of normal	25 – 50 % of normal
0	0 – 25% of normal	0 – 25% of normal

Die Punktzahlen aller vier Parameter werden zu einem Gesamtscore addiert. Der Gesamtscore unterscheidet zwischen exzellenten (90 - 100 Gesamtpunkte), guten (80 - 90 Gesamtpunkte), befriedigenden (65 - 80 Gesamtpunkte) und schlechten (< 65 Gesamtpunkte) Ergebnissen.

Wir errechneten den Cooney-Score, indem wir die vier Parameter mittels des DASH-Fragebogens, des Studienfragebogens und des Messblatts der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsge-

## 2 Patienten und Methode

---

nossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen ermittelten. Der Parameter „pain“ wurde aus dem DASH-Fragebogen Teil B (Frage 24 und 25) abgelesen. Die Angaben der Fragen 24 und 25 des DASH-Fragebogens wurden gemittelt und aufgerundet. Angaben der Fragen 24 und 25 des DASH-Fragebogens, die den Rubriken „erheblich“ (4 Punkte) und „extrem“ (5 Punkte) entsprachen, wurden im Cooney-Score der Rubrik „severe pain“ zugeordnet. Den Parameter „functional status“ übernahmen wir aus dem Studienfragebogen (Frage 4). Die Parameter „range of motion“ und „grip strength“ wurden dem Messblatt der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen entnommen. Der Parameter „range of motion“ wurde anhand der Flexion/Extension des betroffenen Handgelenks im Vergleich zur Gegenseite in Prozent bewertet. Der Parameter „grip strength“ wurde mittels der Dynamometermessung von der betroffenen Seite im Vergleich zur kontralateralen Seite in Prozent ausgerechnet.

Der Cooney-Score zeigte in der Studie von Jester et al. (2005) eine gute Korrelation zum DASH-Fragebogen. In einer vergleichenden Auswertung zwischen dem Cooney-Score und dem Meine-Score stellten Rudolf et al. (1999) fest, dass einige gut definierte Parameter ausreichen, um Behandlungsergebnisse von karpalen Verletzungen zu beurteilen.

### **2.4 Zeitlicher Abstand zwischen Operation und Studie**

Der zeitliche Abstand zwischen Operation und Studie betrug bei den 100 Studienpatienten durchschnittlich 52.5 Monate ( $s = 27.1$ ). Der kürzeste Abstand zwischen Operation und Studie lag bei 7.4 Monaten. Der längste Abstand betrug 116.2 Monate.

Innerhalb der drei verschiedenen Patientengruppen fanden sich nur geringe Unterschiede. Vollarthrodese Patienten nahmen im Durchschnitt nach 55.8 Monaten ( $s = 26.4$ ) an der Studie teil. Für STT-Arthrodese Patienten ergab sich ein

## 2 Patienten und Methode

---

durchschnittlicher Abstand von 53.9 Monaten ( $s= 26.9$ ) zwischen Operation und Studienteilnahme. Bei 4-Ecken-Arthrodesepatienten lag der durchschnittliche Abstand bei 45.4 Monaten ( $s= 28.3$ ). Die klinische Nachuntersuchung der 48 in die Auswertung eingegangenen Patienten fand im Schnitt 50.8 Monate ( $s= 27.8$ ) nach der Voll- oder Teilarthrodeseeoperation statt.

### 2.5 Auswertung und Datenschutz

Die Auswertung der gewonnenen Daten aus der Patientenakte, aus den Fragebögen und der klinischen Nachuntersuchung erfolgte durch Auswertungsbögen. Zur Wahrung des Datenschutzes wurden die Daten pseudonymisiert und ohne Gebrauch des Namens mit Hilfe elektronischer Datenverarbeitung gespeichert und retrospektiv ausgewertet. Die Daten der Studie wurden in Microsoft Excel und SPSS 13.0 gesichert. SPSS 13.0 ist ein Programm, das das Datenmanagement, aber auch die statistische und grafische Datenanalyse mit den bekanntesten statistischen Verfahren ermöglicht.

Die Normalverteilung unserer abhängigen Variablen (Abstand zwischen Operation und Nachuntersuchung, Alter bei Operation, DASH-Fragebogen, Unterarmdrehbeweglichkeit, Handgelenksbeweglichkeit, Umfangmaße der oberen Extremität, Kraft) konnte in SPSS 13.0 mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests überprüft und bestätigt werden.

Die deskriptive Auswertung der Studiendaten auf der Basis von Mittelwerten und Häufigkeiten erfolgte ebenfalls mit Microsoft Excel und SPSS 13.0.

Die Analyse der Daten auf statistische Signifikanz erfolgte ebenfalls unter Verwendung des Statistik-Programms SPSS 13.0. Mit Hilfe einer univariaten Varianzanalyse wurden die Unterschiede zwischen den drei Gruppen auf Signifikanz hin untersucht. Um zu überprüfen, welche der drei Gruppen sich signifikant unterschieden, wurde post-hoc ein Scheffé-Test durchgeführt.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Ergebnisse der Datengewinnung aus den Patientenakten

Von 100 Studienpatienten konnten Daten aus der Patientenakte und den Fragebögen erfasst und ausgewertet werden. Unter den 100 Studienpatienten waren 44 Vollarthrodesepatienten, 30 STT-Arthrodesepatienten und 26 4-Ecken-Arthrodesepatienten.

##### 3.1.1 Geschlechterverteilung

Von 100 Patienten, die in diese Studie aufgenommen wurden, waren 72% männlich und 28% weiblich.

Unter den Vollarthrodesepatienten war die Geschlechterverteilung männlich zu weiblich 34 (77%) zu 10 (23%) Patienten. Bei den Patienten mit einer STT-Arthrodese war eine ausgewogenere Geschlechterverteilung festzustellen. Hier fanden sich 17 (57%) Männer und 13 (43%) Frauen mit einer STT-Arthrodese. Bei den 4-Ecken-Arthrodesepatienten betrug die Geschlechterverteilung männlich zu weiblich 21 (81%) zu 5 (19%).

Tabelle 6: Geschlechterverteilung der Studienpatienten

Geschlechterverteilung	Vollarthrodese (n=44)	STT-Arthrodese (n=30)	4-Ecken-Arthrodese (n=26)	Alle Studienpatienten (n=100)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
<b>Männlich</b>	34	17	21	72
<b>Weiblich</b>	10	13	5	28

### 3 Ergebnisse

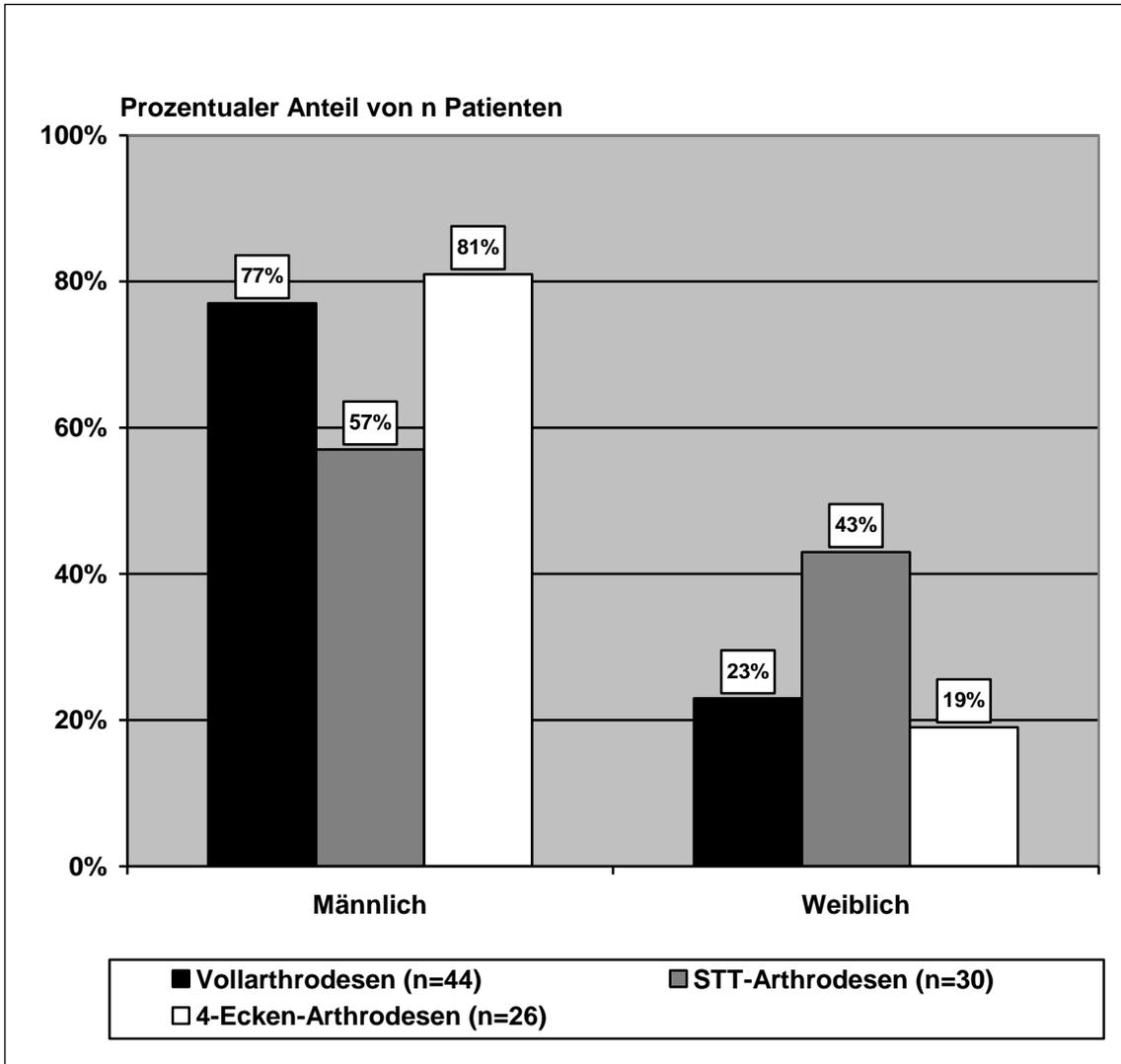


Abb. 10: Geschlechterverteilung der Studienpatienten

## 3 Ergebnisse

---

### 3.1.2 Präoperative Diagnosen

Die präoperativen Diagnosen der 100 Studienpatienten wurden in zehn Diagnosekategorien gruppiert.

Von den 44 Vollarthrodesepatienten erhielten:

- 7 (16%) Vollarthrodesepatienten die präoperative Diagnose einer Kahnbeinpseudarthrose bzw. eines SNAC-Wrist („scaphoid nonunion advanced collapse“)
- 5 (11%) Vollarthrodesepatienten die präoperative Diagnose einer skapholunären Dissoziation bzw. eines SLAC-Wrist („scapholunate advanced collapse“)
- 4 (9%) Vollarthrodesepatienten die präoperative Diagnose einer Mondbeinnekrose
- 9 (20%) Vollarthrodesepatienten die präoperative Diagnose einer primären Radiokarpalarthrose
- 7 (16%) Vollarthrodesepatienten die präoperative Diagnose einer Sekundärarthrose infolge einer distalen Radiusfraktur
- 7 (16%) Vollarthrodesepatienten die präoperative Diagnose einer septischen Arthritis
- 2 (5%) Vollarthrodesepatienten die präoperative Diagnose einer aseptischen Arthritis
- 3 (7%) Vollarthrodesepatienten die präoperative Diagnose einer Beugekontraktur

Von 30 Patienten, die mit einer STT-Arthrodesese versorgt wurden, lag bei 22 (73%) Patienten eine Mondbeinnekrose vor. Bei 8 (27%) weiteren Patienten erfolgte eine STT-Arthrodesese aufgrund einer STT-Arthrose. Von den 26 4-Ecken-Arthrodesepatienten wurde bei 24 (92%) Patienten präoperativ eine Kahnbeinpseudarthrose bzw. ein SNAC-Wrist diagnostiziert. 2 (8%) der 26 Patienten erhielten eine 4-Ecken-Arthrodesese aufgrund einer Kahnbeinnekrose.

### 3 Ergebnisse

Tabelle 7: Verteilung präoperativer Diagnosen auf die verschiedenen Arthro-  
deseoperationen

Diagnose	Voll-arthrodesen (n=44)	STT-Arthrodesen (n=30)	4-Ecken-Arthrodesen (n=26)	Alle Studienpatienten (n=100)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
<b>SNAC-Wrist</b>	7	0	24	31
<b>SLAC-Wrist</b>	5	0	0	5
<b>Mondbeinnekrose</b>	4	22	0	26
<b>Kahnbeinnekrose</b>	0	0	2	2
<b>STT-Arthrose</b>	0	8	0	8
<b>Primäre Radiokarpalarthrose</b>	9	0	0	9
<b>Distale Radiusfraktur</b>	7	0	0	7
<b>Septische Arthritiden</b>	7	0	0	7
<b>Aseptische Arthritiden</b>	2	0	0	2
<b>Beugekontraktur</b>	3	0	0	3

### 3 Ergebnisse

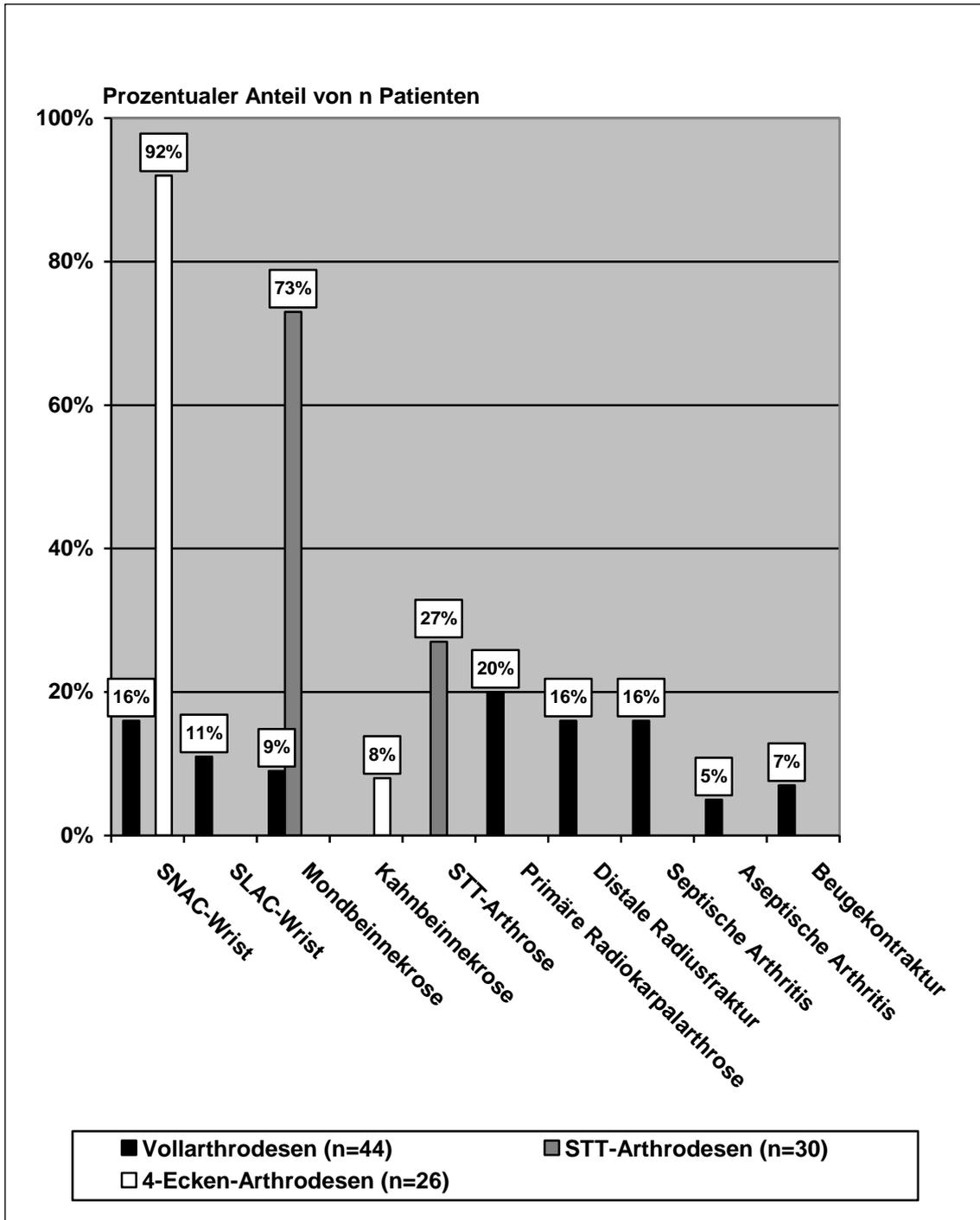


Abb. 11: Verteilung präoperativer Diagnosen auf die verschiedenen Arthrodesoperationen

### 3 Ergebnisse

#### 3.1.3 Seitenverteilung der Voll- und Teilarthrosen

Von den 100 Studienpatienten wurde bei 58% der Patienten das rechte Handgelenk teil- oder vollversteift. 42% der Studienpatienten erhielten eine Voll- oder Teilarthrose des Handgelenks auf der linken Seite.

Bei 27 (61%) der 44 Vollarthrosepatienten, die an der Studie teilnahmen, war das rechte Handgelenk von einer Vollarthrose betroffen. Eine Vollarthrose des linken Handgelenks hatten 17 (39%) Patienten erhalten. Von den 30 STT-Arthrosepatienten hatten 16 (53%) Patienten eine STT-Arthrose des rechten Handgelenks und 14 (47%) Patienten eine des linken Handgelenks. Eine 4-Ecken-Arthrose der rechten Seite erhielten 15 (58%) der 26 4-Ecken-Arthrosepatienten. Bei 11 (42%) der 4-Ecken-Arthrosepatienten war das linke Handgelenk teilversteift worden.

Tabelle 8: Seitenverteilung der Voll- und Teilarthrosen

Seitenverteilung der Voll- und Teil- arthrosen	Voll- arthrosen (n=44)	STT- Arthrosen (n=30)	4-Ecken- Arthrosen (n=26)	Alle Studien- patienten (n=100)
	Absolute Zah- lenwerte von n Patienten			
<b>Rechts</b>	27	16	15	58
<b>Links</b>	17	14	11	42

### 3 Ergebnisse

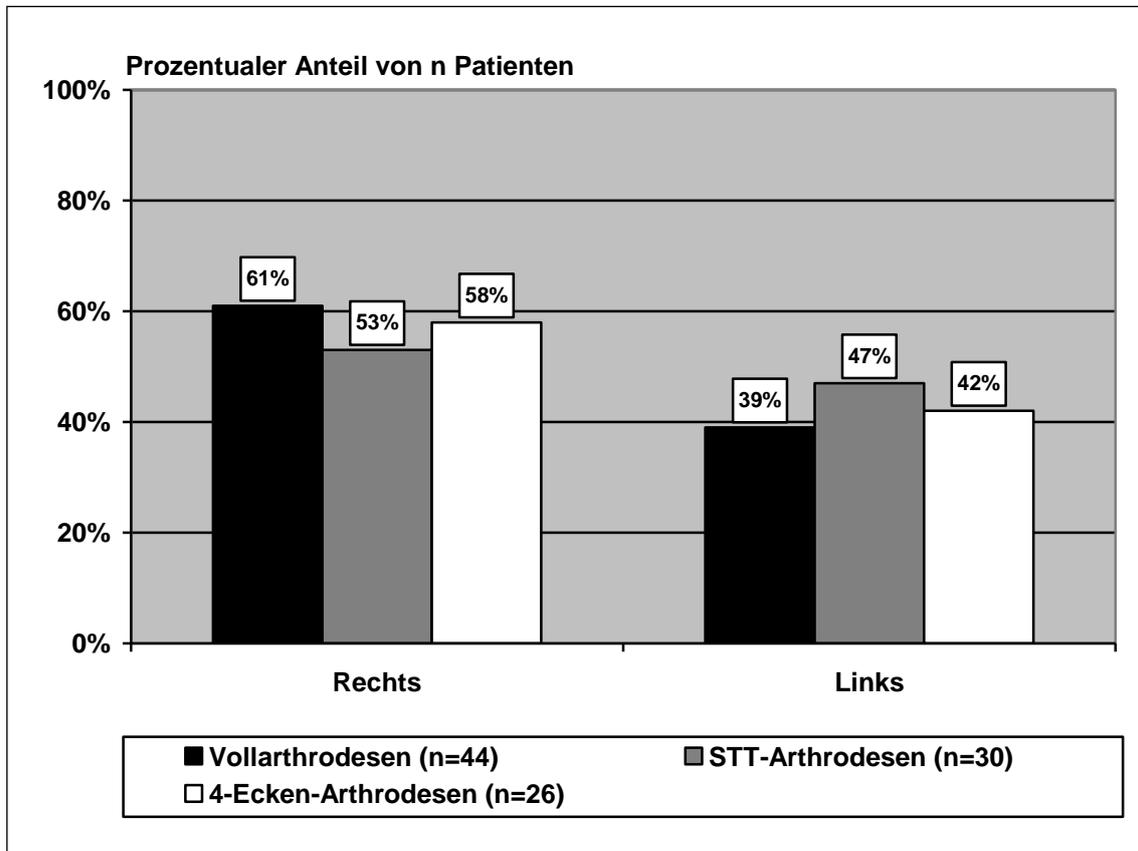


Abb. 12: Seitenverteilung der Voll- und Teilarthrosen

#### 3.1.4 Altersverteilung zum Zeitpunkt der Voll- bzw. Teilarthrodeseoperation

Das Patientenalter bei Voll- und Teilarthrodeseoperationen des Handgelenks konnte von 100 Studienpatienten ermittelt werden.

Patienten, die eine Vollarthrodese erhielten, waren zum Operationszeitpunkt durchschnittlich 51 Jahre alt ( $s=13.8$ ). Der jüngste Vollarthrodeseopatient war 20 Jahre alt, der älteste war 83 Jahre alt. Von 44 Vollarthrodeseopatienten waren 20 (45%) jünger als 50 Jahre und 24 (54%) waren älter als 50 Jahre. Die meisten (23 von 44 Patienten, d.h. rund 52%) der Vollarthrodeseopatienten waren bei der Operation zwischen 40 und 59 Jahre alt.

### 3 Ergebnisse

Patienten mit einer STT-Arthrodeese waren im Schnitt rund 40 Jahre alt ( $s= 13.0$ ). Bei Erhalt der STT-Arthrodeese war der jüngste Patient 21 Jahre alt und der älteste 66 Jahre alt. Bei der Operation waren 22 (73%) der 30 Patienten mit einer STT-Arthrodeese jünger als 50 Jahre.

Das durchschnittliche Alter des 4-Ecken-Arthrodeeseoperationen lag bei rund 38 Jahren ( $s= 8.6$ ). Der jüngste Patient erhielt eine 4-Ecken-Arthrodeese im Alter von 21 Jahren. Der älteste Patient war bei Erhalt der 4-Ecken-Arthrodeese 55 Jahre alt. Zum Operationszeitpunkt waren 24 (92%) der 26 4-Ecken-Arthrodeeseoperationen jünger als 50 Jahre. Die Mehrzahl der Patienten, nämlich 21 (80%), war zum Zeitpunkt der 4-Ecken-Arthrodeeseoperation zwischen 30 und 49 Jahre alt.

Tabelle 9: Altersverteilung zum Zeitpunkt der Voll- bzw. Teilarthrodeeseoperation

Operationsalter	Voll-arthrodesen (n=44)	STT-Arthrodesen (n=30)	4-Ecken-Arthrodesen (n=26)	Alle Studienpatienten (n=100)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
20 – 29 Jahre	3	7	3	13
30 – 39 Jahre	5	7	10	22
40 – 49 Jahre	12	8	11	31
50 – 59 Jahre	11	5	2	18
60 – 69 Jahre	9	3	0	12
> 70 Jahre	4	0	0	4

### 3 Ergebnisse

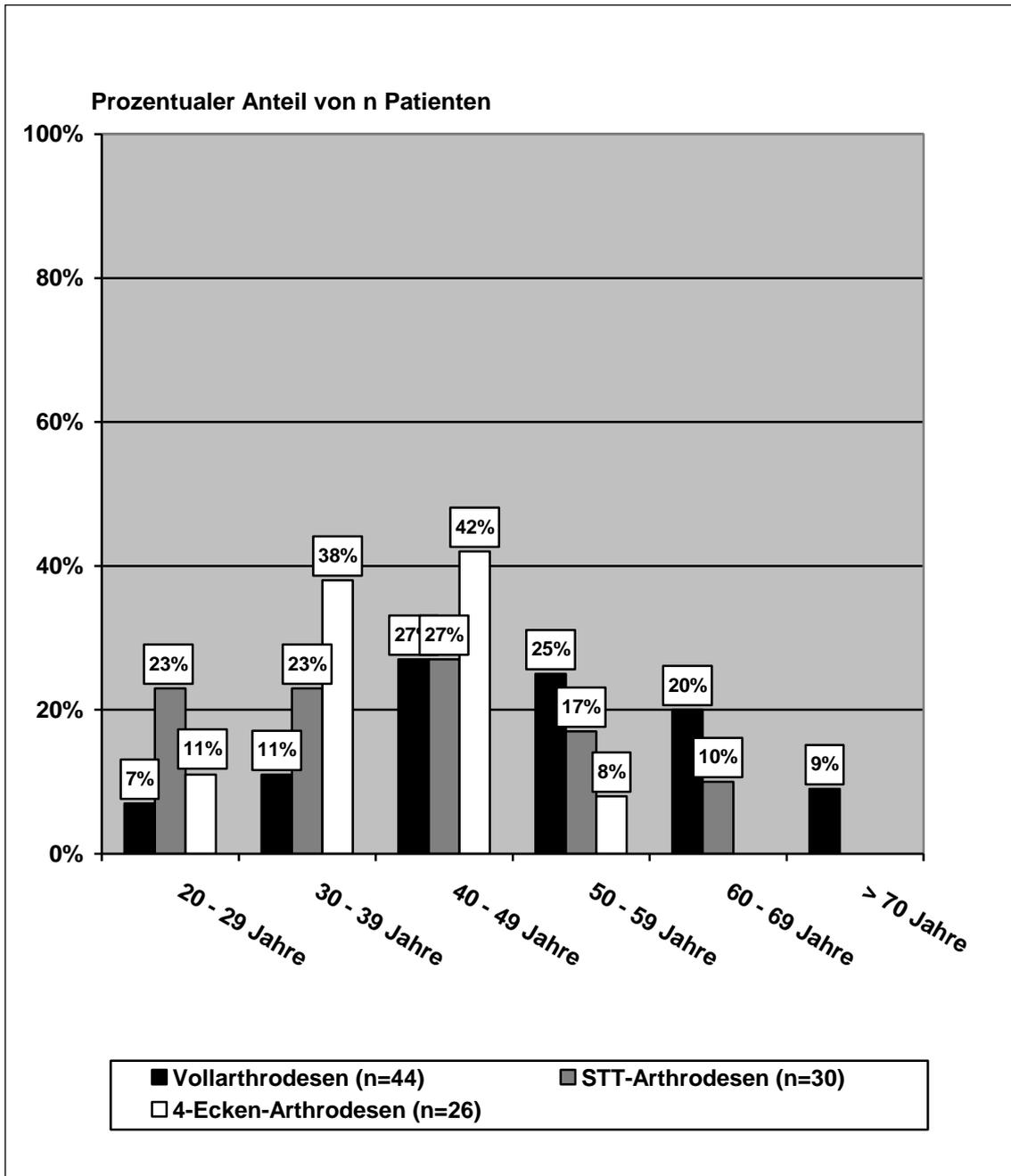


Abb. 13: Altersverteilung zum Zeitpunkt der Voll- bzw. Teilarthrodeseoperation

## 3 Ergebnisse

---

### 3.2 Ergebnisse der Hauptzielkriterien

#### 3.2.1 Ergebnisse des DASH-Fragebogens

Der DASH-Fragebogen konnte von 100 Patienten ausgewertet werden. Teil A des DASH-Fragebogens untersucht die Funktionseinschränkungen im täglichen Leben der Patienten. Es zeigte sich, dass Patienten mit einer Vollarthrodese des Handgelenks wesentlich stärker funktionseingeschränkt waren als Patienten, die eine Teilarthrodese erhalten hatten.

Dementsprechend erreichten Vollarthrodesepatienten durchschnittlich 43 Punkte ( $s= 23.9$ ) in Teil A des DASH-Fragebogens, wohingegen STT-Arthrodesepatienten durchschnittlich 26 Punkte ( $s= 19.6$ ) und 4-Ecken-Arthrodesepatienten durchschnittlich 25 Punkte ( $s= 22.9$ ) im DASH-Fragebogen erreichten.

In Teil B des DASH-Fragebogens werden Daten zur Beschwerdesymptomatik erhoben. Hier zeigte sich ebenso, dass bei Vollarthrodesepatienten mit durchschnittlich 46 Punkten ( $s= 23.4$ ) ein bedeutend höherer DASH-Score zu ermitteln war. STT-Arthrodesepatienten schnitten mit durchschnittlich nur 35 Punkten ( $s= 21.2$ ) in Teil B des DASH-Fragebogens am besten ab und hatten somit die geringste Beschwerdesymptomatik. Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodesese lagen mit durchschnittlich 41 Punkten ( $s= 24.3$ ) zwischen dem Beschwerdeausmaß der Vollarthrodesepatienten und dem der STT-Arthrodesepatienten.

Für den Teil A des DASH-Fragebogens konnte ein signifikanter DASH-Score Unterschied sowohl zwischen Vollarthrodesepatienten und STT-Arthrodesepatienten ( $p= .011$ ) als auch zwischen Vollarthrodesepatienten und 4-Ecken-Arthrodesepatienten ( $p= .009$ ) festgestellt werden.

Bei der Gesamtauswertung beider DASH-Fragebogenteile (Teil A und Teil B) verzeichneten Patienten mit einer Vollarthrodese durchschnittlich 44 Punkte ( $s= 22.6$ ) und hatten gegenüber den Patienten mit einer Teilarthrodese eine

### 3 Ergebnisse

---

---

wesentlich stärkere Funktionseinschränkung und eine ausgeprägtere Beschwerdesymptomatik. Bei STT-Arthrodesepatienten konnte ein DASH-Score von durchschnittlich 28 Punkten ( $s= 17.1$ ) errechnet werden. Bei Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodesese lag der DASH-Score bei durchschnittlich 29 Punkten ( $s= 22.3$ ).

In der Gesamtauswertung des DASH-Fragebogens (Teil A und Teil B) konnte ebenfalls ein signifikanter Unterschied des DASH-Scores zwischen Vollarthrodesepatienten und Teilarthrodesepatienten bestätigt werden. Zwischen Vollarthrodesepatienten und STT-Arthrodesepatienten lag die Signifikanz bei  $p= .007$  und zwischen Vollarthrodesepatienten und 4-Ecken-Arthrodesepatienten lag die Signifikanz bei  $p= .023$ .

### 3 Ergebnisse

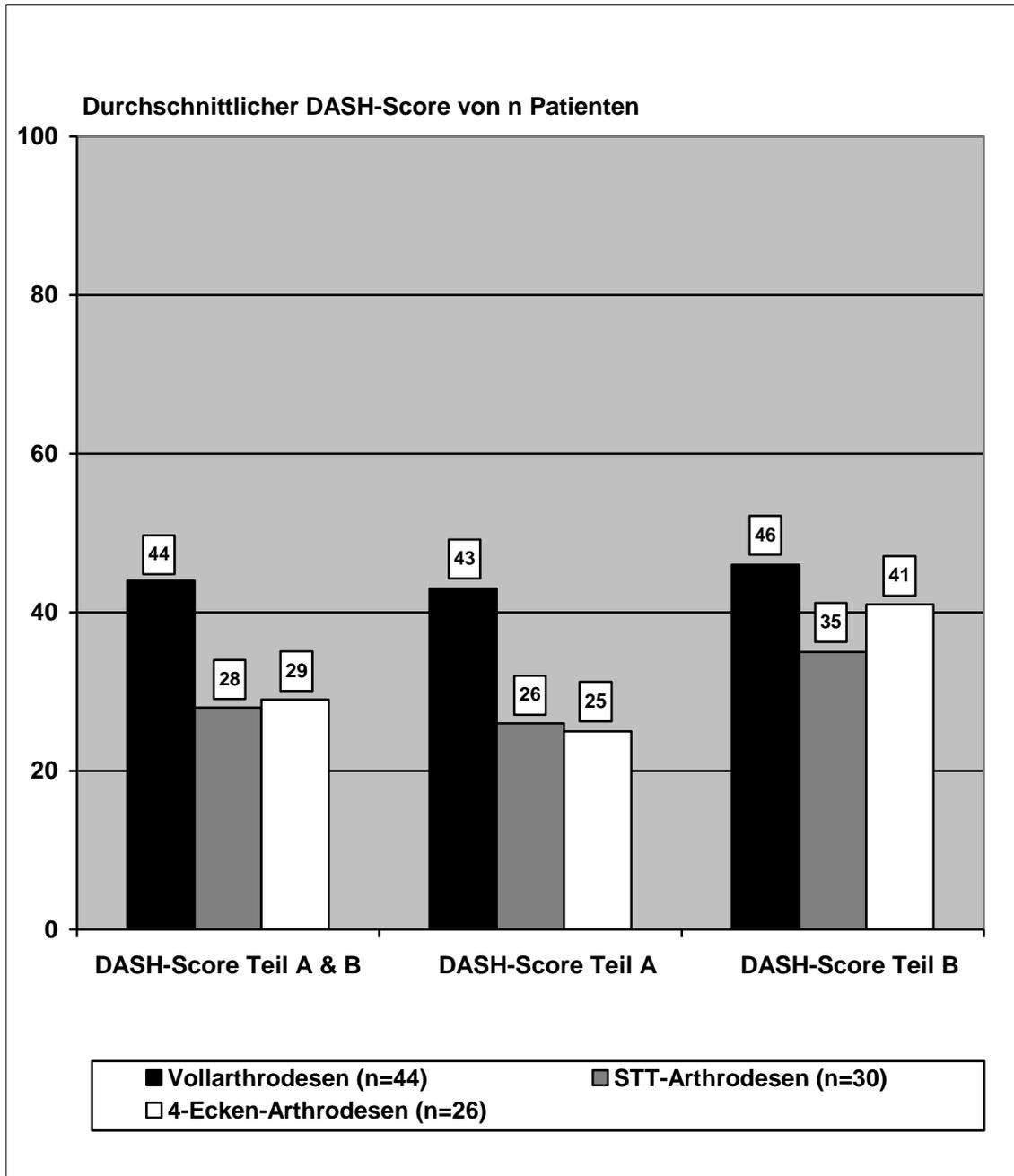


Abb. 14: Durchschnittliche DASH-Scores nach Voll- und Teilarthrodesese

## **3 Ergebnisse**

---

---

### 3.2.2 Ergebnisse der Beweglichkeits- und Kraftmessung

Die Beweglichkeit der oberen Extremität und die Grobkraft der Hand konnte von 50 Patienten klinisch nachuntersucht werden. Darunter waren 22 Vollarthrodesepatienten, 17 STT-Arthrodesepatienten und 11 4-Ecken-Arthrodesepatienten. Ein 4-Ecken-Arthrodesepatient sowie ein Vollarthrodesepatient konnten aufgrund höhergradiger Beweglichkeitseinschränkungen und/oder aufgrund eines großen Kraftdefizits des kontralateralen Unterarms oder der kontralateralen Hand nicht in der Auswertung berücksichtigt werden (siehe Seite 34). Somit gingen 48 Patienten in die Auswertung des Bewegungsumfangs und der Kraft ein. Von diesen 48 klinisch nachuntersuchten Patienten waren 21 Vollarthrodesepatienten, 17 STT-Arthrodesepatienten und 10 4-Ecken-Arthrodesepatienten.

#### 3.2.2.1 Geschlechterverteilung der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesepatienten

Von 48 klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesepatienten waren 36 (75%) Patienten männlich und 12 (25%) weiblich.

Unter den klinisch nachuntersuchten Vollarthrodesepatienten waren 18 (86%) Männer und 3 (14%) Frauen. Von den klinisch nachuntersuchten STT-Arthrodesepatienten waren 10 (59%) männlich und 7 (41%) weiblich. Bei den klinisch nachuntersuchten 4-Ecken-Arthrodesepatienten betrug die Geschlechterverteilung 8 (80%) männlich zu 2 (20%) weiblich.

Die Geschlechterverteilung der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesepatienten (n=48) entsprach prinzipiell der Geschlechterverteilung aller Studienpatienten (n=100).

### 3 Ergebnisse

Tabelle 10: Geschlechterverteilung der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesepatienten

Geschlechterverteilung	Vollarthrosen (n=21)	STT-Arthrosen (n=17)	4-Ecken-Arthrosen (n=10)	Klinisch nachuntersuchte Patienten (n=48)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
<b>Männlich</b>	18	10	8	36
<b>Weiblich</b>	3	7	2	12

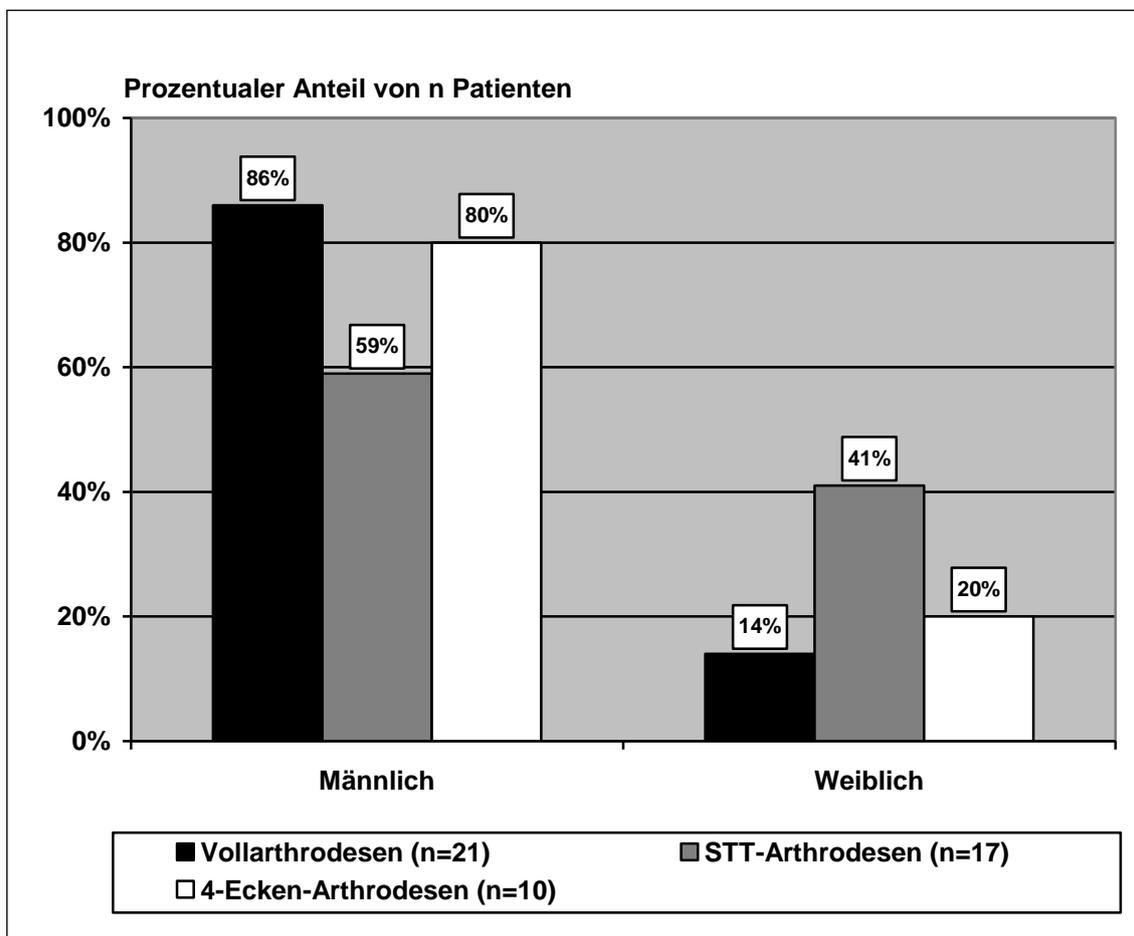


Abb. 15: Geschlechterverteilung der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesepatienten

### 3 Ergebnisse

#### 3.2.2.2 Seitenverteilung der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesen

Die Seitenverteilung der 48 klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesepatienten war verhältnismäßig ausgewogen.

12 (57%) der klinisch nachuntersuchten Vollarthrodesepatienten erhielten die Arthrodesese am rechten Handgelenk und 9 (43%) von ihnen am linken. Von den klinisch nachuntersuchten STT-Arthrodesepatienten (n=17) war bei 8 (47%) Patienten die rechte Seite teilversteift worden und bei 9 (53%) die linke Seite. Bei den klinisch nachuntersuchten Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodesese war die Seitenverteilung der Teilarthrodesen ausgeglichen. Je 5 (50%) Patienten hatten eine 4-Ecken-Arthrodesese der linken bzw. der rechten Seite erhalten.

Im Allgemeinen entsprach die Seitenverteilung der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesepatienten (n=48) der Seitenverteilung des gesamten Studienpatientenkollektivs (n=100).

Tabelle 11: Seitenverteilung der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesen

Seitenverteilung der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesen	Vollarthrodesen (n=21)	STT-Arthrodesen (n=17)	4-Ecken-Arthrodesen (n=10)	Klinisch nachuntersuchte Patienten (n=48)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
<b>Rechts</b>	12	8	5	25
<b>Links</b>	9	9	5	23

### 3 Ergebnisse

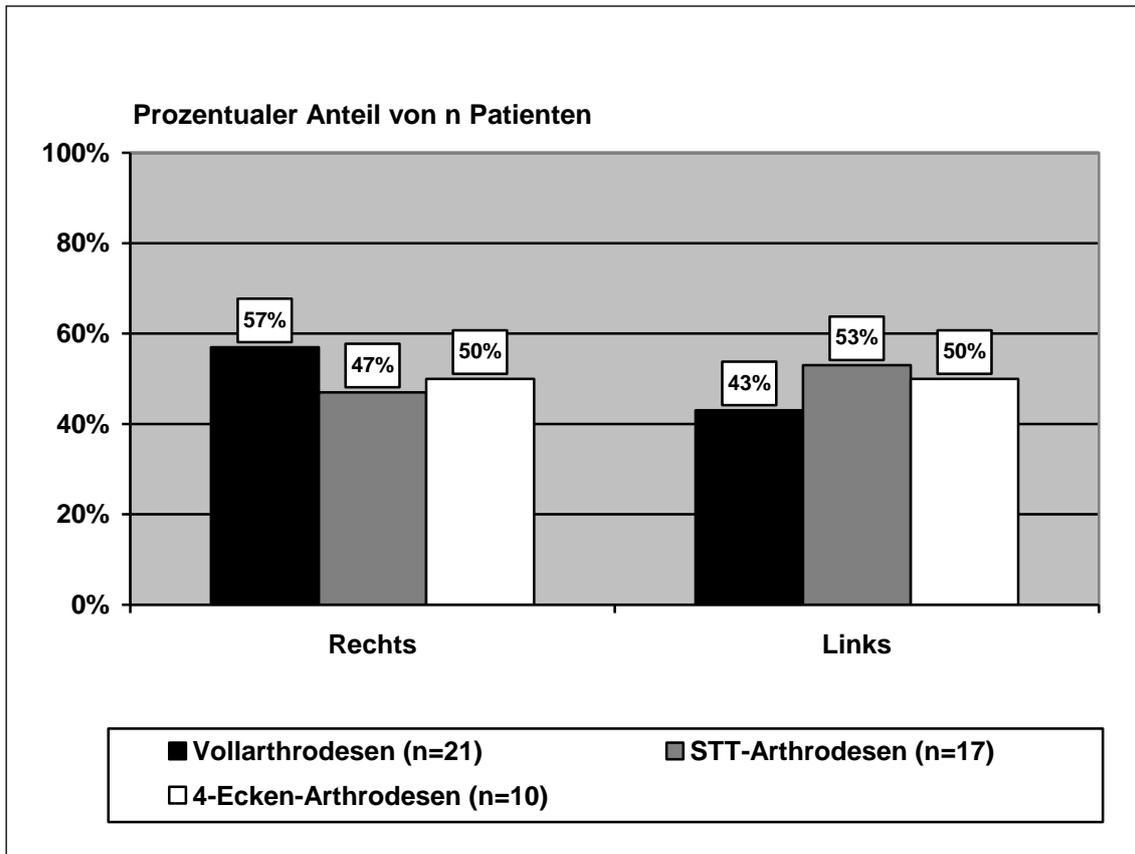


Abb. 16: Seitenverteilung der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrosen

#### 3.2.2.3 Alter der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthroseseptienten zum Zeitpunkt der Operation

Das durchschnittliche Operationsalter der klinisch nachuntersuchten Vollarthroseseptienten betrug rund 46 Jahre ( $s= 12.4$ ). Der jüngste klinisch nachuntersuchte Vollarthroseseptient war bei der Vollarthroseseoperation 20 Jahre alt, der älteste war 61 Jahre alt. Die Mehrheit (12 von 21, d.h. rund 58%) der klinisch nachuntersuchten Vollarthroseseptienten war zum Zeitpunkt der Operation zwischen 40 und 59 Jahre alt.

### 3 Ergebnisse

Klinisch nachuntersuchte STT-Arthrodesepatienten waren zum Operationszeitpunkt durchschnittlich 40 Jahre alt ( $s= 12.7$ ). Der jüngste unter ihnen war 20 Jahre und der älteste war 60 Jahre alt. Die meisten klinisch nachuntersuchten STT-Arthrodesepatienten (11 von 17, d.h. rund 66%) waren zum Operationszeitpunkt jünger als 50 Jahre.

Klinisch nachuntersuchte Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodesese ( $n=10$ ) waren zum Zeitpunkt der Operation rund 40 Jahre alt ( $s= 10.1$ ). Die Altersspanne der klinisch nachuntersuchten 4-Ecken-Arthrodesepatienten zum Operationszeitpunkt lag zwischen 24 und 55 Jahren. 8 (80%) der 10 klinisch nachuntersuchten 4-Ecken-Arthrodesepatienten waren zum Operationszeitpunkt jünger als 50 Jahre.

Tabelle 12: Altersverteilung der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesepatienten zum Zeitpunkt der Operation

Operationsalter der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesepatienten	Vollarthrodesen (n=21)	STT-Arthrodesen (n=17)	4-Ecken-Arthrodesen (n=10)	Klinisch nachuntersuchte Patienten (n=48)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
<b>20 - 29 Jahre</b>	2	4	1	7
<b>30 - 39 Jahre</b>	4	4	3	11
<b>40 - 49 Jahre</b>	6	3	4	13
<b>50 - 59 Jahre</b>	6	5	2	13
<b>60 - 69 Jahre</b>	3	1	0	4
<b>&gt; 70 Jahre</b>	0	0	0	0

### 3 Ergebnisse

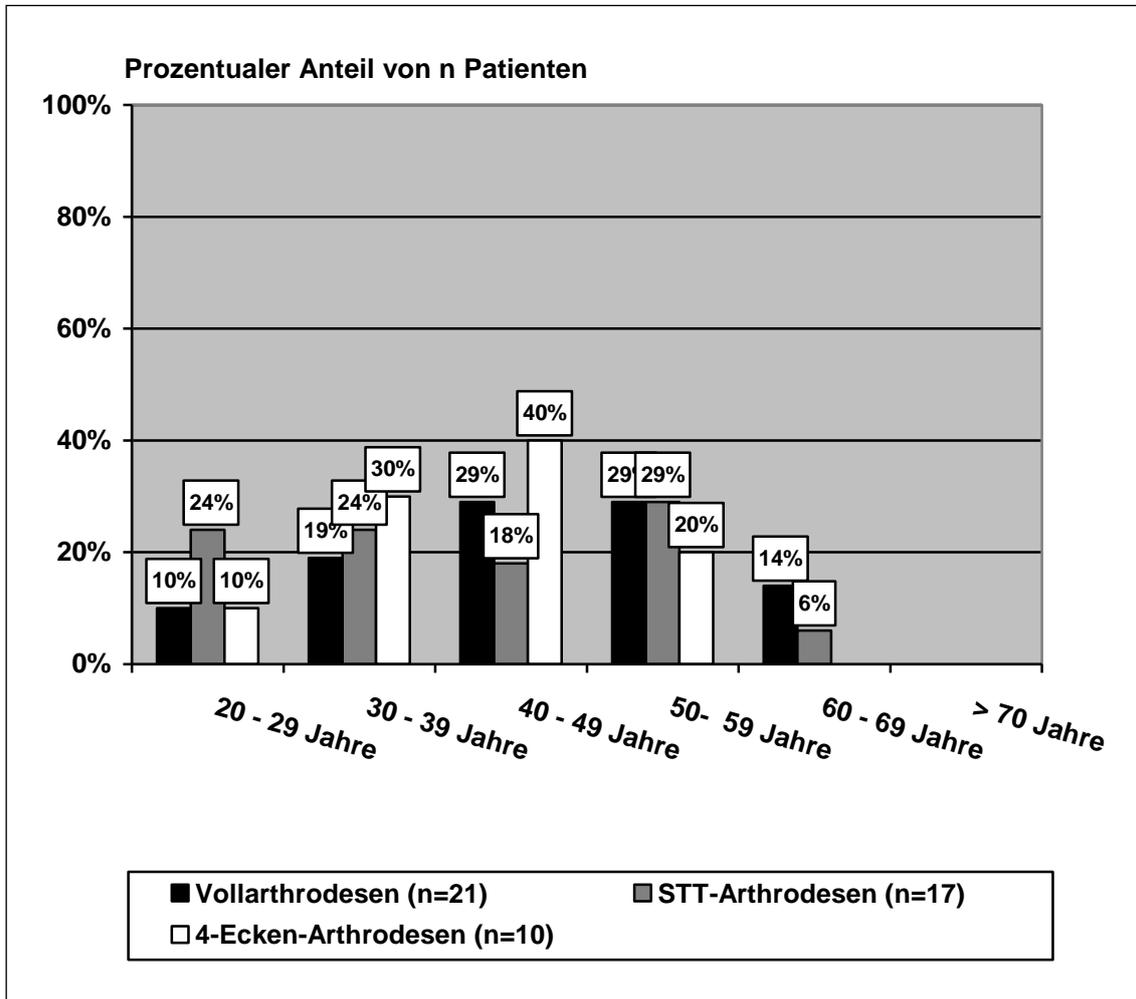


Abb. 17: Altersverteilung der klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesepatienten zum Zeitpunkt der Operation

#### 3.2.2.4 Beweglichkeit

Die Beweglichkeit der oberen Extremität konnte von 48 klinisch nachuntersuchten Patienten, die eine Voll- oder Teilarthrodese des Handgelenks erhalten hatten, ausgewertet werden. Die Messung der Beweglichkeit erfolgte nach der Neutral-Null-Methode. Neben der durchschnittlichen Beweglichkeit in Grad nach Voll- und Teilarthrodese wurde auch der durchschnittliche prozentuale Bewe-

### 3 Ergebnisse

---

gungsumfang der betroffenen Seite im Vergleich zur kontralateralen Seite berechnet.

#### Unterarmdrehbeweglichkeit

Die Supinations- und Pronationsbewegung war bei den klinisch nachuntersuchten Vollarthrodesepatienten deutlich eingeschränkt. Sie verzeichneten eine Supination/Pronation von durchschnittlich  $56^{\circ}/0^{\circ}/74^{\circ}$  (Supination  $s= 27.0$ , Pronation  $s= 27.0$ ). Die Seite mit einer Vollarthrodese erreichte 82% ( $s= 24.8$ ) der Supinations-/Pronationsbewegung der Gegenseite.

Teilarthrodesepatienten verzeichneten im Hinblick auf die Unterarmdrehbeweglichkeit geringe bis keine Unterschiede im Vergleich zur Gegenseite. Klinisch nachuntersuchte STT-Arthrodesepatienten erreichten eine durchschnittliche Supination/Pronation von  $82^{\circ}/0^{\circ}/86^{\circ}$  (Supination  $s= 13.0$ , Pronation  $s= 6.0$ ). Dieser Wert entsprach durchschnittlich 100% ( $s= 7.1$ ) der Beweglichkeit der Gegenseite. Bei klinisch nachuntersuchten Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodese betrug die durchschnittliche Supination/Pronation  $81^{\circ}/0^{\circ}/85^{\circ}$  (Supination  $s= 10.0$ , Pronation  $s= 7.0$ ). Dies entsprach durchschnittlich 99% ( $s= 5.6$ ) der Supinations-/Pronationsbewegung der Gegenseite.

Die Supinationsbewegung zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen Voll- und Teilarthrodesepatienten. Während zwischen 4-Ecken-Arthrodesepatienten und Vollarthrodesepatienten ein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Supination von  $p= .009$  nachweisbar war, konnte zwischen Vollarthrodesepatienten und STT-Arthrodesepatienten sogar ein sehr signifikanter Unterschied von  $p= .001$  festgestellt werden.

Es konnte ein signifikanter Unterschied der durchschnittlichen prozentualen Supinations-/Pronationsbewegung von  $p= .009$  zwischen Voll- und STT-Arthro-

### 3 Ergebnisse

desepatienten errechnet werden. Ebenso ließ sich ein signifikanter Unterschied von  $p = .039$  zwischen Vollarthrodese- und 4-Ecken-Arthrodesepatienten ermitteln.

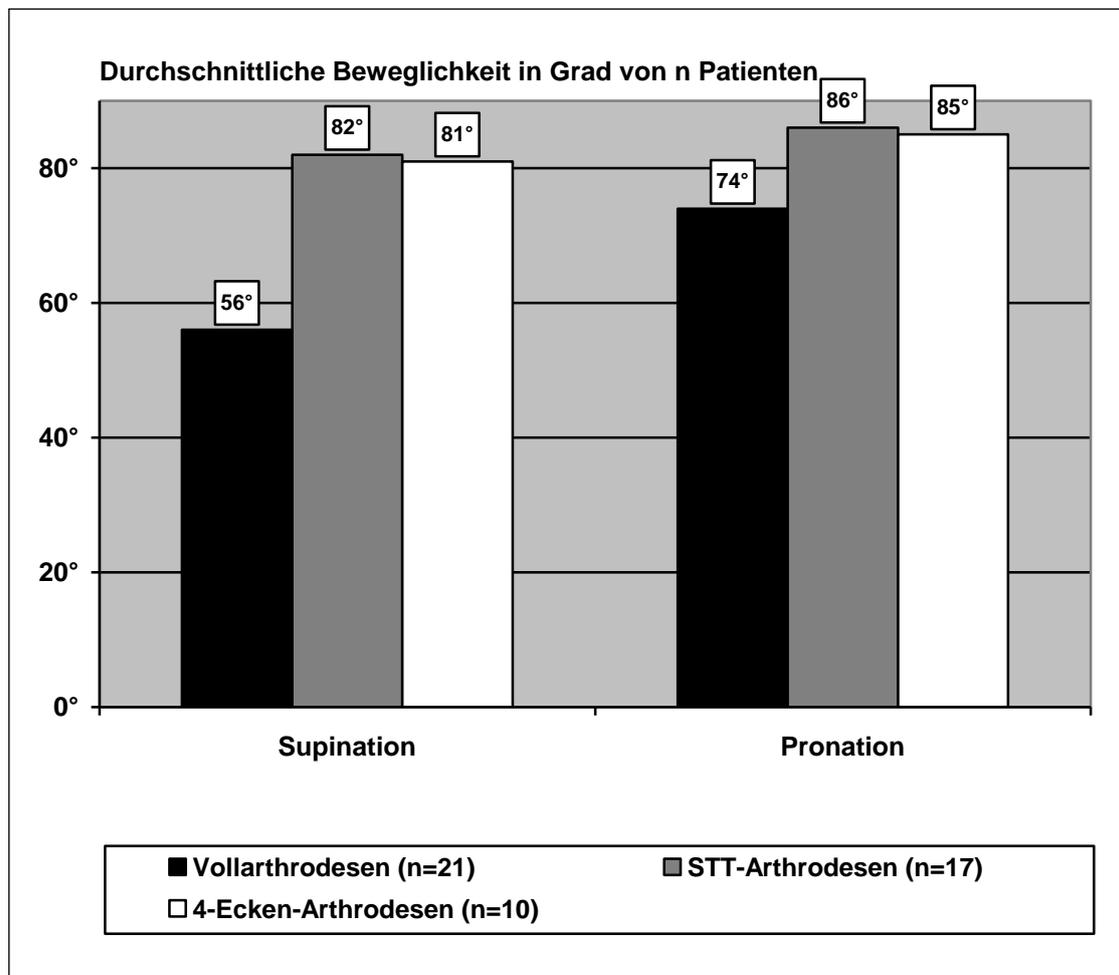


Abb. 18: Durchschnittlicher Bewegungsumfang für Supination und Pronation der betroffenen Seite in Grad

### 3 Ergebnisse

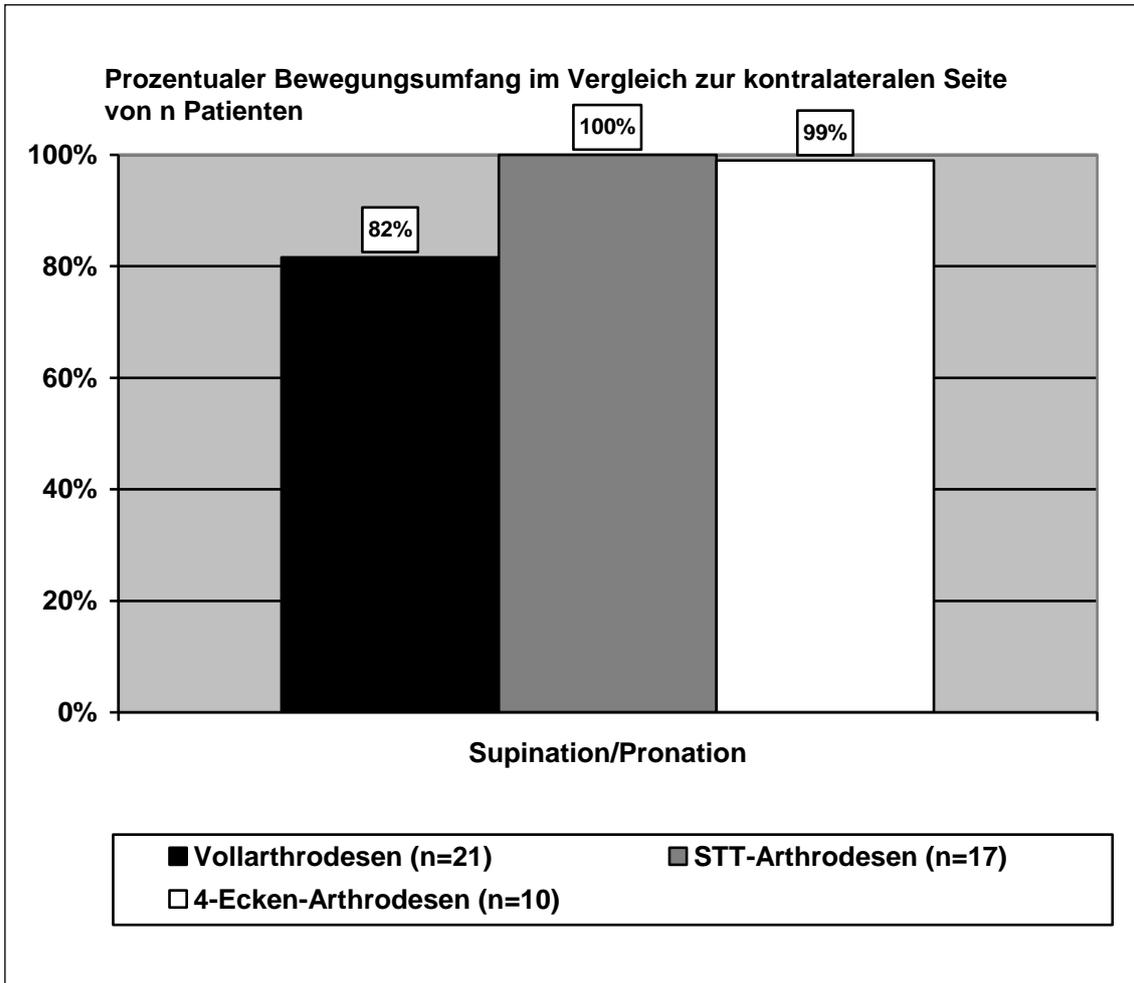


Abb. 19: Durchschnittlicher Supinations-/Pronationsbewegungsumfang im Vergleich zur kontralateralen Seite in Prozent

#### Handgelenksbeweglichkeit

Patienten mit einer Vollarthrodese verfügten erwartungsgemäß über keine Beweglichkeit im Handgelenk und so gingen nur 27 Teilarthrodese Patienten in die Auswertung ein. Der Handgelenkbewegungsumfang konnte von 17 STT-Arthrodesepatienten und von 10 4-Ecken-Arthrodesepatienten ausgewertet werden.

STT-Arthrodesepatienten erreichten eine durchschnittliche Flexion/Extension von  $48^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}$  (Flexion  $s=17.8$ , Extension  $s=15.2$ ) und eine durchschnittliche

### 3 Ergebnisse

Radial-/Ulnarduktion von  $10^{\circ}/0^{\circ}/16^{\circ}$  (Radialduktion  $s= 13.0$ , Ulnarduktion  $s= 11.0$ ). Dies entsprach einem Flexions-/Extensionsbewegungsumfang von 72% ( $s= 28.6$ ) der Gegenseite und einem Radial-/Ulnarduktionsbewegungsumfang von 60% ( $s= 54.1$ ) der Gegenseite.

4-Ecken-Arthrodesepatienten zeigten eine durchschnittliche Flexion/Extension von  $32^{\circ}/0^{\circ}/21^{\circ}$  (Flexion  $s= 19.2$ , Extension  $s= 19.8$ ) und eine durchschnittliche Radial-/Ulnarduktion von  $11^{\circ}/0^{\circ}/11^{\circ}$  (Radialduktion  $s= 8.0$ , Ulnarduktion  $s= 12.0$ ). Ihr Flexions-/Extensionsbewegungsumfang erreichte durchschnittlich 41% ( $s= 25.8$ ) im Vergleich zur kontralateralen Seite und ihr Radial-/Ulnarduktionsbewegungsumfang lag durchschnittlich bei 62% ( $s= 50.9$ ) der kontralateralen Seite.

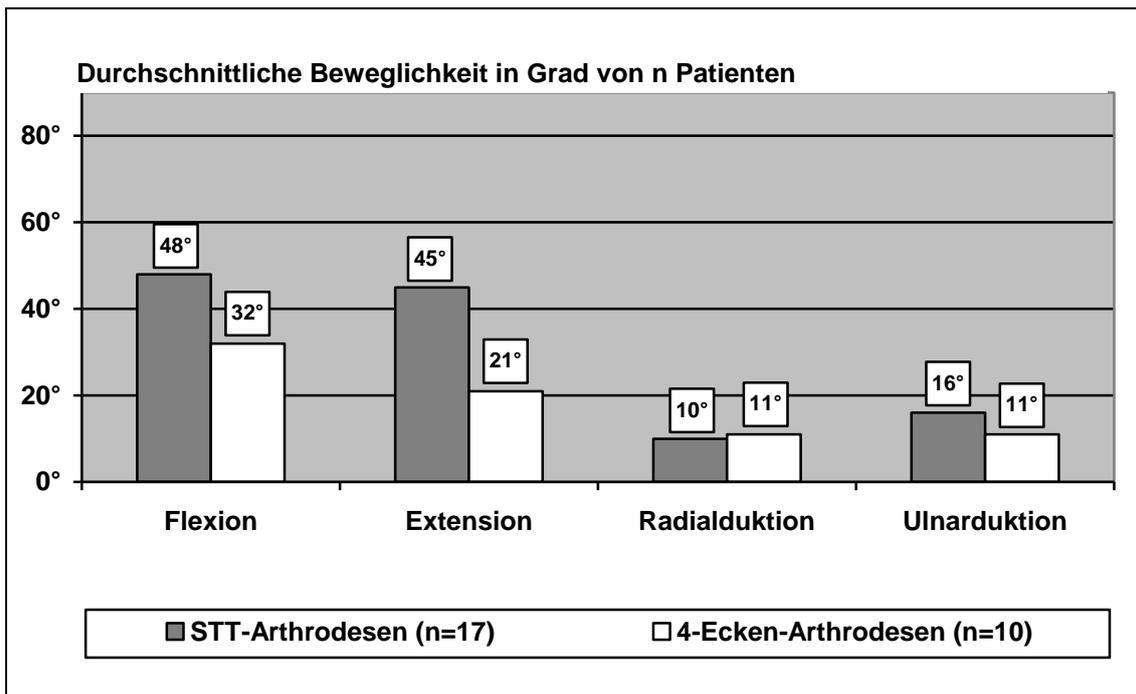


Abb. 20: Durchschnittliche Flexion/Extension und Radial-/Ulnarduktion des Handgelenks in Grad

### 3 Ergebnisse

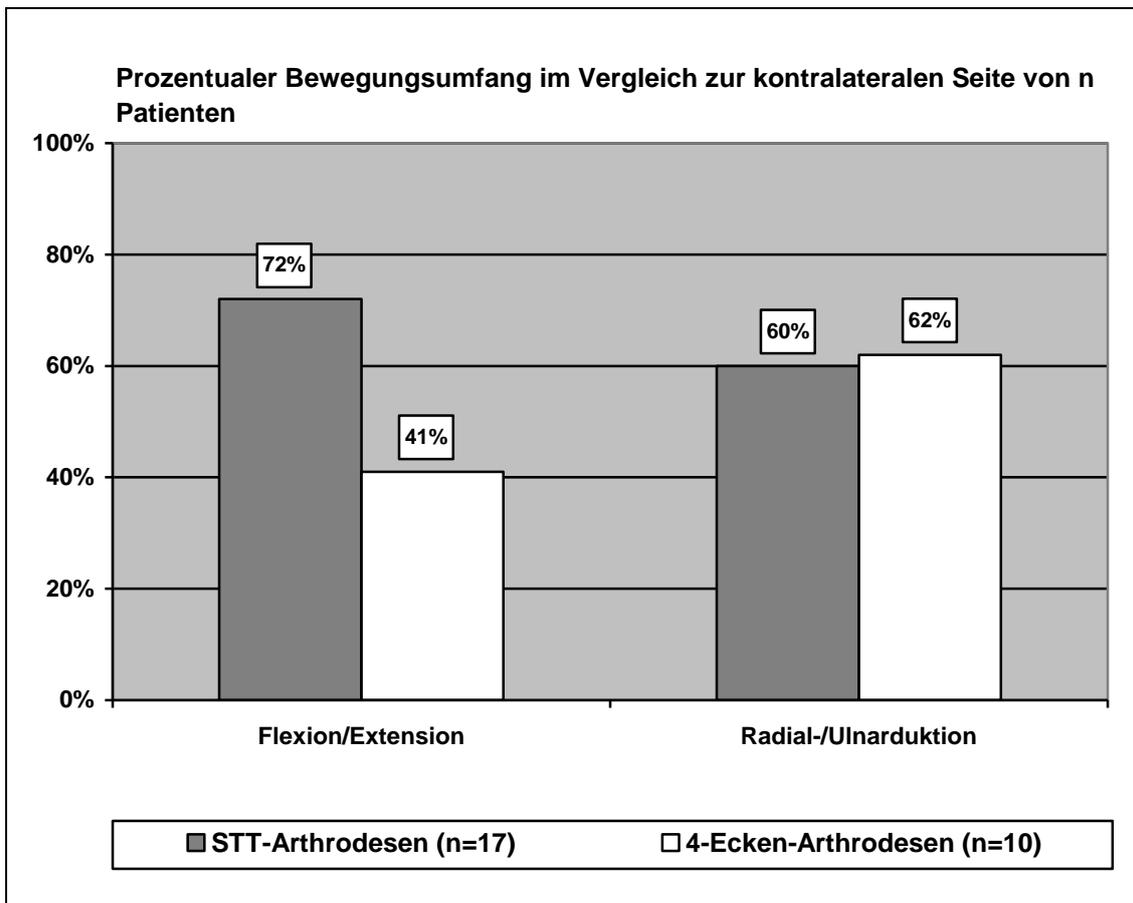


Abb. 21: Durchschnittlicher Bewegungsumfang für Flexion/Extension und Radial-/Ulnardeviation des Handgelenks im Vergleich zur kontralateralen Seite in Prozent

#### Faustschluss

Bei 32 (67%) von 48 klinisch nachuntersuchten Patienten war der Faustschluss auf der betroffenen Seite ohne Einschränkung möglich. 16 (33%) Patienten hatten ein Faustschlussdefizit unterschiedlichen Ausmaßes.

Von den 21 Vollarthrodesepatienten war bei 9 (43%) Patienten der komplette Faustschluss möglich, bei 12 (57%) Patienten hingegen war er nicht möglich. Von den 17 STT-Arthrodesepatienten konnten 15 (88%) die Faust komplett

### 3 Ergebnisse

schließen, lediglich bei 2 (12%) Patienten war dies nicht möglich. Von den 4-Ecken-Arthrodesepatienten erreichten 8 (80%) einen kompletten Faustschluss, wohingegen 2 (20%) Patienten die Faust nicht komplett schließen konnten.

Tabelle 13: Faustschluss der betroffenen Hand

Faustschluss	Vollarthrodesen (n=21)	STT-Arthrodesen (n=17)	4-Ecken-Arthrodesen (n=10)	Klinisch nachuntersuchte Patienten (n=48)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
<b>Nicht möglich</b>	12	2	2	16
<b>Möglich</b>	9	15	8	32

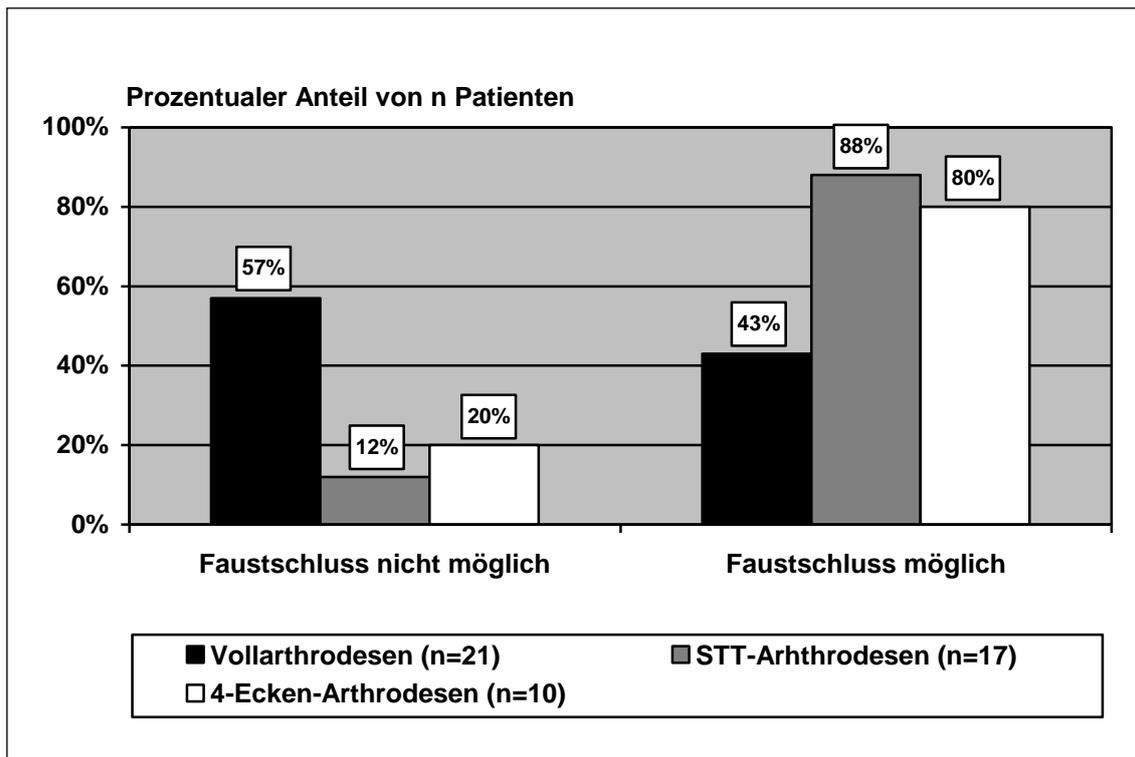


Abb. 22: Faustschluss der betroffenen Hand

### 3 Ergebnisse

#### Fingerstreckung

Die komplette Fingerstreckung aller Langfinger (DII bis DV) war bei 28 (58%) der 48 klinisch nachuntersuchten Patienten möglich. Bei 20 (42%) der 48 klinisch nachuntersuchten Patienten war dies jedoch nicht möglich.

Die komplette Fingerstreckung aller Langfinger war 13 (62%) der 21 klinisch nachuntersuchten Patienten mit einer Vollarthrodese nicht möglich. Dies gelang lediglich 8 (38%) von ihnen. 13 (76%) der 17 klinisch nachuntersuchten STT-Arthrodesepatienten konnten eine komplette Fingerstreckung aller Langfinger (DII bis DV) ausführen. Nur 4 (24%) der klinisch nachuntersuchten STT-Arthrodesepatienten gelang keine komplette Fingerstreckung. Bei den klinisch nachuntersuchten Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodese erreichten 7 (70%) eine komplette Streckung der Finger DII bis DV. 3 (30%) von ihnen erreichten die komplette Fingerstreckung jedoch nicht.

Tabelle 14: Komplette Fingerstreckung aller Langfinger (DII bis DV) der betroffenen Seite

Fingerstreckung aller Langfinger DII bis DV	Vollarthrodesen (n=21)	STT-Arthrodesen (n=17)	4-Ecken-Arthrodesen (n=10)	Klinisch nachuntersuchte Patienten (n=48)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
<b>Nicht möglich</b>	13	4	3	20
<b>Möglich</b>	8	13	7	28

### 3 Ergebnisse

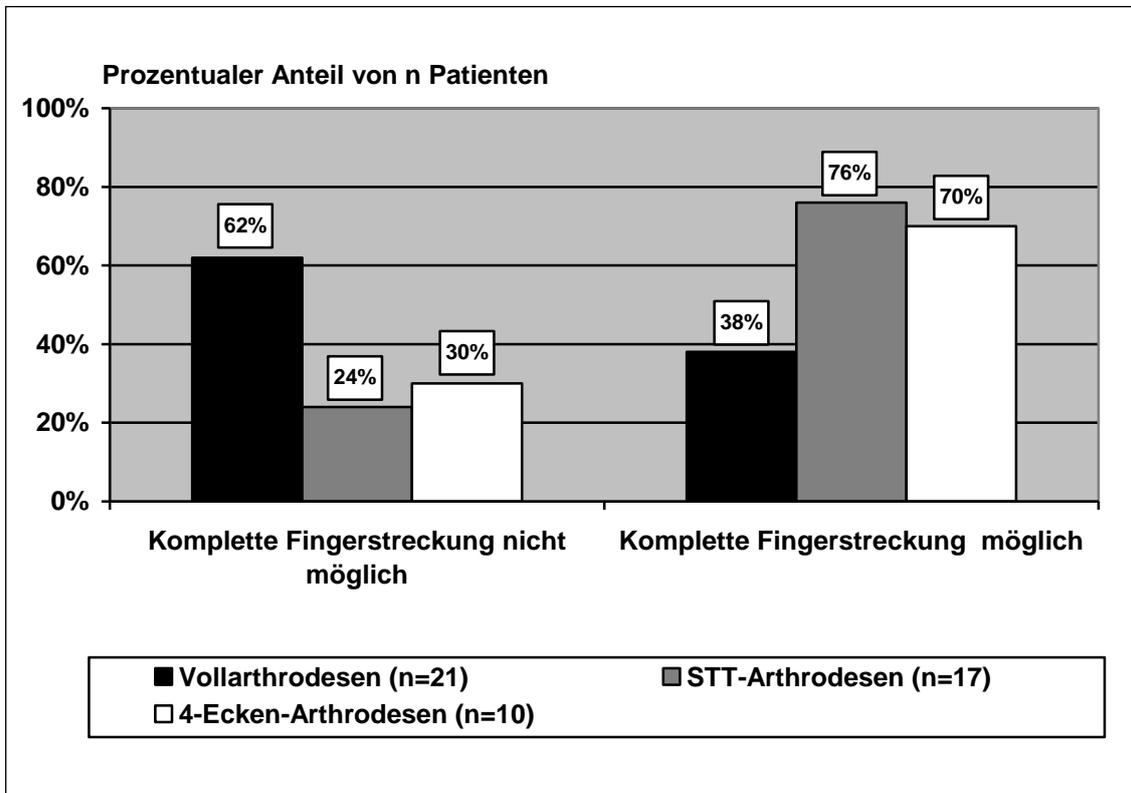


Abb. 23: Komplette Fingerstreckung aller Langfinger (DII bis DV) der betroffenen Seite

#### Oppositionsbewegung des Daumens

Wichtig für die Funktion der Hand ist die Oppositionsbewegung des Daumens zu den Grundgelenken der Finger DII bis DV. Von den 48 in die Auswertung eingegangenen klinisch nachuntersuchten Patienten konnten 36 (75%) Patienten die Oppositionsbewegungen des Daumens zum Fingergrundgelenk DV auf der betroffenen Seite ausführen. 12 (25%) der Patienten konnten den Daumen hingegen nicht zum Fingergrundgelenk DV opponieren.

6 (29%) der 21 Vollarthroseseptienten war eine Oppositionsbewegung des Daumens zum Fingergrundgelenk DV nicht möglich. Von den Teilarthroseseptienten konnten 3 (18%) der 17 STT- Arthroseseptienten und 3 (30%) der

### 3 Ergebnisse

10 4-Ecken-Arthrodesepatienten den Daumen nicht zum Fingergrundgelenk DV opponieren.

Tabelle 15: Oppositionsbewegung des Daumens der betroffenen Seite zum Fingergrundgelenk DV

Opposition des Daumens zum Fingergrundgelenk DV	Vollarthrodesen (n=21)	STT-Arthrodesen (n=17)	4-Ecken-Arthrodesen (n=10)	Klinisch nachuntersuchte Patienten (n=48)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
Nicht möglich	6	3	3	12
Möglich	15	14	7	36

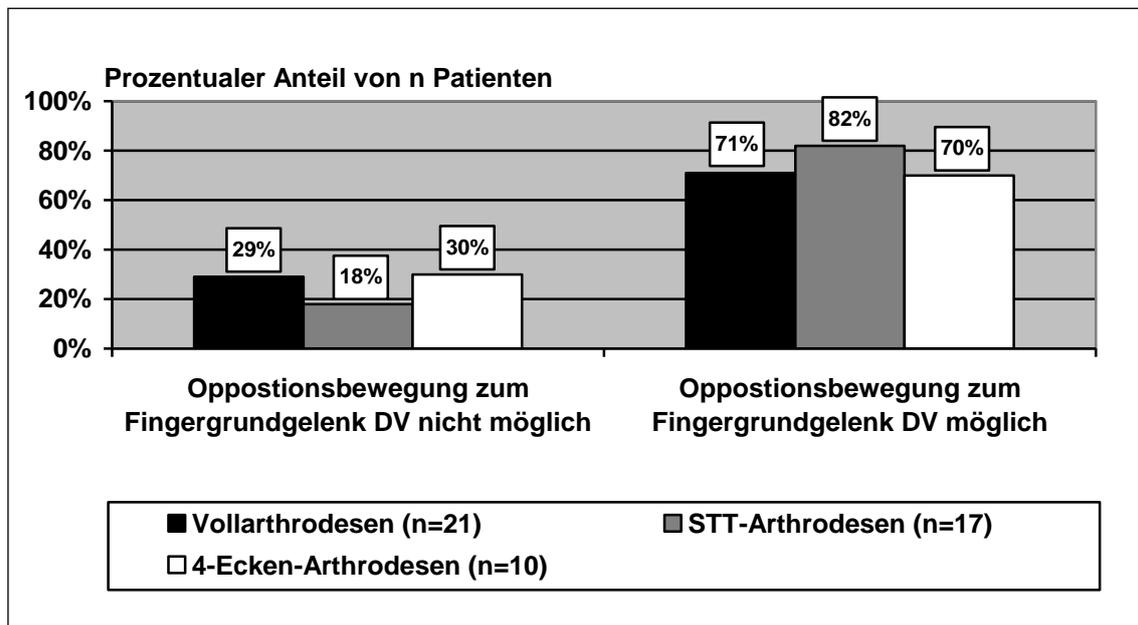


Abb. 24: Oppositionsbewegung des Daumens der betroffenen Seite zum Fingergrundgelenk DV

### 3 Ergebnisse

#### Funktionsgriffe

Den Schlüsselgriff mit entsprechender Unterarmdrehbeweglichkeit konnten 6 (13%) der 48 klinisch nachuntersuchten Patienten auf der betroffenen Seite nicht ausführen. Sie alle gehörten zu den Patienten, die eine Vollarthrodese erhalten hatten. Klinisch nachuntersuchte Patienten mit einer STT- oder einer 4-Ecken-Arthrodese konnten den Schlüsselgriff auf der betroffenen Seite zu 100% ausführen.

Tabelle 16: Durchführung des Schlüsselgriffs mit Unterarmdrehbeweglichkeit auf der betroffenen Seite

<b>Schlüsselgriff mit Unterarmdrehbeweglichkeit</b>	<b>Vollarthrodesen (n=21)</b>	<b>STT-Arthrodesen (n=17)</b>	<b>4-Ecken-Arthrodesen (n=10)</b>	<b>Klinisch nachuntersuchte Patienten (n=48)</b>
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
<b>Nicht möglich</b>	6	0	0	6
<b>Möglich</b>	15	17	10	42

### 3 Ergebnisse

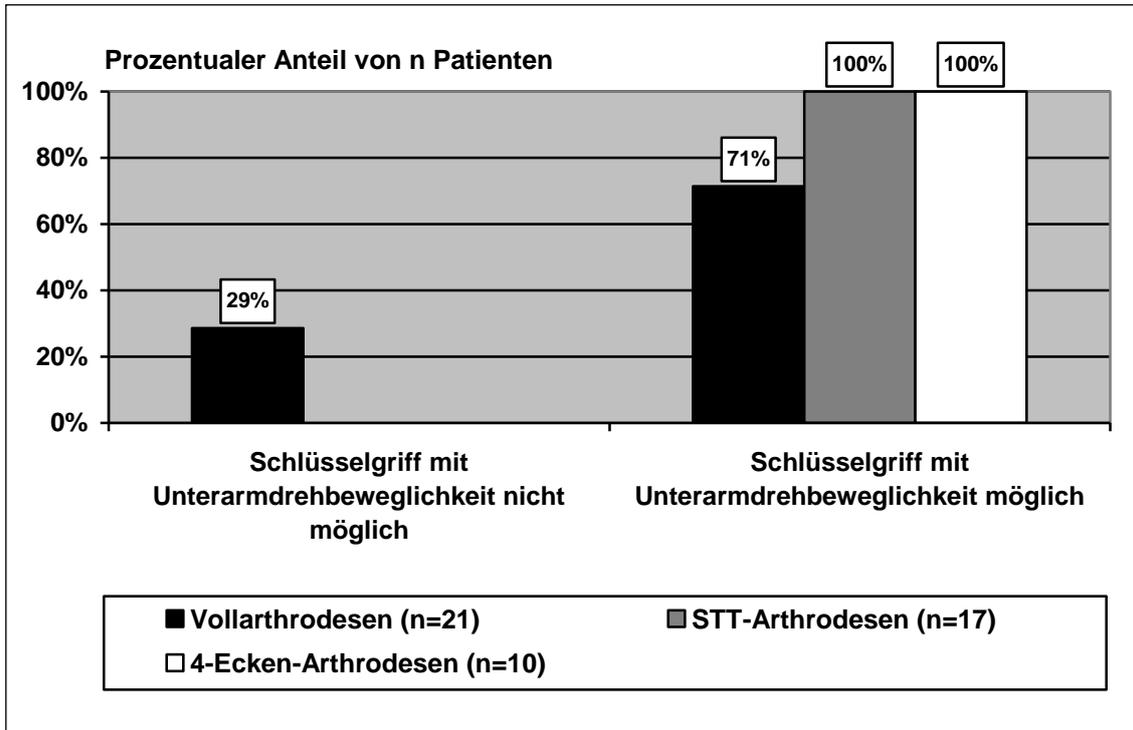


Abb. 25: Durchführung des Schlüsselgriffs mit Unterarmdrehbeweglichkeit auf der betroffenen Seite

Der Spitzgriff war bei 4 (8%) der 48 nachuntersuchten Patienten mit der betroffenen Hand nicht möglich. Bei 3 (14%) von 21 klinisch nachuntersuchten Vollarthrosepatienten und bei einem (10%) von 10 4-Ecken-Arthrosepatienten war den Spitzgriff auf der betroffenen Seite nicht möglich. Alle klinisch nachuntersuchten STT-Arthrosepatienten (100%) konnten den Spitzgriff ausführen.

### 3 Ergebnisse

Tabelle 17: Durchführung des Spitzgriffs auf der betroffenen Seite

Spitzgriff	Vollarthrodesen (n=21)	STT-Arthrodesen (n=17)	4-Ecken-Arthrodesen (n=10)	Klinisch nachuntersuchte Patienten (n=48)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
Nicht möglich	3	0	1	4
Möglich	18	17	9	44

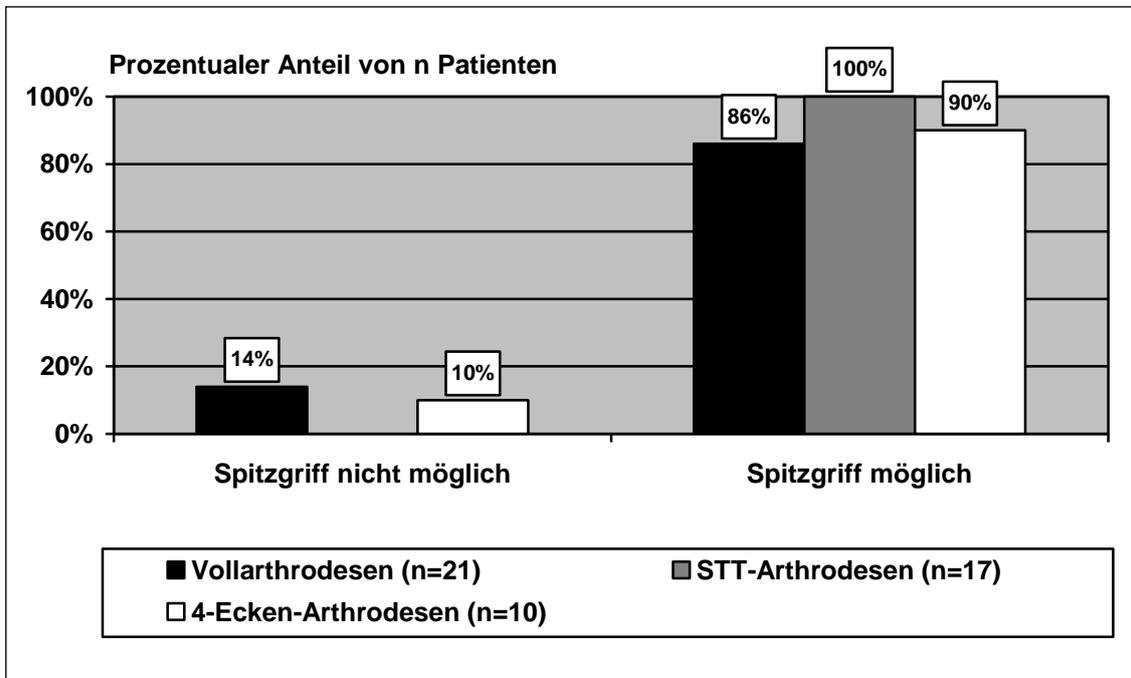


Abb. 26: Durchführung des Spitzgriffs auf der betroffenen Seite

#### 3.2.2.5 Umfangmaße

Der durchschnittliche Umfang an Oberarm, Ellenbogen, Unterarm, Handgelenk und Handfläche ohne Daumen wurde von 48 klinisch nachuntersuchten Voll- und Teilarthrodesepatienten mit den Werten der kontralateralen Seite verglichen.

### 3 Ergebnisse

---

Der Umfang des Oberarms und des Ellenbogens war bei den 21 Vollarthrodeseptienten seitengleich (Oberarm  $s= 5.1$ , Ellenbogen  $s= 3.8$ ). Der Umfang des Unterarms war mit 95% ( $s= 11.2$ ) im Vergleich zur Gegenseite unwesentlich kleiner. Der Umfang der Handfläche ohne Daumen betrug bei den Vollarthrodeseptienten 99% ( $s= 6.4$ ) der Gegenseite. Der Handgelenkumfang der Vollarthrodeseptientenseite lag hingegen mit 103% ( $s= 15.5$ ) über dem der kontralateralen Seite.

STT-Arthrodeseptienten wiesen einen seitengleichen Oberarmumfang (100%,  $s= 4.5$ ) auf. Der Umfang des Ellenbogens, des Unterarms sowie der Handfläche der STT-Arthrodeseptientenseite war mit 98% (Ellenbogen  $s= 2.7$ ), 97% (Unterarm  $s= 2.9$ ) und 99% (Handfläche  $s= 4.7$ ) ein wenig geringer als auf der kontralateralen Seite. Der Handgelenkumfang der betroffenen Seite lag auch bei ihnen mit 102% ( $s= 3.0$ ) knapp über dem Umfangmaß der Gegenseite.

4-Ecken-Arthrodesen wiesen neben einem geringfügig kleineren Umfang des Oberarmes von 97% ( $s= 3.0$ ) im Vergleich zur kontralateralen Seite auch einen geringfügig verminderten Unterarmumfang von 96% ( $s= 6.3$ ) der Gegenseite auf. Der Umfang der Handfläche entsprach mit 99% ( $s= 3.7$ ) jedoch fast dem der Gegenseite. Ein unwesentlich größeres Umfangmaß mit 107% ( $s= 21.9$ ) und 101% ( $s= 10.5$ ) im Vergleich zur kontralateralen Seite erzielten 4-Ecken-Arthrodeseptienten bei der Messung des Ellenbogenumfangs und des Handgelenkumfangs.

### 3 Ergebnisse

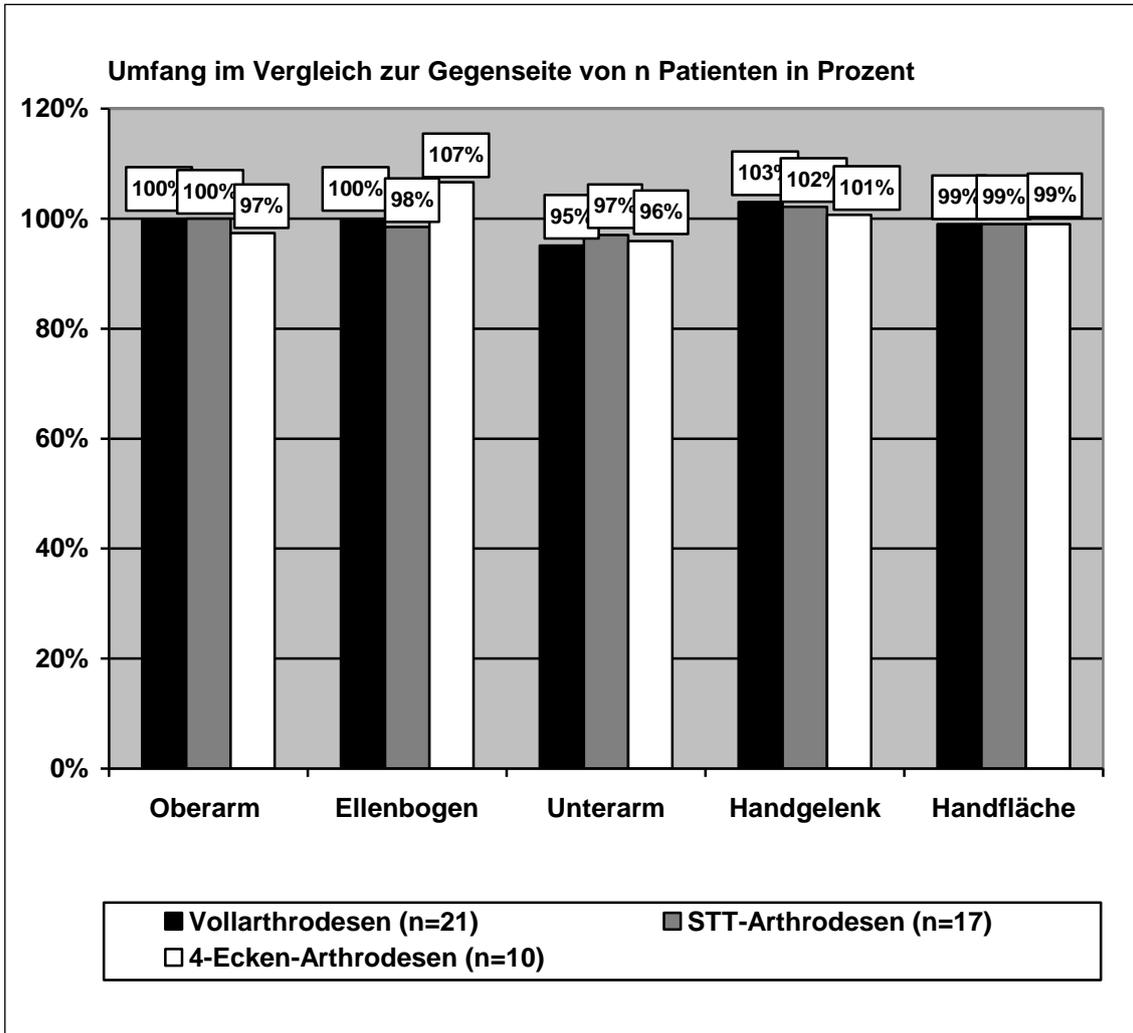


Abb. 27: Umfang der oberen Extremität im Vergleich zur kontralateralen Seite

#### 3.2.2.6 Grobkraft

Die Grobkraftmessung beider Hände mittels des Vigorimeters und des Dynamometers konnte von 48 klinisch nachuntersuchten Patienten in die Auswertung aufgenommen werden. Die durchschnittlichen Grobkraftwerte der betroffenen Handgelenkseite wurden sowohl in kPa (Vigorimetermessung) als auch in

### 3 Ergebnisse

kgs (Dynamometermessung) gemessen und in Prozent im Vergleich zur kontralateralen Hand angegeben.

Klinisch nachuntersuchte Vollarthrodesepatienten (n=21) erreichten im Vergleich zur Gegenseite eine durchschnittliche Grobkraft von 74% (s= 45.0) in der Vigorimetermessung und von 83% (s= 47.0) in der Dynamometermessung. Klinisch nachuntersuchte STT-Arthrodesepatienten (n=17) verzeichneten verglichen mit der Grobkraft der Gegenseite 76% (s= 21.0) in der Vigorimetermessung und 78% (s= 17.0) in der Dynamometermessung. Klinisch nachuntersuchte Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodese verzeichneten die größte Grobkraft. Sie lag im Vergleich zur Gegenseite bei 80% (s= 38.0) in der Vigorimetermessung und bei 85% (s= 35.0) in der Dynamometermessung.

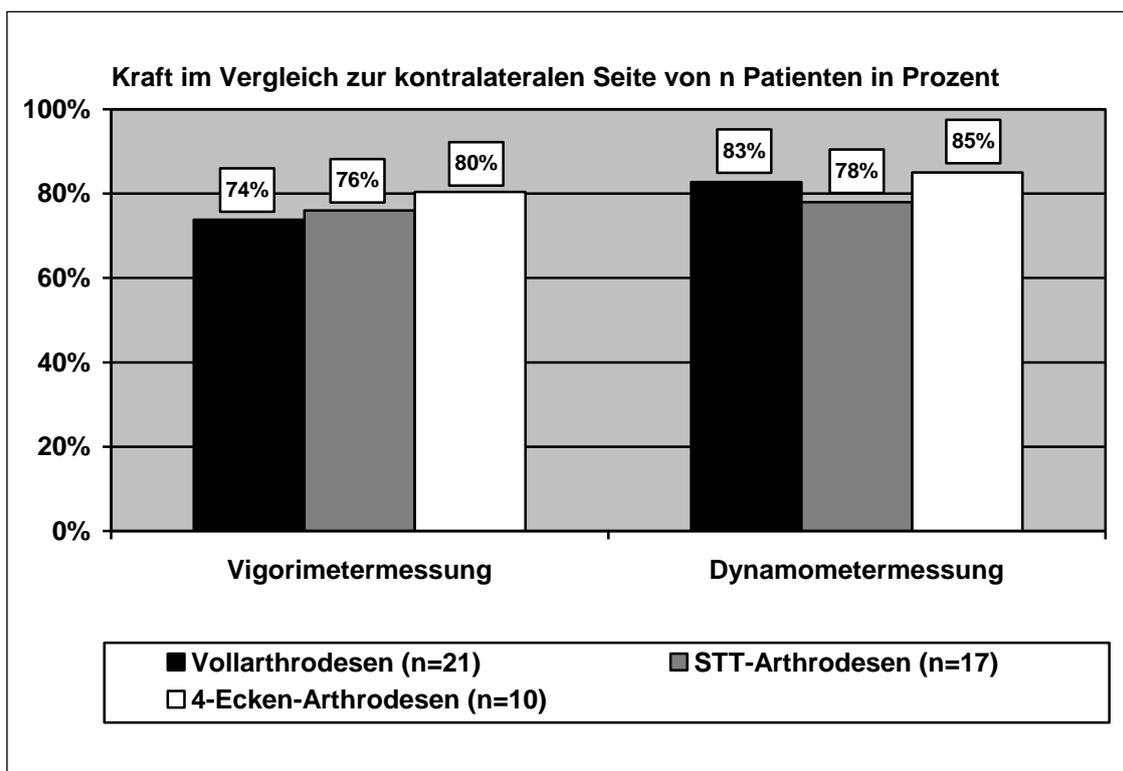


Abb. 28: Vergleich der Kraft zur kontralateralen Seite in Prozent mittels Vigorimeter- und Dynamometermessung

### 3 Ergebnisse

#### 3.2.3 Ergebnisse des Cooney-Scores

Der Cooney-Score konnte von insgesamt 48 Patienten ausgewertet werden. Alle klinisch nachuntersuchten Vollarthrodesepatienten erreichten lediglich einen schlechten Cooney-Score. Ihre durchschnittliche Punktzahl im Cooney-Score betrug 41 Punkte ( $s= 15.5$ ).

Unter den Teilarthrodeseen erzielten die STT-Arthrodesepatienten vereinzelt (1 von 17 Patienten, d.h. rund 6%) einen guten Cooney-Score. Die Mehrheit der STT-Arthrodesepatienten erreichte jedoch einen befriedigenden (7 von 17 Patienten, d.h. rund 41%), häufiger sogar einen schlechten (9 von 17 Patienten, d.h. rund 53%) Cooney-Score. Sie verzeichneten durchschnittlich 57 Punkte ( $s= 15.4$ ) im Cooney-Score. Von den Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodese erzielten 2 (20%) Patienten einen befriedigenden Cooney-Score, wohingegen die meisten einen schlechten (8 von 10 Patienten, d.h. rund 80%) Cooney-Score verzeichneten. Sie erreichten eine durchschnittliche Punktzahl von 48 Punkten ( $s= 15.5$ ) im Cooney-Score.

Der Cooney-Score zeigte ein signifikantes Ergebnis ( $p= .01$ ) zwischen Vollarthrodesepatienten und STT-Arthrodesepatienten.

Tabelle 18: Cooney-Scores der Voll- und Teilarthrodesepatienten

Cooney-Score	Vollarthrodeseen (n=21)	STT-Arthrodeseen (n=17)	4-Ecken-Arthrodeseen (n=10)	Klinisch nachuntersuchte Patienten (n=48)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
<b>Excellent (=sehr gut)</b>	0	0	0	0
<b>Good (=gut)</b>	0	1	0	1
<b>Fair (=befriedigend)</b>	0	7	2	9
<b>Poor (=schlecht)</b>	21	9	8	38

### 3 Ergebnisse

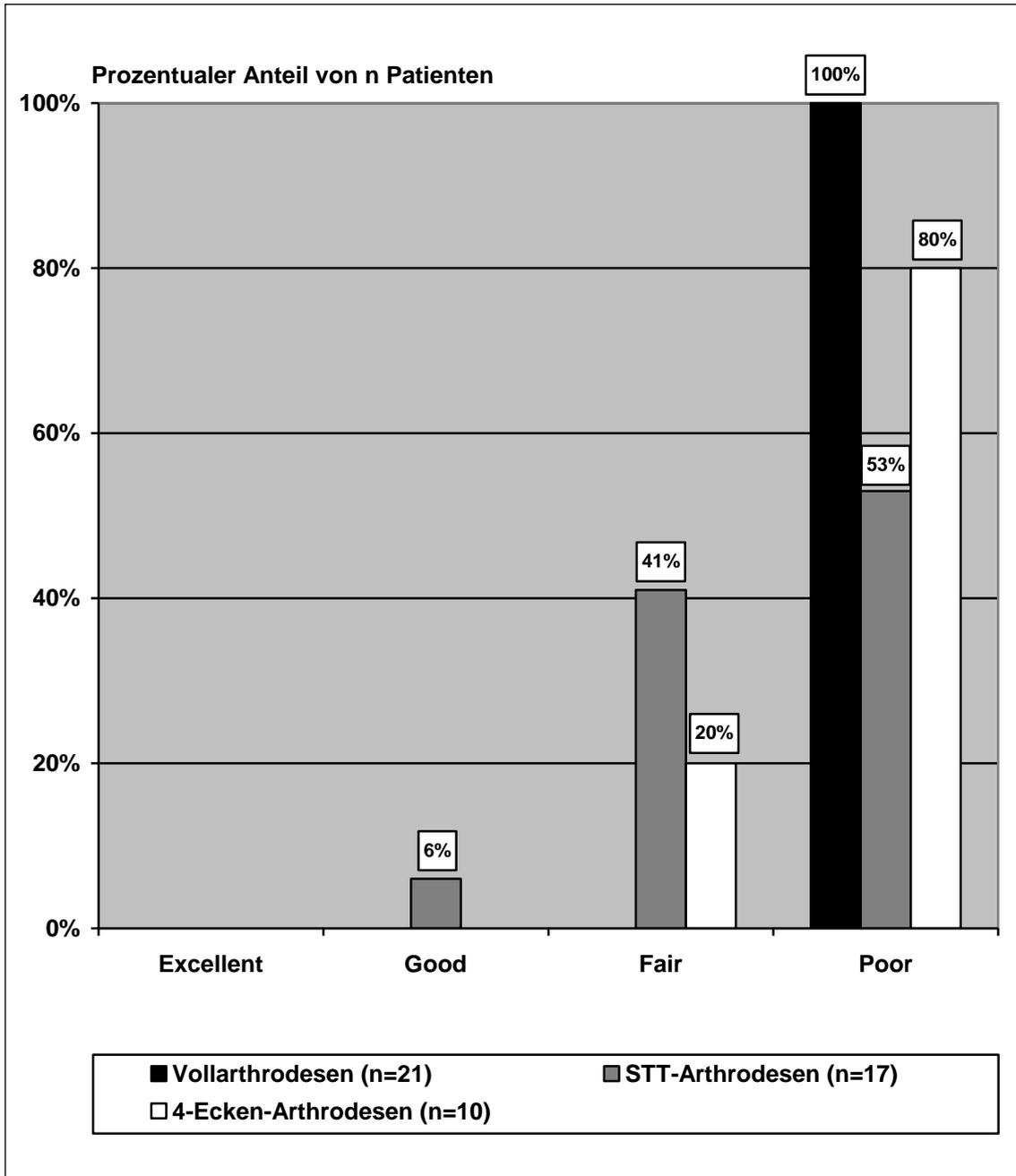


Abb. 29: Cooney-Scores der Voll- und Teilarthrodesepatienten

## 3 Ergebnisse

---

### 3.3 Ergebnisse der Nebenzielkriterien

#### 3.3.1 Ergebnisse des Studienfragebogens

Der Studienfragebogen wurde von 100 Studienpatienten beantwortet und ausgewertet.

##### 3.3.1.1 Ambulante und stationäre Rehabilitationsmaßnahmen

Anhand des Studienfragebogens konnte von 100 Patienten die Dauer der ambulanten und stationären Rehabilitationsmaßnahmen erfasst werden.

##### Ambulante Rehabilitationsmaßnahmen

Von den 44 Vollarthrodesepatienten machten 30 (68 %) Vollarthrodesepatienten eine ambulante Rehabilitation. Die meisten Vollarthrodesepatienten gingen für 3 bis 12 Wochen zur ambulanten Reha.

Von 30 STT-Arthrodesepatienten nahmen 18 (60%) eine ambulante Rehabilitationsmaßnahme wahr. Die Mehrheit der STT-Arthrodesepatienten war 3 bis 12 Wochen in ambulanter Reha.

Von den 26 Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodese erhielten 20 (77 %) ambulante Rehabilitationsmaßnahmen. Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodese gingen mehrheitlich bis zu 6 Wochen zur ambulanten Reha.

### 3 Ergebnisse

Tabelle 19: Dauer der ambulanten Rehabilitationsbehandlung

Dauer der ambulanten Rehabilitationsbehandlung	Vollarthrodesen (n=44)	STT-Arthrodesen (n=30)	4-Ecken-Arthrodesen (n=26)	Ale Studienpatienten (n=100)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
Keine	14	12	6	32
< 3 Wochen	5	3	6	14
3 - 6 Wochen	10	4	7	21
6 - 12 Wochen	9	4	4	17
3 - 6 Monate	3	5	2	10
> 6 Monate	3	2	1	6

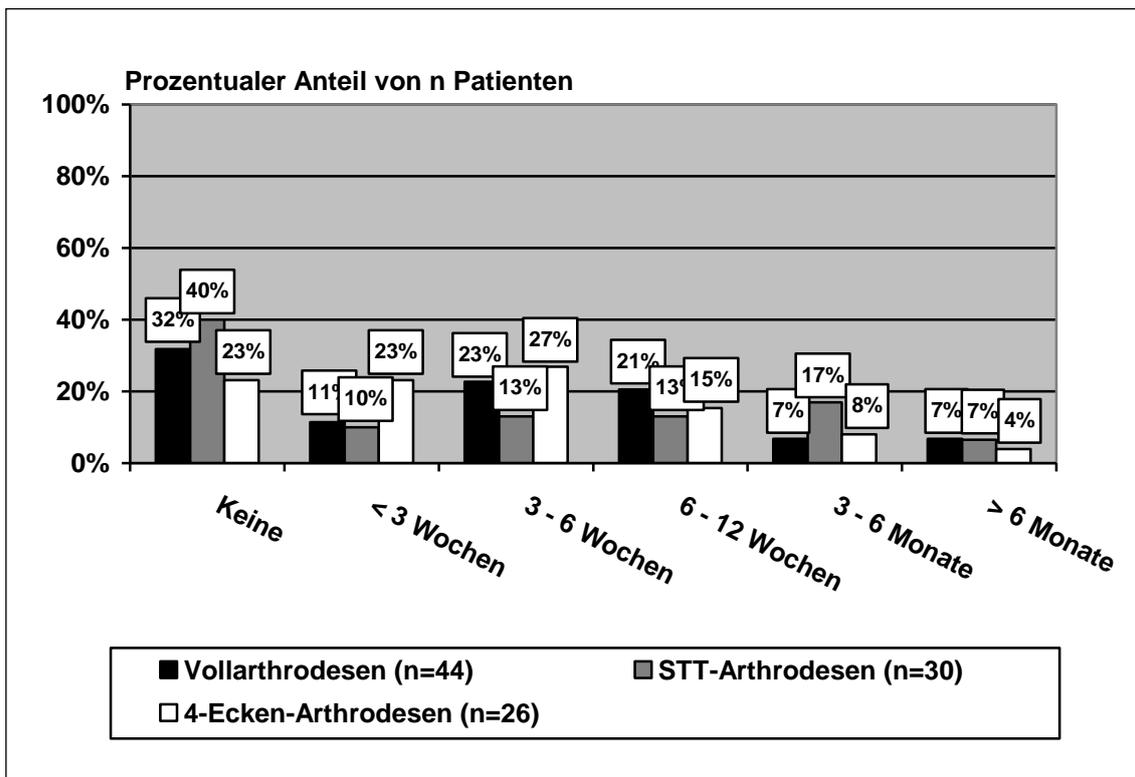


Abb. 30: Dauer der ambulanten Rehabilitationsbehandlung

### 3 Ergebnisse

#### Stationäre Rehabilitationsmaßnahmen

Eine stationäre Rehabilitationsbehandlung erhielten 21% der 100 Studienpatienten.

10 (22%) der 44 Vollarthrodesepatienten erhielten eine stationäre Rehabilitationsbehandlung. 7 (16%) der Patienten waren bis zu 4 Wochen in einer stationären Reha-Behandlung. Bei einem kleineren Anteil (3 von 44, d.h. rund 6%) der Vollarthrodesepatienten dauerte die stationäre Reha länger als 4 Wochen. Von den 30 STT-Arthrodesepatienten bekamen 5 (16%) Patienten eine stationäre Rehabilitation von bis zu 4 Wochen. Bei den 4-Ecken-Arthrodesepatienten (n=26) nahmen 6 (24%) eine stationäre Reha-Behandlung von bis zu 4 Wochen in Anspruch.

Tabelle 20: Dauer der stationären Rehabilitationsbehandlung

Dauer der stationären Reha-Behandlung	Vollarthrodese (n=44)	STT-Arthrodese (n=30)	4-Ecken-Arthrodese (n=26)	Alle Studienpatienten (n=100)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
<b>Keine</b>	34	25	20	79
<b>&lt; 3 Wochen</b>	3	4	3	10
<b>3 - 4 Wochen</b>	4	1	3	8
<b>4 - 6 Wochen</b>	1	0	0	1
<b>&gt; 6 Wochen</b>	2	0	0	2

### 3 Ergebnisse

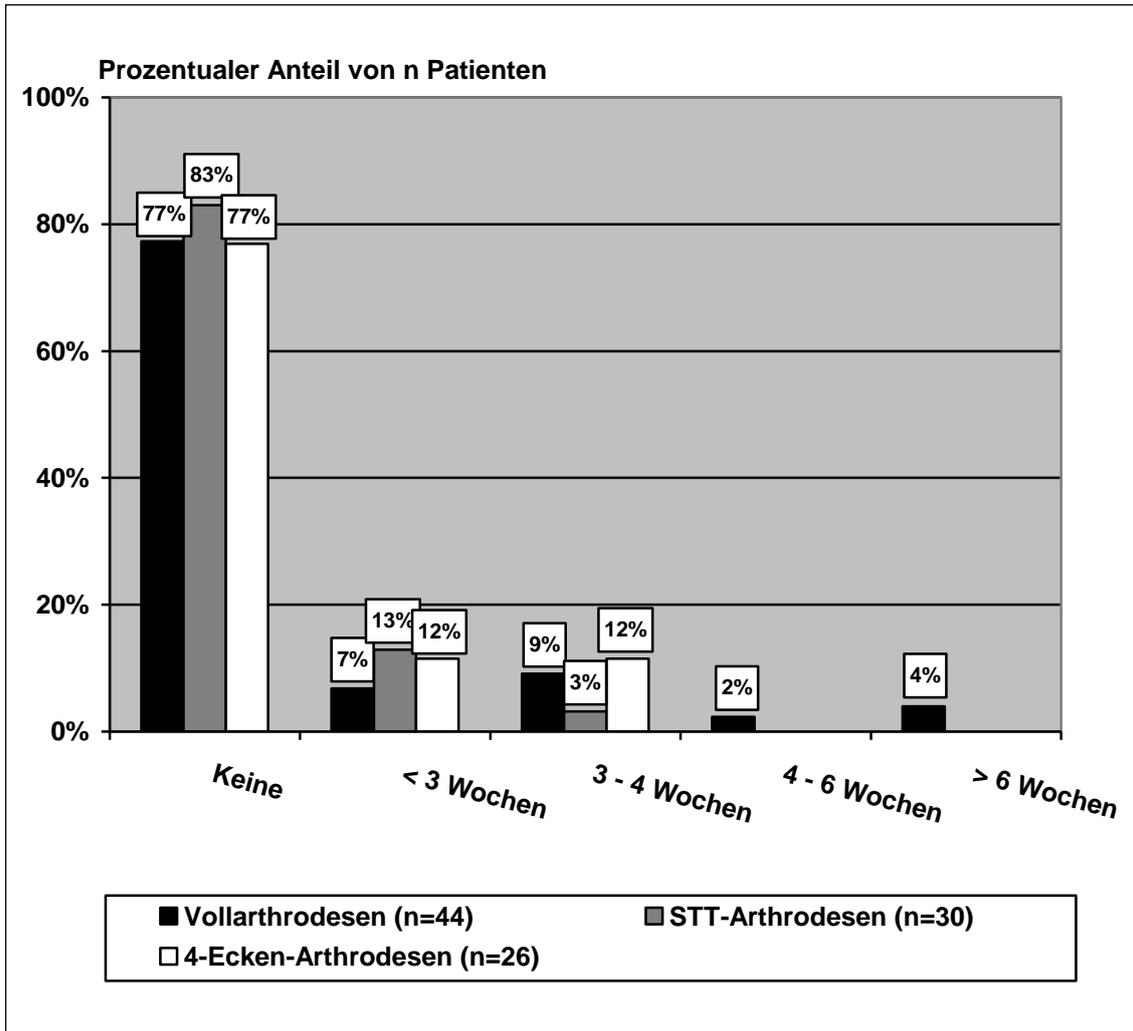


Abb. 31: Dauer der stationären Rehabilitationsbehandlung

#### 3.3.1.2 Dauer des Vollzeitbeschäftigungsausfalls

Von den 100 Studienpatienten konnten 75% wieder einer Vollzeitbeschäftigung nachgehen.

21 (48 %) der 44 Patienten mit einer Vollarthrodese gingen nach maximal 12 Wochen wieder einer Vollzeitbeschäftigung nach. Ein geringerer Anteil der Vollarthrodesepatienten (7 von 44, d.h. rund 16%) benötigte länger als 12 Wochen

### 3 Ergebnisse

bis sie wieder vollzeitlich einsetzbar waren. Bei 16 (36%) der befragten Vollarthrodesepatienten war eine Vollzeitbeschäftigung nicht mehr möglich.

Von den 30 Patienten mit einer STT-Arthrodese benötigten 16 (54%) Patienten bis zu 12 Wochen bis sie wieder eine Vollzeitbeschäftigung aufnehmen konnten. Bei 9 (30%) der 30 STT-Arthrodesepatienten dauerte es sogar länger als 12 Wochen. Bei 5 (17%) der 30 STT-Arthrodesepatienten war keine Vollzeitbeschäftigung mehr möglich.

Von den 26 4-Ecken-Arthrodesepatienten konnten 17 (65%) nach maximal 12 Wochen wieder in Vollzeit arbeiten. 5 (19%) der Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodese benötigten länger als 12 Wochen bis zur Vollzeitbeschäftigung. 4 (15%) der 26 4-Ecken-Arthrodesepatienten konnten keiner Vollzeitbeschäftigung mehr nachgehen.

Tabelle 21: Dauer des Vollzeitbeschäftigungsausfalls

Dauer des Vollzeitbeschäftigungsausfalls	Vollarthrodesen (n=44)	STT-Arthrodesen (n=30)	4-Ecken-Arthrodesen (n=26)	Alle Studienpatienten (n=100)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
< 3 Wochen	4	2	4	10
3 - 6 Wochen	6	2	5	13
6 - 12 Wochen	11	12	8	31
3 - 6 Monate	3	6	4	13
> 6 Monate	4	3	1	8
Keine Vollzeitbeschäftigung mehr möglich	16	5	4	25

### 3 Ergebnisse

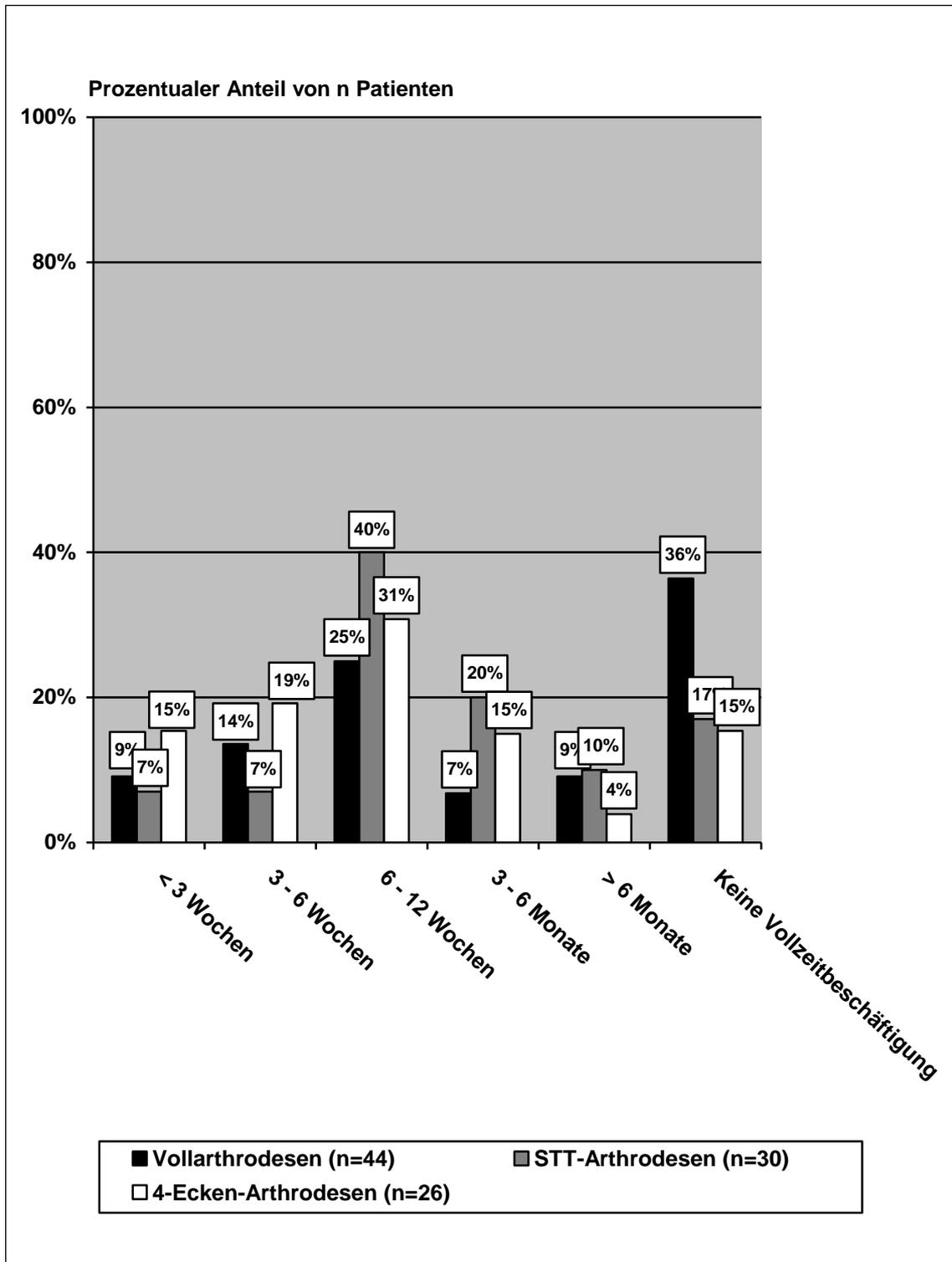


Abb. 32: Dauer des Vollzeitbeschäftigungsausfalls

## 3 Ergebnisse

---

### 3.3.1.3 Arbeitsplatzveränderungen infolge der Voll- und Teilarthrodese

Von allen 100 Studienpatienten behielten 64% ihren Arbeitsplatz nach Voll- oder Teilarthrodese des Handgelenks.

Bei 24 (55%) der 44 Vollarthrodeseepatienten gab es keine Veränderungen des Arbeitsplatzes. Bei 8 (18%) der 44 Vollarthrodeseepatienten waren eine Umschulung oder „Sonstiges“ die Folge. Unter der Rubrik „Sonstiges“ wurden als Konsequenzen keine Übernahme nach Ausbildung, Insolvenz oder der Schritt in die Selbstständigkeit zusammengefasst. 7 (16%) der Vollarthrodeseepatienten wurden arbeitslos und 5 (11%) Vollarthrodeseepatienten wurden berentet.

Bei 21 (70%) der 30 Patienten mit einer STT-Arthrodese kam es zu keiner Veränderung am Arbeitsplatz. 5 (17%) der STT-Arthrodeseepatienten wurden umgeschult, wechselten den Arbeitsplatz innerhalb des Unternehmens oder es folgte „Sonstiges“. Arbeitslos wurden 3 (10%) der 30 STT-Arthrodeseepatienten. Ein (3%) weiterer STT-Arthrodeseepatient wurde berentet.

Von den 26 4-Ecken-Arthrodeseepatienten nahmen 19 (73%) Patienten die Arbeit an ihrem früheren Arbeitsplatz wieder auf. 5 (19%) der 4-Ecken-Arthrodeseepatienten gaben als Konsequenz der Operation einen Arbeitsplatzwechsel innerhalb des Unternehmens, einen Unternehmenswechsel oder kreuzten die Rubrik „Sonstiges“ an. 2 (8%) der 4-Ecken-Arthrodeseepatienten wurden arbeitslos.

### 3 Ergebnisse

Tabelle 22: Veränderungen am Arbeitsplatz infolge der Voll- und Teilarthrodese

Arbeitsplatz- veränderung nach Voll- und Teilarthrodese	Voll- arthrodesen (n=44)	STT- Arthrodesen (n=30)	4-Ecken- Arthrodesen (n=26)	Alle Studien- patienten (n=100)
	Absolute Zah- lenwerte von n Patienten			
Keine Arbeits- platzveränderung	24	21	19	64
Arbeitsplatz- wechsel inner- halb des Unter- nehmens	0	2	2	4
Umschulung	2	1	0	3
Unternehmens- wechsel	0	0	1	1
Arbeitslosigkeit	7	3	2	12
Rente	5	1	0	6
Sonstiges	6	2	2	10

### 3 Ergebnisse

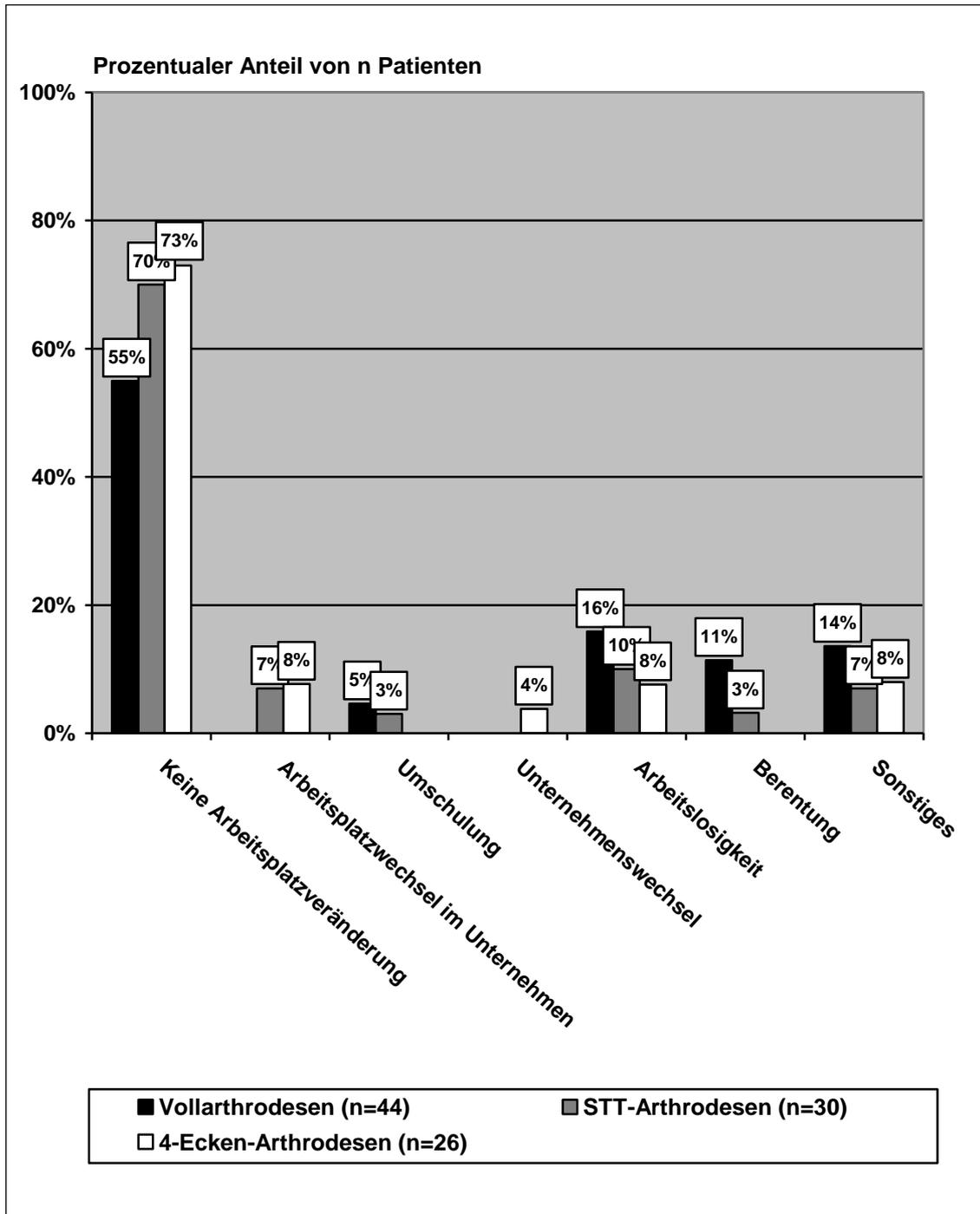


Abb. 33: Veränderungen am Arbeitsplatz infolge der Voll- und Teilarthrodese

## 3 Ergebnisse

---

### 3.3.1.4 Berufliche Tätigkeit nach Voll- und Teilarthrodese

Die berufliche Belastung in den einzelnen Tätigkeitsbereichen konnte von 100 Patienten ermittelt werden. Die 100 Studienpatienten wurden aufgrund ihrer beruflichen Tätigkeit entweder der Gruppe „überwiegend schwere manuelle Tätigkeit“ oder der Gruppe „überwiegend leichte manuelle Tätigkeit“ zugeordnet. Patienten, die eine handwerkliche Tätigkeit im Studienfragebogen angaben und/oder die eine schwere manuelle Tätigkeiten beschrieben, wurden zu den Patienten mit „überwiegend schwerer manueller Tätigkeit“ gruppiert. Patienten, die einer technischen Tätigkeit, einer Bürotätigkeit, einer Tätigkeit im Gesundheitswesen, einer „sonstigen“ Tätigkeit nachgingen oder aber in Rente waren, wurden der Gruppe „überwiegend leichte manuelle Tätigkeiten“ zugewiesen. Zu den Patienten mit „sonstiger Tätigkeit“ wurden sowohl Hausfrauen als auch Erwerbsunfähige, Arbeitslose und Ausbildungsplatzsuchende gezählt.

Eine überwiegend schwere manuelle Tätigkeit führten 15 (34%) der 44 Patienten nach Erhalt einer Vollarthrodese aus. 29 (66%) der Vollarthrodesepatienten waren in Arbeitsbereichen mit überwiegend leichter manueller Tätigkeit beschäftigt.

Von den 30 STT-Arthrodesepatienten übten 13 (43%) zum Zeitpunkt der Befragung eine überwiegend schwere manuelle Tätigkeit aus. 17 (57%) von ihnen waren in überwiegend leichten manuellen Tätigkeitsbereichen beschäftigt.

14 (54%) der 26 Patienten, die eine 4-Ecken-Arthrodese erhalten hatten, gingen überwiegend schweren manuellen Tätigkeiten nach. 12 (46%) 4-Ecken-Arthrodesepatienten übten eine überwiegend leichte manuelle Tätigkeit aus.

### 3 Ergebnisse

Tabelle 23: Berufliche Tätigkeitsbereiche nach Voll- und Teilarthrodese

Berufliche Tätigkeit nach Voll- und Teilarthrodese	Vollarthrosen (n=44)	STT-Arthrosen (n=30)	4-Ecken-Arthrosen (n=26)	Alle Studienpatienten (n=100)
	Absolute Zahlenwerte von n Patienten			
Überwiegend schwere manuelle Tätigkeit	15	13	14	42
Überwiegend leichte manuelle Tätigkeit	29	17	12	58

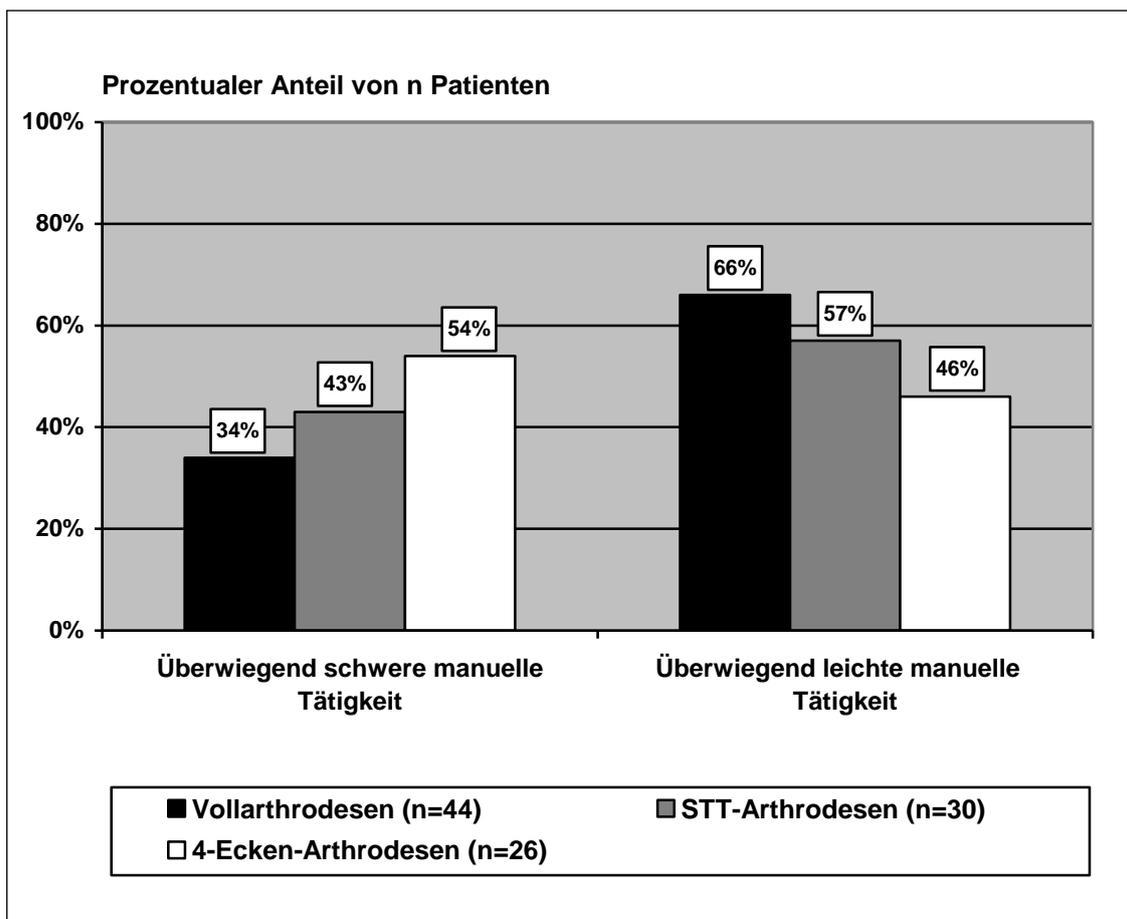


Abb. 34: Berufliche Tätigkeitsbereiche nach Voll- und Teilarthrodese

## 3 Ergebnisse

---

### 3.3.1.5 Nachträgliche Vollarthrosen

Eine nachträgliche Vollarthrodese des Handgelenks erhielten insgesamt 4 der 100 Studienpatienten. Es wurden zwei STT-Arthrosen und zwei 4-Ecken-Arthrosen nachträglich in eine Handgelenkvollarthrodese umgewandelt. Eine nachträgliche Vollarthrodese erhielten diese 4 Patienten durchschnittlich 43 Wochen und 5 Tage nach einer vorangegangenen Teilarthrodese. Dies geschah aufgrund von Schmerzen und/oder fortschreitenden degenerativen Prozessen im Radiokarpalgelenk.

### 4 Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie ist die verbesserte Einschätzung der Langzeitergebnisse nach Vollarthrodese, STT-Arthrodese und 4-Ecken-Arthrodese des Handgelenks. Es erschien sinnvoll, die subjektiv wahrgenommene physische und psychische Lebensqualität sowie die individuelle objektiv messbare manuelle Leistungsfähigkeit von Vollarthrodese-, STT-Arthrodese- und 4-Ecken-Arthrodeseoperationen zu erfassen und zu vergleichen. Dies ist nicht zuletzt bedeutsam aufgrund der Tatsache, dass nur eine geringe Anzahl von Vergleichsstudien vorliegt.

Die Vollarthrodese des Handgelenks stellt zu Teilarthrodosen wie der STT-Arthrodese und der 4-Ecken-Arthrodese eine letzte Alternative dar. Die beiden Teilarthrodeseoperationen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Indikationen; daher sind sie getrennt zu diskutieren.

#### 4.1 Methode

Die vorliegende Studie basiert auf der retrospektiven Analyse der Daten von Voll- und Teilarthrodeseoperationen der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen.

Eine retrospektive Datenanalyse ermöglicht eine rückblickende Auswertung von Patientendaten. Mit ihrer Hilfe gewinnt man Informationen über das Befinden der Patienten, die eine Voll-, STT- oder 4-Ecken-Arthrodese erhalten hatten.

Eine Auswertung der Daten durch eine retrospektive Datenanalyse bietet eine Vielzahl von Vorzügen, die für diese Studie genutzt werden konnten. Durch die unproblematische Zuordnung der Daten zur Quelle erlaubt eine retrospektive

## 4 Diskussion

---

Datenanalyse eine Reproduzierbarkeit, die in prospektiven Studien nur schwer zu erreichen ist. Zudem erlauben retrospektive Studien eine ethisch unbedenkliche und kostengünstige Evaluierung von Patientendaten, insbesondere über bzw. nach einem langen Zeitraum. So gehen wir, ebenso wie Bertram et Farthmann (1981), davon aus, dass die „retrospektive Betrachtungsweise eine Notwendigkeit für die medizinische Forschung [...]“ ist, „wenn man auf kritische Reflexion des eigenen Tuns und auf das Angehen neuer Probleme Wert legt.“

Zweifelsohne gelten die bekannten methodischen Einwände gegenüber einer retrospektiven Datenanalyse auch für unsere Studie. So erfolgten die Dokumentation des präoperativen Untersuchungsbefunds sowie die Dokumentation des Operationsberichts in den Patientenakten durch verschiedene Ärzte mit unterschiedlicher Ausführlichkeit. Dies führte dazu, dass z.B. die präoperative Diagnose nicht immer einheitlich festgehalten wurde. Ebenfalls nicht auszuschließen sind Erinnerungsfehler der Patienten, die als mögliche Fehlerquelle beim Ausfüllen des DASH- und Studienfragebogens in Frage kommen. Außerdem muss bei retrospektiven Studien stets reflektiert werden, ob das Ergebnis wirklich in einem kausalen Zusammenhang mit der untersuchten Therapieform steht. Diese Frage stellte sich in unserer Studie z.B. bei den Fingerfunktionsdefiziten einiger unserer Voll- und Teilarthrodesepatienten.

Die Auswertung unserer retrospektiven Studie erfolgte auf der Basis von Mittelwerten und Häufigkeiten. Nach Bortz (2005) ist „das arithmetische Mittel [...]“, kurz Mittelwert, „[...] das gebräuchlichste Maß zur Kennzeichnung der zentralen Tendenz einer Verteilung.“ Die Schwäche des Mittelwerts besteht jedoch darin, dass dieser durch Ausreißer stark beeinflusst wird. Aus diesem Grund wurde in unserer Studie neben dem jeweiligen errechneten Mittelwert zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

## 4 Diskussion

---

Unter Berücksichtigung der Vorzüge und der Nachteile einer retrospektiven Datenanalyse auf der Basis von Mittelwerten und Häufigkeiten kann in dieser Studie die subjektiv wahrgenommene physische und psychische Lebensqualität sowie die individuelle objektiv messbare manuelle Leistungsfähigkeit von Vollarthrodese-, STT-Arthrodese und 4-Ecken-Arthrodesepatienten beurteilt und verglichen werden.

### 4.2 Patientendaten

In der vorliegenden Studie wurden 100 Patienten untersucht, die zwischen dem 01.01.1997 und dem 31.12.2005 in der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen eine Voll- oder eine Teilarthrodese des Handgelenks erhalten hatten. Zu diesen 100 Patienten zählten 44 Vollarthrodesepatienten, 30 STT-Arthrodesepatienten und 26 4-Ecken-Arthrodesepatienten.

#### 4.2.1 Geschlechterverteilung

In unserer Studie waren mehr Männer als Frauen von einer Voll- bzw. Teilarthrodese betroffen. So handelte es sich bei 77% der Vollarthrodesepatienten, bei 57% der STT-Arthrodesepatienten und bei 81% der 4-Ecken-Arthrodesepatienten um Männer. Ein höherer Männeranteil wurde bereits in früheren Voll- und Teilarthrodesestudien anderer Autoren nachgewiesen (Smet et al. 2006; Wieloch et al. 2006; Sauerbier et al. 1998; Sauerbier et al. 2000a; Kalb et al. 1999; Sauerbier et al. 2000c; Dacho et al. 2008; Traenkle et al. 2000; Tuennerhoff et al. 2001; Meier et al. 2003b). Smet et al. (2006) gaben an, dass in ihrer Vergleichsstudie 53% der 19 Vollarthrodesepatienten und 78% der 18 4-Ecken-Arthrodesepatienten männlich waren. In der Studie von Kalb et al. (1999) handelte es sich bei 74% der insgesamt 35 Patienten, die eine Vollarthrodese

## 4 Diskussion

---

des Handgelenks erhalten hatten, um Männer. Zum männlichen Geschlecht zählten auch 65% der 111 STT-Arthrodesepatienten bei Meier et al. (2003b).

Das Ungleichgewicht der Geschlechterverteilung zugunsten des männlichen Geschlechts, besonders bei den Vollarthrodesepatienten und bei 4-Ecken-Arthrodesepatienten unserer Studie, wurde von vorangegangenen Studien bestätigt.

### 4.2.2 Seitenverteilung

Die rechte Hand war in unserem Kollektiv bei Vollarthrodesepatienten, STT-Arthrodesepatienten und 4-Ecken-Arthrodesepatienten häufiger von einer Voll- bzw. Teilarthrodesese betroffen als die linke Hand. Bei 61% der Vollarthrodesepatienten unserer Studie war das rechte Handgelenk betroffen. Bei STT-Arthrodesepatienten unserer Studie war das rechte Handgelenk zu 53% betroffen. Auch 4-Ecken-Arthrodesen wurden zu 58% auf der rechten Seite durchgeführt.

Dementsprechend berichteten Smet et al. (2006) und Meier et al. (2004) mehrheitlich über Voll- bzw. Teilarthrodesen des rechten Handgelenks. Bei Smet et al. (2006) erhielten 63% bzw. 56% eine Voll- bzw. eine 4-Ecken-Arthrodesese des rechten Handgelenks. Meier et al. (2004) berichten, dass bei 66% der 59 Patienten eine STT-Arthrodesese ebenfalls auf der rechten Seite durchgeführt wurde.

### 4.2.3 Altersverteilung

Eine Vollarthrodeseseoperation des Handgelenks wurde in unserem Kollektiv vor allem bei Patienten des mittleren Alters, d.h. der Altersgruppe zwischen 40 und 59 Jahren, durchgeführt. Es zeigte sich, dass Patienten zum Zeitpunkt der Vollarthrodeseseoperation im Schnitt mehr als 10 Jahre älter waren als Patienten mit einer Teilarthrodeseseoperation.

Das von uns ermittelte durchschnittliche Alter von 51 Jahren für Vollarthrodesese-

## 4 Diskussion

---

patienten wurde unter anderem auch in der Vergleichsstudie zu Voll- und 4-Ecken-Arthrodesen von Krimmer et al. (2000) festgestellt. Smet et al. (2006) und Sauerbier et al. (2000a) verzeichneten ein unwesentlich niedrigeres durchschnittliches Alter von 49 bzw. 48 Jahren bei 19 respektive 60 Vollarthrodese-patienten.

Analog zu unserem STT-Arthrodesepatientenalter stellten Traenkle et al. (2000) sowie Sauerbier et al. (1998) bei ihren 26 bzw. 20 STT-Arthrodesepatienten ein durchschnittliches Alter von 40 Jahren fest. Meier et al. (2003b) bestimmten bei 111 STT-Arthrodesepatienten ein durchschnittlich jüngeres Alter von 39 Jahren. In einer weiteren Studie von Meier et al. (2004) lag das durchschnittliche Alter der 59 STT-Arthrodesepatienten bei 38 Jahren.

In Bezug auf die Altersstruktur unserer 4-Ecken-Arthrodesepatienten war es schwierig, Studien mit einem vergleichbaren Altersdurchschnitt von 38 Jahren zu finden. Dacho et al. (2008) ermittelten bei ihren 17 Patienten ein durchschnittliches Alter von 44 Jahren, während bei Krimmer et al. (2000) das durchschnittliche Alter der 97 4-Ecken-Arthrodesepatienten 48 Jahre betrug. Bei Smet et al. (2006) lag das Alter der 18 4-Ecken-Arthrodesepatienten sogar bei 56 Jahren.

Die Geschlechter- und Seitenverteilung unserer Voll- und Teilarthrodesepatienten war ähnlich wie die Verteilung in vorangegangenen Studien. Der Altersdurchschnittswert der Vollarthrodese-patienten wie auch der STT-Arthrodesepatienten war ebenfalls ähnlich wie in einigen der vorangegangenen Studien. Bei fehlender Angabe der Standardabweichungen in zitierten vorangegangenen Studien ist es jedoch fraglich, ob ein gleicher Mittelwert wegen Beeinflussbarkeit dieses statistischen Lagemaßes durch Ausreißer ausreicht, um von einer vergleichbaren Altersstruktur sprechen zu können. Bezüglich 4-Ecken-Arthrodesepatienten fanden sich sehr variable Altersdurchschnittswerte in verschiedenen Studien.

## 4 Diskussion

---

### 4.3 Die subjektive physische und psychische Lebensqualität

Die subjektive physische und psychische Lebensqualität wurde mittels des DASH-Fragebogens von 100 Patienten erfasst. Dieser Fragebogen beinhaltet die zuverlässige Einschätzung der gesamten oberen Extremität eines Patienten (Sauerbier et al. 1999) in Bezug auf die Funktionseinschränkung (Teil A) und die Beschwerdesymptomatik (Teil B).

Bei der Gesamtauswertung von Teil A und B des DASH-Fragebogens verzeichneten Patienten mit einer Vollarthrodese einen durchschnittlichen DASH-Score von 44 Punkten ( $s= 22.6$ ). Die durchschnittlichen DASH-Scores der STT-Arthrodesepatienten und der 4-Ecken-Arthrodesepatienten fielen in unserer Arbeit im Vergleich zum durchschnittlichen DASH-Score der Vollarthrodesepatienten signifikant besser aus: Patienten unserer Studie mit einer STT-Arthrodesese erzielten durchschnittlich 28 Punkte ( $s= 17.1$ ). Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodesese erzielten einen durchschnittlichen DASH-Score von 29 Punkten ( $s= 22.3$ ). Somit hatten Vollarthrodesepatienten eine stärkere Funktionseinschränkung und Beschwerdesymptomatik als Patienten mit einer Teilarthrodesese.

Smet et al. (2006) und Krimmer et al. (2000) verglichen in ihren Studien ebenfalls die Funktionseinschränkung des Handgelenks nach Voll- und 4-Ecken-Arthrodesese. Vollarthrodesepatienten dieser beiden Studien erreichten einen entsprechenden durchschnittlichen DASH-Score von rund 45 Punkten (Smet et al. (2006),  $s= 23.6$ ; Krimmer et al. (2000),  $s= 10$ ). 4-Ecken-Arthrodesepatienten bei Smet et al. (2006) schnitten mit durchschnittlich 38.7 Punkten ( $s= 30.9$ ) im DASH-Score etwas schlechter ab als 4-Ecken-Arthrodesepatienten bei Krimmer et al. (2000). 4-Ecken-Arthrodesepatienten bei Krimmer et al. (2000) erzielten mit einem durchschnittlichen DASH-Score von 33 Punkten ( $s= 12$ ) ein ähnliches Ergebnis wie 4-Ecken-Arthrodesepatienten unserer Studie. Dementsprechend konnten Krimmer et al. (2000) bei 41 Vollarthrodesepatienten mit einem Durchschnittsalter von 51 Jahren und 97 4-Ecken-Arthrodesepatienten mit einem

## 4 Diskussion

---

durchschnittlichen Alter von 48 Jahren ebenfalls einen signifikant geringeren DASH-Score für 4-Ecken-Arthrodesepatienten im Vergleich zu Vollarthrodesepatienten nachweisen.

In der Vergleichsstudie von Wieloch et al. (2006) zeigten 4-Ecken-Arthrodesepatienten mit durchschnittlich 25.3 Punkten ( $s= 25.8$ ) einen besseren DASH-Score als Vollarthrodesepatienten mit durchschnittlich 35.5 ( $s= 25.9$ ) Punkten. Auch hier ist eine Tendenz zu einem besseren DASH-Score nach 4-Ecken-Arthrodesese erkennbar. Möglicherweise konnte aufgrund des eher kleinen Patientenkollektivs von 22 Voll- und 22 4-Ecken-Arthrodesepatienten lediglich eine Tendenz aufgezeigt werden. Die Abweichungen des durchschnittlichen DASH-Scores von Voll- und 4-Ecken-Arthrodesepatienten zwischen Wieloch et al. (2006) und unserer Studie könnten unter Umständen zudem durch das unterschiedliche Studiendesign bedingt sein. Wieloch et al. (2006) wählten eine Matched-Pair-Vergleichsstudie, wofür Voll- und 4-Ecken-Arthrodesepatienten passend ausgewählt wurden, wohingegen in unserer Studie keine Paarung der Patienten vorgenommen wurde.

Vergleichsstudien zwischen Voll- und STT-Arthrodesen des Handgelenks mit Angabe des durchschnittlichen DASH-Scores konnten in der Literatur nicht gefunden werden, so dass auf Studien, die alleinig STT-Arthrodesepatienten untersuchten, zurückgegriffen wurde. Analog zu unserem DASH-Score veröffentlichten Meier et al. (2004) einen durchschnittlichen DASH-Score von 28 Punkten bei einem Kollektiv von 59 STT-Arthrodesepatienten mit einem vergleichbaren Durchschnittsalter von 38 Jahren. Ähnliche DASH-Scores für STT-Arthrodesepatienten veröffentlichten zudem Meier et al. (2003b) und Kalb et al. (2001). So berichten Meier et al. (2003b) bei 111 STT-Arthrodesepatienten mit einem Durchschnittsalter von 39 Jahren über einen durchschnittlichen DASH-Score von 27 Punkten. Kalb et al. (2001) ermittelten bei 87 STT-Arthrodesepatienten, die ein durchschnittliches Alter von 44 Jahren aufwiesen, durch-

## 4 Diskussion

---

schnittlich 29 Punkte im DASH-Fragebogen. Andere Autoren wie Traenkle et al. (2000) und Sauerbier et al. (1998) hingegen erzielten bei kleineren STT-Arthrodesepatientenkollektiven von 26 respektive 20 Patienten einen besseren bzw. schlechteren DASH-Score von 24.8 bzw. 34.35 Punkten. Diese Abweichungen des DASH-Scores der beiden zuletzt genannten Studien im Vergleich zu den Ergebnissen von Meier et al. (2003b) und Kalb et al. (2001) sowie unserer Studie könnten beispielsweise durch die kleinere Kollektivgröße bedingt sein.

Es zeigte sich, dass einige vorangegangene Studien gleiche oder ähnliche DASH-Score nach Voll-, STT- und 4-Ecken-Arthrodesese ermittelten. Gleichermaßen fanden sich andere Studien, die bei Voll-, 4-Ecken- und STT- Arthrodesepatienten von unserem Ergebnis differierende DASH-Scores erreichten.

Die Vergleichbarkeit unserer durchschnittlichen DASH-Scores von Voll-, STT- und 4-Ecken-Arthrodesepatienten mit den oben genannten Studien ist aufgrund der zum Teil nicht nachvollziehbaren Gruppenvergleichbarkeit, durch fehlende ausführliche Angaben bezüglich des Patientenkollektivs sowie durch das Fehlen von statistischen Angaben, wie z. B. der Standardabweichungen bei angegebenen Mittelwerten, nur eingeschränkt möglich. Der von uns ermittelte durchschnittliche DASH-Score von Voll-, 4-Ecken- und STT-Arthrodesepatienten kann aus unserer Sicht dennoch als Richtwert betrachtet werden. So gilt es sowohl den durchschnittlichen DASH-Score von Voll-, 4-Ecken- und STT-Arthrodesepatienten als auch den in unserer Studie nachgewiesenen signifikant besseren durchschnittlichen DASH-Score von Teilarthrodesepatienten gegenüber Vollarthrodesepatienten in zukünftigen Vergleichsstudien zu verifizieren.

## 4 Diskussion

---

### 4.4 Die objektiv messbare Leistungsfähigkeit

Die objektiv messbare manuelle Leistungsfähigkeit wurde anhand von Beweglichkeitsprüfungen der oberen Extremität und durch Messung der Grobkraft der Hand bestimmt. Die manuelle Leistungsfähigkeit konnte bei 48 klinisch nachuntersuchten Patienten gemessen werden. Darunter waren 21 Vollarthrodeseptanten, 17 STT-Arthrodeseptanten und 10 4-Ecken-Arthrodeseptanten.

#### 4.4.1 Unterarmdrehbeweglichkeit

Eine Beweglichkeitseinschränkung der Supination und Pronation war in erster Linie bei Vollarthrodeseptanten vorzufinden. Sie zeigten eine Supination/Pronation von durchschnittlich  $56^{\circ}/0^{\circ}/74^{\circ}$ . Ein signifikanter Unterschied konnte für die Supinationsbewegung von Vollarthrodeseptanten im Vergleich zu beiden Teilarthrodeseptantengruppen nachgewiesen werden. Sauerbier et al. (2000a) ermittelten bei Vollarthrodeseptanten eine geringe Einschränkung der Supination/Pronation von  $71^{\circ}/0^{\circ}/83^{\circ}$  auf der betroffenen Seite. Steckel et al. (2006) konnten ebenfalls bei einigen der 44 Vollarthrodeseptanten eine eingeschränkte Unterarmdrehbeweglichkeit erkennen, obwohl die Mehrheit ihrer Patienten keine Einschränkung zeigte.

Aufgrund der signifikanten Supinationseinschränkung und der ebenfalls tendenziell vorhandenen Pronationseinschränkung unserer Vollarthrodeseptanten ist zu vermuten, dass eine Vollarthrodese des Handgelenks die Unterarmdrehbeweglichkeit beeinflussen kann. Magee (1997) erwähnte bereits, dass  $15^{\circ}$  der Unterarmdrehbewegung im distalen Radioulnargelenk erfolgt. Möglicherweise führt eine Handgelenkvollarthrodese zu einer Minderung der Unterarmdrehbeweglichkeit im distalen Radioulnargelenk und somit zu einer eingeschränkten Supination und Pronation.

## 4 Diskussion

---

### 4.4.2 Handgelenksbeweglichkeit

Patienten mit einer Vollarthrodese verfügten erwartungsgemäß über keine Beweglichkeit des Handgelenks, so dass nur die 27 Teilarthrodesepatienten in die Auswertung eingingen. Die Handgelenksbeweglichkeit konnte in unserem Kollektiv von 17 STT-Arthrodesepatienten und 10 4-Ecken-Arthrodesepatienten ausgewertet werden.

STT-Arthrodesepatienten unserer Studie erreichten eine durchschnittliche Flexion/Extension von  $48^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}$  und eine durchschnittliche Radial-/Ulnarduktion von  $10^{\circ}/0^{\circ}/16^{\circ}$ . Dies entsprach einem Flexions-/Extensionsbewegungsumfang von 72% der Gegenseite und einem Radial-/Ulnarduktionsbewegungsumfang von 60% der Gegenseite. Eine größere, aber dennoch vergleichbare Handgelenksbeweglichkeit von  $54^{\circ}/0^{\circ}/49^{\circ}$  Flexion/Extension und von  $15^{\circ}/0^{\circ}/27^{\circ}$  Radial-/Ulnarduktion veröffentlichten Watson et al. (2003). Andere Autoren wie Meier et al. (2004) und Traenkle et al. (2000) berichteten bei ihren STT-Arthrodesepatienten von einem durchschnittlichen Bewegungsumfang von 60% bzw. 63% Flexion/Extension und von 52% bzw. 51% Radial-/Ulnarduktion im Vergleich zur Gegenseite.

4-Ecken-Arthrodesepatienten unserer Studie zeigten eine durchschnittliche Flexion/Extension von  $32^{\circ}/0^{\circ}/21^{\circ}$  und eine durchschnittliche Radial-/Ulnarduktion von  $11^{\circ}/0^{\circ}/11^{\circ}$ . Ihr Flexions-/Extensionsbewegungsumfang erreichte durchschnittlich 41% verglichen mit der kontralateralen Seite. Ihr Radial-/Ulnarduktionsbewegungsumfang lag durchschnittlich bei 62% der kontralateralen Seite. Die durchschnittliche Handgelenksbeweglichkeit der 4-Ecken-Arthrodese studie von Tuennerhoff et al. (2001) war am ehesten vergleichbar mit unserem Ergebnis. Tuennerhoff et al. (2001) ermittelten eine durchschnittliche Flexion/Extension von  $35^{\circ}/0^{\circ}/28^{\circ}$  und eine durchschnittliche Radial-/Ulnarduktion von  $19^{\circ}/0^{\circ}/14^{\circ}$ . Auch Krimmer et al. (2000) beschrieben eine Flexion/Extension von  $26^{\circ}/0^{\circ}/28^{\circ}$ .

## 4 Diskussion

---

Im Wesentlichen konnte im Rahmen unserer Studie festgestellt werden, dass STT-Arthrodesepatienten gegenüber 4-Ecken-Arthrodesepatienten tendenziell über eine durchschnittlich größere Flexion/Extension verfügten. Das durchschnittliche absolute Bewegungsausmaß der Flexion/Extension bei 4-Ecken-Arthrodesepatienten unserer Studie von  $32^{\circ}/0^{\circ}/21^{\circ}$  fand sich in ähnlichen Größenordnungen in vorherigen Studien. Absolut gesehen, war der Bewegungsumfang bezüglich Radial-/Ulnarduktion bei STT-Arthrodesepatienten mit  $10^{\circ}/0^{\circ}/16^{\circ}$  ( $-26^{\circ}$ ) zwar größer als bei 4-Ecken-Arthrodesepatienten mit  $11^{\circ}/0^{\circ}/11^{\circ}$  ( $-22^{\circ}$ ), jedoch auch nur sehr geringfügig (um  $4^{\circ}$ ). In Bezug auf die Gegenseite war die Beweglichkeit im Hinblick auf die Radial-/Ulnarduktion nach STT-Arthrodesese mit durchschnittlich nur 60% der Gegenseite sogar schlechter als die Beweglichkeit nach 4-Ecken-Arthrodesese mit durchschnittlich 62% der Gegenseite.

### 4.4.3 Fingerfunktion

Der komplette Faustschluss, die komplette Fingerstreckung und die Oppositionsbewegung des Daumens zum Fingergrundgelenk DV waren nicht allen Voll- und Teilarthrodesepatienten möglich. Funktionsdefizite im Hinblick auf Faustschluss und die komplette Streckung aller Finger fanden sich prozentual häufiger bei Vollarthrodesepatienten als bei 4-Ecken-Arthrodesepatienten und STT-Arthrodesepatienten. Der Schlüsselgriff mit Unterarmdrehbeweglichkeit misslang lediglich einem prozentualen Anteil von 29% der Vollarthrodesepatienten. Von der Unmöglichkeit des Spitzgriffs waren die Vollarthrodesepatienten prozentual ähnlich häufig betroffen wie 4-Ecken-Arthrodesepatienten.

Zusammenfassend betrachtet, fanden sich Fingerfunktionsdefizite und Einschränkungen von Funktionsgriffen prozentual häufiger bei Vollarthrodesepatienten als bei Patienten, die eine Teilarthrodesese erhalten hatten. Ursachen dieser Einschränkungen der Fingerfunktion konnten wir in unserem Patientenkol-

## 4 Diskussion

---

ektiv nicht ermitteln, da unsere Fragebögen und die Patientenaktenauswertung die Fingerfunktion nicht explizit fokussierten. Fingerbeweglichkeitseinschränkungen wurden jedoch bereits in vorangegangenen Studien vereinzelt erwähnt, meist im Rahmen von Vollarthrodese Studien. Sauerbier et al. (1999) und Sauerbier et al. (2000a) berichteten, dass bei ihren Patientenkollektiven die volle Fingerfunktion nur bei 80% der Patienten gegeben war.

Da neben dem Faustschluss, der Fingerstreckung aller Langfinger und der Oppositionsbewegung des Daumens zum Fingergrundgelenk DV auch die Funktionsgriffe für den Einsatz der Hand im täglichen Leben essentiell sind, wird für nachfolgende Studien empfohlen, die Fingerfunktion zusätzlich zur Handgelenkbeweglichkeit zu beurteilen.

### 4.4.4 Umfang der oberen Extremität

Der Umfang an Oberarm, Ellenbogen, Unterarm, Handgelenk und Handfläche ohne Daumen wurde im Vergleich zur Gegenseite gemessen. Zwischen unseren Voll- und Teilarthrodese Patienten fanden sich keine wesentlichen Unterschiede der Umfangmaße der oberen Extremität verglichen zur kontralateralen Seite. In den aufgeführten Veröffentlichungen wurden die Umfangmaße der oberen Extremität nicht dargestellt. Wir sind jedoch der Meinung, dass die Umfangmaße der oberen Extremität ein guter objektiver Parameter zur Verifizierung der subjektiven Kraftmessungswerte sind, da sie nicht von der Compliance des Patienten abhängig sind.

### 4.4.5 Grobkraft

Die subjektiven Grobkraftwerte der Dynamometermessung beider Hände wurden im Vergleich zur Gegenseite ausgewertet. Patienten unserer Studie mit einer Vollarthrodese des Handgelenks (n=21) erreichten eine Grobkraft von

## 4 Diskussion

---

durchschnittlich 83% der Grobkraft der Gegenseite. Vollarthrodesepatienten von Wieloch et al. (2006) erreichten mit durchschnittlich 85.5% der Grobkraft der Gegenseite ein vergleichbares Ergebnis. Krimmer et al. (2000) ermittelten eine geringere Grobkraft von durchschnittlich 72% der Gegenseite. Mit durchschnittlich nur 50% der Grobkraft der Gegenseite verzeichneten Sauerbier et al. (2000a) die geringste Grobkraft bei Vollarthrodesepatienten.

Bei STT-Arthrodesepatienten (n=17) verzeichneten wir im Vergleich zur kontralateralen Seite eine Grobkraft von durchschnittlich 78%. Eine vergleichbare Grobkraft von 77% der Gegenseite notierten Watson et al. (2003). Sauerbier et al. (2000b) verzeichneten eine geringere verbliebene Kraft von durchschnittlich 60% der kontralateralen Seite.

Die geringste Kraftminderung in unserer Studie hatten Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodesese. Ihre Grobkraft lag bei 85% der Gegenseite in der Dynamometermessung. Eine vergleichbare Kraft von durchschnittlich rund 80% der Gegenseite erreichten 4-Ecken-Arthrodesepatienten in der Studie von Wieloch et al. (2006). Bei Krimmer et al. (2000) betrug die Kraft nach 4-Ecken-Arthrodesese lediglich 65% der Gegenseite.

Abweichungen unserer Ergebnisse im Vergleich zu früheren Veröffentlichungen konnten sowohl für Voll- als auch für Teilarthrodesepatienten festgestellt werden. Dies könnte einerseits durch die unterschiedliche Größe der untersuchten Patientenkollektive oder auch durch die unterschiedliche Altersverteilung entstanden sein. Im Übrigen könnten die Unterschiede der durchschnittlichen Kraftwerte im Vergleich zu einigen anderen Studien dadurch begründet sein, dass in unserer Studie die Grobkraft nicht drei Mal gemessen und dann gemittelt wurde. Vielmehr ermittelten wir einmalig die maximale Grobkraft.

Grundsätzlich bestanden zwischen Voll- und Teilarthrodesepatienten unserer Studie nur unwesentliche Kraftunterschiede. Diese unwesentlichen Unterschiede der subjektiven Kraftmessung werden durch die vernachlässigbaren Unter-

## 4 Diskussion

---

schiede der objektiven Umfangsmessung der oberen Extremität bestätigt. Weder die subjektive Kraftmessung noch die objektive Umfangsmessung der oberen Extremität zeigten einen bedeutsamen Unterschied zwischen Voll- und beiden Teilarthrosen. Die weit verbreitete Ansicht, dass Patienten mit einer Vollarthrose letztendlich über mehr Kraft verfügten als Patienten mit einer Teilarthrose, können wir aufgrund unserer Studie nicht stützen.

### 4.5 Der Cooney-Score

Der Cooney-Score, auch bekannt als Mayo Wrist Score, gliedert sich in vier Teilbereiche. Zu diesen vier Teilbereichen zählen: die Schmerzempfindung, der funktionelle Status, die Beweglichkeit und die Kraft. In unserer Studie wurde von 48 klinisch nachuntersuchten Patienten der Cooney-Score errechnet. Sowohl Voll- als auch Teilarthrosepatienten unserer Studie erreichten einen durchschnittlich schlechten Cooney-Score.

100% unserer klinisch nachuntersuchten Vollarthrosepatienten wiesen einen schlechten Cooney-Score von durchschnittlich 41 Punkten ( $s= 15.5$ ) auf. Dasselbe konnten Sauerbier et al. (2000a) zeigen. Sie ermittelten bei 60 Vollarthrosepatienten ein durchschnittlich schlechtes Ergebnis von 46.4 Punkten im gleichwertigen Mayo Wrist Score. Wieloch et al. (2006) zeigten in Ihrer Matched-Pair-Vergleichsstudie ebenso, dass Vollarthrosepatienten mit 56.4 Punkten ( $s= 12.4$ ) ein durchschnittlich schlechtes Ergebnis im Mayo Wrist Score erreichten.

STT-Arthrosepatienten unserer Studie erzielten ebenfalls einen durchschnittlich schlechten Cooney-Score von 57 Punkten ( $s= 15.4$ ). Im Gegensatz zu unserem Ergebnis ermittelten Sauerbier et al. (2000b) jedoch einen Mayo Wrist Score von 66 Punkten. Dies entspricht einem durchschnittlich befriedigendem Mayo Wrist Score.

## 4 Diskussion

---

Der durchschnittlich schlechte Cooney-Score unserer 4-Ecken-Arthrodesepatienten lag bei 48 Punkten ( $s= 15.5$ ). Auch Sauerbier et al. (2000c) berichteten bei ihren 36 4-Ecken-Arthrodesepatienten über einen durchschnittlich schlechten Mayo Wrist Score. Ihre Patienten erreichten zwar einen durchschnittlich höheren Score von 63 Punkten, dennoch weisen Ihre 36 4-Ecken-Arthrodesepatienten mit dieser durchschnittlichen Punktzahl lediglich einen schlechten Mayo Wrist Score auf. Im Gegensatz hierzu erzielten 26 4-Ecken-Arthrodesepatienten von Tuennerhoff et al. (2001) und 22 ausgesuchte 4-Ecken-Arthrodesepatienten der Matched-Pair-Vergleichsstudie von Wieloch et al. (2006) mit durchschnittlich 76 Punkten ( $s= 15.1$ ) respektive mit durchschnittlich 65.9 Punkten ( $s= 16.3$ ) einen guten Cooney-Score.

Wir konnten zwischen STT-Arthrodesepatienten und Vollarthrodesepatienten einen signifikanten Unterschied des durchschnittlichen Cooney-Scores nachweisen, obwohl in unserem Kollektiv sowohl Voll- als auch STT-Teilarthrodesepatienten lediglich einen durchschnittlich schlechten Cooney-Score erzielten. Das durchschnittlich schlechte Ergebnis der Voll- und Teilarthrodesepatienten könnte in unserer Studie möglicherweise an der geringen Anzahl von klinisch nachuntersuchten Patienten gelegen haben. Wie Tuennerhoff et al. (2001) bereits anmerkten, bleibt beim Cooney-Score stets zu bedenken, dass er die Beweglichkeit des Handgelenks im Vergleich zur Gegenseite mitbewertet, so dass ein vollversteiftes bzw. ein teilversteiftes Handgelenk, unter der Voraussetzung einer gesunden Gegenseite, keinen maximalen Cooney-Score erlangen kann.

In Anbetracht unseres mehrheitlich schlechten Cooney-Scores und der Tatsache, dass ein voll- bzw. ein teilversteiftes Handgelenk keinen sehr guten Cooney-Score erlangen kann, erachten wir diesen Score als nicht aussagekräftig für die Beurteilung der postoperativen Ergebnisse nach Handgelenkvoll- bzw. Teilarthrodesen.

## 4 Diskussion

---

### 4.6 Berufliche Konsequenzen und nachträglich benötigte Vollarthrodeseoperationen

Die beruflichen Konsequenzen und nachträglich benötigte Vollarthrodeseoperationen wurden mit dem Studienfragebogen von 100 Studienpatienten erfasst.

#### 4.6.1 Berufliche Konsequenzen

Hinsichtlich der beruflichen Konsequenzen, d.h. der Dauer des Vollbeschäftigungsausfalls, aber auch der Arbeitsplatzveränderungen, konnten Unterschiede zwischen Voll- und Teilarthrodeseoperationen beobachtet werden.

48% der Patienten mit einer Vollarthrodese gingen nach maximal 12 Wochen wieder einer Vollzeitbeschäftigung nach. Bei Sauerbier et al. (1999) waren Vollarthrodeseoperationen durchschnittlich nach 4,5 Monaten wieder arbeitsfähig. Außerdem arbeiteten in jener Studie 63% der 35 Vollarthrodeseoperationen wieder in ihrem vorherigen Beruf. In unserer Studie kehrten 55% der Vollarthrodeseoperationen an ihren präoperativen Arbeitsplatz zurück.

Von unseren Patienten mit einer STT-Arthrodese benötigten 54% der Patienten bis zu 12 Wochen, bis sie wieder eine Vollzeitbeschäftigung aufnehmen konnten. Traenkle et al. (2000) ermittelten eine durchschnittliche Arbeitsunfähigkeitsdauer von 18 Wochen nach einer STT-Arthrodeseoperation. Im Hinblick auf die Rückkehr zur vorherigen Tätigkeit gaben Sauerbier et al. (2000b) an, dass 80% ihrer STT-Arthrodeseoperationen zu ihrer früheren Tätigkeit zurückkehrten. In unserer Studie konnten 70% der STT-Arthrodeseoperationen die Tätigkeit am früheren Arbeitsplatz wieder aufnehmen.

Von den 4-Ecken-Arthrodeseoperationen unserer Studie konnten 65% nach maximal 12 Wochen wieder Vollzeit arbeiten. Angaben in der Literatur sind dementsprechend schwer zu finden. Den Studien von Sauerbier et al. (2000c) und Wieloch et al. (2006) konnte allein die Arbeitsunfähigkeit entnommen werden. Sauerbier et al. (2000c) berichteten, dass 69% der 36 4-Ecken-Arthrodese-

## 4 Diskussion

---

patienten an ihren vorherigen Arbeitsplatz zurückkehrten. Bei Wieloch et al. (2006) war dies 77% der 22 4-Ecken-Arthrodesepatienten möglich. 4-Ecken-Arthrodesepatienten unserer Studie behielten zu 73% ihren präoperativen Arbeitsplatz.

In unserer Studie konnte anhand des Studienfragebogens festgestellt werden, dass Teilarthrodesepatienten nicht nur schneller wieder in der Lage waren, Vollzeit zu arbeiten, sondern darüber hinaus auch seltener von einer Arbeitsplatzveränderung betroffen waren.

### 4.6.2 Nachträgliche Vollarthrodesen

Von 100 befragten Patienten erhielten 2 STT-Arthrodesepatienten sowie 2 4-Ecken-Arthrodesepatienten eine nachträgliche Vollarthrodesese des Handgelenks. Bei ihnen führten Schmerzen und/oder fortschreitende degenerative Prozesse zu dieser nachträglichen Vollarthrodesese, die durchschnittlich 43 Wochen und 5 Tage nach vorangegangener Teilarthrodesese erfolgte.

Angaben vorangegangener Studien zu nachträglichen Vollarthrodesen nach STT-Arthrodesese schwankten stark. In der Studie von Watson et al. (2003) benötigten 15 der 779 STT-Arthrodesepatienten eine nachträgliche Vollarthrodesese. Bei Sauerbier et al. (1998) erhielt einer der 20 Patienten nachträglich eine Vollarthrodesese. Die höchste Rate von nachträglichen Vollarthrodesen war in der Studie von Meyer-Marcotty et al. (2005) zu finden. In jener Studie wurde berichtet, dass 3 der 30 STT-Arthrodesepatienten nachträglich eine Vollarthrodesese erhalten hatten.

Unterschiedliche Angaben hinsichtlich nachträglicher Vollarthrodesen waren ebenso in 4-Ecken-Arthrodesestudien zu entdecken. Bei Sauerbier et al. (2000c) wurden 2 von insgesamt 43 4-Ecken-Arthrodesen aufgrund von

## 4 Diskussion

---

---

Schmerzen in eine Vollarthrodese umgewandelt. Dacho et al. (2008) veröffentlichten, dass 2 der 17 4-Ecken-Arthrodesepatienten eine nachträgliche Vollarthrodese wegen persistierender Schmerzen und einer nicht ausreichenden Konsolidierung benötigten.

Im Allgemeinen wurden nachträgliche Vollarthrodesen von nur wenigen STT-Arthrodesen- und 4-Ecken-Arthrodesepatienten benötigt. Folglich gehen wir davon aus, dass bei der Mehrheit unserer STT- bzw. 4-Ecken-Arthrodesepatienten die Beschwerdesymptomatik nicht wesentlich progredient war.

### 5 Zusammenfassung

Mit dieser retrospektiven Studie wurde die individuelle objektiv messbare manuelle Leistungsfähigkeit sowie die subjektive physische und psychische Lebensqualität nach einer Voll- bzw. Teilarthrodese (STT-Arthrodese und 4-Ecken-Arthrodese) des Handgelenks untersucht.

Es wurden 100 Patienten, die eine Voll- oder eine Teilarthrodese in der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen zwischen dem 01.01.1997 und dem 31.12.2005 erhalten hatten, in diese Studie aufgenommen. Zu den 100 Patienten zählten 44 Vollarthrodesepatienten, 30 STT-Arthrodesepatienten und 26 4-Ecken-Arthrodesepatienten.

Die subjektive physische und psychische Lebensqualität wurde mittels des DASH-Fragebogens von 100 Patienten erfasst. Die individuelle objektiv messbare manuelle Leistungsfähigkeit, d.h. die Handgelenksbeweglichkeit, der Umfang der oberen Extremität und die Kraft konnten von 48 der 100 Patienten gemessen und ausgewertet werden. Außerdem wurde von diesen 48 Patienten der Cooney-Score bestimmt.

Patienten mit einer STT-Arthrodese und 4-Ecken-Arthrodese erreichten mit durchschnittlich 28 Punkten (STT-Arthrodesepatienten) bzw. 29 Punkten (4-Ecken-Arthrodesepatienten) im DASH-Fragebogen einen besseren DASH-Score als Patienten mit einer Handgelenkvollarthrodese (44 Punkte). Dieses Ergebnis zeigt, dass STT-Arthrodesepatienten und 4-Ecken-Arthrodesepatienten aufgrund ihres signifikant geringeren DASH-Scores eine bessere subjektive physische und psychische Lebensqualität haben als Vollarthrodesepatienten mit einem höheren DASH-Score.

## 5 Zusammenfassung

---

Bei der individuellen objektiv messbaren manuellen Leistungsfähigkeit zeigten Vollarthrodesepatienten erwartungsgemäß weder eine Flexions-/Extensionsbeweglichkeit noch eine Radial-/Ulnarduktionsbeweglichkeit des Handgelenks. Unter den Teilarthrodeseen erreichten 4-Ecken-Arthrodesepatienten eine geringere Flexion/Extension der Handgelenks von durchschnittlich  $32^{\circ}/0^{\circ}/21^{\circ}$  als STT-Arthrodesepatienten, die eine Flexion/Extension von durchschnittlich  $48^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}$  zeigten. Demzufolge verfügen STT-Arthrodesepatienten unserer Studie postoperativ tendenziell über einen größeren Flexions-/Extensionsbewegungsumfang als 4-Ecken-Arthrodesepatienten. Der Bewegungsumfang bezüglich der Radial-/Ulnarduktion war bei STT-Arthrodesepatienten mit durchschnittlich  $10^{\circ}/0^{\circ}/16$  ( $-26^{\circ}$ ) nur geringfügig größer (um  $4^{\circ}$ ) als bei den 4-Ecken-Arthrodesepatienten mit  $11^{\circ}/0^{\circ}/11^{\circ}$  ( $-22$ ). In Bezug zur Gegenseite war die Beweglichkeit nach STT-Arthrodese mit durchschnittlich nur 60% der Gegenseite sogar schlechter als die Beweglichkeit nach 4-Ecken-Arthrodese mit durchschnittlich 62% der Gegenseite.

Die prozentuale Häufigkeit von Fingerfunktionsdefiziten im Hinblick auf den Faustschluss und die komplette Fingerstreckung war wesentlich höher bei Patienten mit Vollarthrodese als bei den Patienten, die nur eine Teilarthrodese des Handgelenks erhalten hatten.

Bezüglich der Grobkraft, angegeben in Prozent der kontralateralen Seite, fanden sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen Voll- und Teilarthrodesepatienten. Die Grobkraft von Vollarthrodesepatienten betrug durchschnittlich 83% der kontralateralen Seite. Die Grobkraft von STT-Arthrodesepatienten lag bei durchschnittlich 78% der kontralateralen Seite. Patienten mit einer 4-Ecken-Arthrodese erreichten durchschnittlich 85% der Grobkraft der kontralateralen Seite.

Nur bei zwei STT-Arthrodesepatienten sowie bei zwei 4-Ecken-Arthrodesepatienten von insgesamt 100 befragten Patienten war in dem Nachbeobachtungszeitraum von durchschnittlich 52.5 Monaten eine nachträgliche Vollarthro-

## 5 Zusammenfassung

---

---

dese durchgeführt worden. Darüber hinaus ergab die Studie, dass Teilarthrodese-patienten gegenüber Vollarthrodese-patienten schneller wieder in der Lage waren, Vollzeit zu arbeiten und dass sie auch seltener als Vollarthrodese-patienten von einer Arbeitsplatzveränderung betroffen waren.

Sowohl Voll- als auch Teilarthrodese-patienten unserer Studie erreichten ein durchschnittlich schlechtes Ergebnis im Cooney-Score. 100% unserer klinisch nachuntersuchten Vollarthrodese-patienten wiesen einen schlechten Cooney-Score auf. Sie erreichten einen Cooney-Score von durchschnittlich 41 Punkten. STT-Arthrodese-patienten unserer Studie erzielten ebenfalls einen durchschnittlich schlechten Cooney-Score von 57 Punkten. Der durchschnittliche Cooney-Score unserer 4-Ecken-Arthrodese-patienten lag bei 48 Punkten. In Anbetracht dieser schlechten durchschnittlichen Cooney-Scores und der Tatsache, dass ein voll- bzw. ein teilversteiftes Handgelenk keinen sehr guten Cooney-Score erlangen kann, erachten wir diesen Score als nicht aussagekräftig für die Erfassung des postoperativen Ergebnisses nach einer Handgelenkvoll- bzw. Teilarthrodese.

### 6 Literaturverzeichnis

1. Adams, B.D., Grosland, N.M., Murphy, D.M., McCullough, M. (2003)  
Impact of impaired wrist motion on hand and upper-extremity performance.  
J. Hand Surg. [Am], 28, 898-903
2. Benninghoff, A., Drenckhahn, D. (2003)  
Anatomie, Makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie.  
Band 1, Aufl. 16, Urban & Fischer Verlag, 316-319
3. Bertram, E., Farthmann, E.H. (1981)  
53 a. Notwendigkeit und Anwendungsgebiet retrospektiver Analysen in einer Zeit der prospektiven kontrollierten Studien.  
Langenbecks Arch. Chir. , 355, 393-297
4. Borisch, N., Haussmann, P. (2002)  
Das rheumatische Handgelenk.  
Orthopade, 31, 1159-1167
5. Bortz, J. (2005)  
Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler.  
6.Aufl., Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 37-38
6. Buck-Gramcko, D. (1990)  
STT-Arthrodese bei karpalen Instabilitäten und bei Mondbeinnekrose.  
Operat. Orthop. Traumatol., 2, 153-159
7. Cooney, W.P., Bussey, R., Dobyns, J.H., Linsheid R.L. (1987)  
Difficult wrist fractures. Perilunate facture-dislocations of the wrist.  
Clin. Orthop., 214, 136-147
8. Dacho, A.K., Baumeister, S., Germann, G., Sauerbier, M. (2008)  
Comparison of proximal row carpectomy and midcarpal arthrodesis for the treatment of scaphoid nonunion advanced collapse (SNAC-wrist) and scapholunate advanced collapse (SLAC-wrist) in stage II.  
J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg., 61, 1210-1218

## 6 Literaturverzeichnis

---

9. Dick, H.M. (1993)  
Wrist Arthrodesis.  
In: Green, D.P. (ed) (1993): Operative Hand Surgery. Vol. 1, 3<sup>rd</sup> ed.,  
Churchill Livingstone, New York, Edinburgh, London, 131-142
10. Dohler, C., Busse, M., Gahr, R.H. (2001)  
Validierung des DASH-Scores am modifizierten Neer-Score.  
Klinische Sportmedizin, 2, 57-66
11. Ekenstam, F. af (1996)  
Wrist stability/wrist instability.  
In: Buechler, U. (ed) (1996): Wrist Instability. Martin Dunitz, 23-27
12. Fuchs, S., Achinger, R. (1995)  
Ergebnis der Totalarthrodese an der Hand.  
Unfallchirurg, 98, 350-354
13. Gabl, M.  
Idiopathische Mondbeinnekrose, Morbus Kienböck  
URL: [http://www.unfallchirurgen.at/download/agenda/33\\_gabl.pdf](http://www.unfallchirurgen.at/download/agenda/33_gabl.pdf)  
Stand: 30.08.2011
14. Germann, G., Wind, G., Harth, A. (1999)  
Der DASH-Fragebogen – Ein neues Instrument zur Beurteilung von  
Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität.  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 31, 149-152
15. Hastings, H., Weiss, A.-P.C., Strickland, J.W. (1993)  
Die Arthrodesse des Handgelenks. Indikation, Technik und funktionelle  
Konsequenzen für Hand und Handgelenk.  
Orthopade, 22, 86-91
16. Huelsbergen-Krueger, S., Partecke, B.-D. (1999)  
Interkarpale und radiokarpale Resektionsarthroplastiken und  
Arthrodesen.  
Orthopade, 28, 899-906
17. Jester, A., Harth, A., Wind, G., Germann, G. (2003)  
Der "Disability of shoulder, arms and hand"-Fragebogen als Instrument  
zur Identifikation diagnosespezifischer Aktivitätsprofile.  
Unfallchirurg, 106, 834-838

## 6 Literaturverzeichnis

---

18. Jester, A., Harth, A., Wind, G., Germann, G., Sauerbier, M. (2005)  
Ersetzt der Disability of Arm, Shoulder and Hand Questionnaire (DASH-Fragebogen) die Erfassung von Bewegungsausmaß und Kraft bei der Bewertung von Ergebnissen?  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 37, 126-130
19. Kadji, O., Duteille, F., Dautel, G., Merle, M. (2002)  
Arthrodèse carpienne des quatre os versus arthrodèse capitulaire. À propos de 40 patients.  
Chir. Main, 21, 5-12
20. Kalb, K., Ludwig, A., Tauscher, A., Landsleitner, B., Wiemer, P., Krimmer, H. (1999)  
Behandlungsergebnisse nach operativer Handgelenkversteifung.  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 31, 253-259
21. Kalb, K., Fuchs, V., Bartelmann, U., Schmitt, R., Landsleitner, B. (2001)  
Erfahrungen mit der STT-Arthrodese. Eine retrospektive Auswertung.  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 33, 181-188
22. Kleinman, W.B. (2001)  
Dynamics of carpal instability.  
In: Watson, H.K., Weinzweig, J. (ed) (2001): The wrist. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, Baltimore, New York, 455-481
23. Koebeke, J. (1988)  
Anatomie des Handgelenkes und der Handwurzel.  
Unfallchirurgie, 14, 74-79. In: Schmidt, H.M., Lanz, U. (1992):  
Chirurgische Anatomie der Hand. Hippokrates Verlag, Stuttgart, 60-77
24. Krimmer, H., Sauerbier, M., Vispo-Seara, J.L., Schindler, G., Lanz, U. (1992)  
Fortgeschrittener karpaler Kollaps (Slac-Wrist) bei Skaphoidpseudarthrose Therapiekonzept: mediokarpale Teilarthrodese.  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 24, 191-198
25. Krimmer, H., Wiemer, P., Kalb, K. (2000)  
Vergleichende Ergebnisbewertung am Handgelenk – mediokarpale Teilarthrodese und Totalarthrodese.  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 32, 369-374

## 6 Literaturverzeichnis

---

26. Larsen, C.F (1996)  
An overview of traumatic wrist instability.  
In: Buechler, U. (ed) (1996): Wrist Instability. Martin Dunitz , 97-100
27. Magee, D.J. (1997)  
Orthopedic physical assessment.  
3<sup>rd</sup> ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, 289-291
28. Martini, A.-K. (2003)  
Arthrosen.  
In: Wirth, C.J., Zichner, L., Martini, A.-K. (2003): Orthopädie und Orthopädische Chirurgie. Ellenbogen, Unterarm und Hand. Bd 4., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 545-559
29. Meads, B.M., Scougall, P.J., Hargreaves, I.C. (2003)  
Wrist arthrodesis using a synthes wrist fusion plate.  
J. Hand Surg. [Br], 28, 571-574
30. Meier, R., Lanz, U., Krimmer, H. (2002)  
Teilfusionen am Handgelenk – eine Alternative zur Totalarthrodese.  
Unfallchirurg, 105, 762-774
31. Meier, R., Krettek, C., Krimmer, H. (2003a)  
Bildgebende Verfahren am Handgelenk.  
Unfallchirurg, 106, 999-1009
32. Meier, R., Prommersberger, K.-J., Kimmer, H. (2003b)  
Teil-Arthrodesen von Skaphoid, Trapezium und Trapezoideum (STT-Fusion).  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 35, 323-327
33. Meier, R., Griensven, M. van, Krimmer, H. (2004)  
Scaphotrapeziotrapezoid (STT)-arthrodesis in Kienbock's disease.  
J. Hand Surg. [Br], 29, 580-584
34. Meyer-Marcotty, M., Redeker, J., Bahr, T., Hankiss, J., Fluegel, M. (2005)  
Differenzialindikation der dorsalen Kapsulodese und der STT-Arthrodesese bei Patienten mit einer skapholunären Dissoziation. Ist das Ergebnis abhängig von der Diagnose oder dem Operationsverfahren?  
Handchir. Mirkrochir. Plast. Chir., 37, 97-105

## 6 Literaturverzeichnis

---

35. Moneim, M.S., Pribyl, C.R., Garst, J.R. (1997)  
Wrist arthrodesis. Technique and functional evaluation.  
Clin. Orthop., 341, 23-29
36. Nigst, H. (1990)  
Zur Geschichte des Karpus und der karpalen Instabilität.  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 22, 283-288
37. Peterson, H.A., Lipscomb, P.R. (1967)  
Intercarpal arthrodesis.  
Arch. Surg., 95, 127-134
38. Platzner, W. (1999)  
Taschenatlas der Anatomie.  
Bd. 1, 7.Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 124-135
39. Rauhaniemi, J., Tiusanen, H., Sipola, E. (2005)  
Total wrist fusion: a study of 115 patients.  
J. Hand Surg. [Br], 30, 217-219
40. Rudolf, K.-D., Preisser, P., Partecke, B.-D. (1999)  
Vergleich verschiedener Bewertungsmaßstäbe zur Beurteilung des  
Behandlungserfolges nach Kahnbeinverletzungen.  
Handchir. Mikrochir. Plast Chir., 31, 155-161
41. Sauerbier, M., Bickert, B., Kluge, S., Erdmann, D., Germann, G. (1998)  
Mittelfristige Resultate nach STT-Arthrodese zur Behandlung der  
aseptischen Lunatumnekrose Stadium IIIa/b.  
Langenbecks Arch. Chir. Suppl. Kongressbd., 2, 1274-1278
42. Sauerbier, M., Kania, N.M., Kluge, S., Bickert, B., Germann, G. (1999)  
Erste Ergebnisse mit der neuen AO-Handgelenks-Arthrodesenplatte.  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 31, 260-265
43. Sauerbier, M., Kluge, S., Bickert, B., Germann, G. (2000a)  
Subjective and objective outcomes after total wrist arthrodesis in patients  
with radiocarpal arthrosis or Kienbock's disease.  
Chir. Main, 19, 223-231
44. Sauerbier, M., Traenkle, M., Erdmann, D., Menke, H., Germann, G.  
(2000b)  
Functional outcome with scaphotrapeziotrapezoid arthrodesis in the  
treatment of Kienbock's disease stage III.  
Ann. Plast. Surg., 44, 618-625

## 6 Literaturverzeichnis

---

45. Sauerbier, M., Traenkle, M., Linsner, G., Bickert, B., Germann, G. (2000c)  
Midcarpal arthrodesis with complete scaphoid excision and interposition bone graft in the treatment of advanced carpal collapse (SNAC/SLAC wrist): operative technique and outcome assessment.  
J. Hand Surg. [Br], 25, 341-345
46. Smet, L. de, Degreef, I., Robijns, F., Truyen, J., Deprez, P. (2006)  
Salvage procedures for degenerative osteoarthritis of the wrist due to advanced carpal collapse.  
Acta Orthop. Belg., 72, 535-540
47. Schmidt, HM., Lanz, U. (1992)  
Chirurgische Anatomie der Hand.  
Hippokrates Verlag, Stuttgart, 46-77
48. Schuind, F., Fumiere, E., Sintzoff, S. (1996)  
The value of standard and functional radiographs in diagnosing wrist instability.  
In: Buechler, U. (ed) (1996): Wrist instability. Martin Dunitz, 61-67
49. Steckel, H., Stankovic, O., Klinger, H.M., Baums, M.H., Schmid, A., Schultz, W. (2006)  
Stellenwert der Arthrodesse des Handgelenkes.  
Z. Orthop. Ihre Grnezegeb., 144, 212-217
50. Taleisnik, J. (1976)  
The ligaments of the wrist.  
J. Hand Surg. [Am], 1, 110-118
51. Traenkle, M., Sauerbier, M., Linsner, G., Bickert, B., Germann, G. (2000)  
STT-Arthrodesse zur Behandlung der Lunatumnekrose im Stadium III: funktionelle Ergebnisse.  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 32, 419-423
52. Tuennerhoff, H.-G., Das Gupta, K., Haussmann, P. (2001)  
Funktionelle Ergebnisse nach mediokarpaler Teilarthrodesse mit Exstirpation des Skaphoids.  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 33, 408-417
53. Tuennerhoff, H.-G., Haussmann, P. (2003)  
Komplikationen nach mediokarpaler Teilarthrodesse – Versuch der Fehleranalyse.  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 35, 288-298

## 6 Literaturverzeichnis

---

54. Voche, P., Merle, M. (1993)  
L'arthrodèse des 4 os du poignet.  
Rev .Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot., 79, 456-463
55. Voche, P., Dautel, G., Merle, M., Dap, F. (1999)  
Palliative Operationsverfahren und Therapie von Komplikationen.  
In: Merle, M., Dautel, G., Rehart, S. (Hrsg.) (1999): Chirurgie der Hand.  
Bd. 2, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 425-450
56. Watson, H.K., Hempten, R.F. (1980)  
Limited wrist arthrodeses: I. The trisacpoid joint.  
J. Hand Surg., 5, 320-327
57. Watson, H.K, Ballet, F.L. (1984)  
The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of  
degenerative arthritis.  
J. Hand Surg. [Am], 3, 358-365
58. Watson, H.K., Weinzweig, J, Guidera, P.M., Zeppieri, J., Ashmead, D.  
(1999)  
One thousand intercarpal arthrodeses.  
J. Hand Surg. [Br], 24, 307-315
59. Watson, H.K., Wollstein, R., Joseph, E., Manzo, R., Weinzweig, J.,  
Ashmead, D. (2003)  
Scaphotrapeziotrapezoid arthrodesis: follow-up study.  
J. Hand Surg. [Am], 28, 397-404
60. Wieloch, P.T., Martini, A.K., Jung, M., Daecke, W. (2006)  
Langzeitergebnisse nach mediokarpaler Teilarthrodese und nach  
Vollarthrodese des Handgelenks – Ein Mached-Par-Vergleich.  
Z. Orthop. Ihre Grenzgeb., 144, 206-211
61. Willebrand, J. (1999)  
Skapholunäre Dissoziationen. Diagnostik – Stadieneinteilung -  
Therapieschemata.  
Orthopade, 28, 878-882
62. Yuming, Y., Gilula, L.A. (2001)  
Imaging of the symptomatic wrist.  
In: Watson, H.K., Weinzweig, J. (ed) (2001): The wrist. Lippincott  
Williams & Wilkins, Philadelphia, Baltimore, New York, 61-82

## 6 Literaturverzeichnis

---

63. Zancolli, E.A., Cozzi, E.P. (ed) (1992)  
Atlas of surgical anatomy of the hand.  
Churchill Livingstone, New York, Edinburgh, London, 416-431

## 7 Anhang

### DASH-Fragebogen

ID Nr.: \_\_\_\_\_

(Deutsche Adaptation: Germann, Harth, Wind)

*Der vorliegende Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit Ihren Symptomen als auch Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten/Aktivitäten auszuführen.*

*Bitte beantworten Sie alle Fragen gemäß Ihrem Zustand in der letzten Woche, indem Sie einfach die entsprechende Zahl einkreisen.*

*Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie Ihre Tätigkeiten/Aktivitäten ausüben.*

*Antworten Sie einfach entsprechend Ihren Fähigkeiten, egal, wie Sie die Aufgaben meistern konnten.*

#### **Teil A:**

*Bitte schätzen Sie ihre Fähigkeiten ein, folgende Tätigkeiten/Aktivitäten in der letzten Woche ausführen zu können, indem Sie die entsprechende Zahl einkreisen.*

		Keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merklich Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1.	Ein Marmeladen-, Einmach-, Honigglas öffnen	1	2	3	4	5
2.	Schreiben	1	2	3	4	5
3.	Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
4.	Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5.	Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6.	Etwas auf ein Regal über Kopfhöhe stellen	1	2	3	4	5
7.	Schwere Hausarbeit (Boden putzen, Wände abwaschen)	1	2	3	4	5
8.	Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9.	Betten machen	1	2	3	4	5
10.	Eine Einkaufstüte oder Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11.	Schwere Gegenstände tragen (über 10 kg)	1	2	3	4	5

## 7 Anhang

12.	Eine Glühbirne über Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
13.	Haare waschen oder fönen	1	2	3	4	5
14.	Den Rücken waschen	1	2	3	4	5
15.	Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16.	Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17.	Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken usw.)	1	2	3	4	5
18.	Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm mit mehr oder weniger Anstrengung benutzen, wie z.B.: Tennis, Heimwerken, Golf usw.	1	2	3	4	5
19.	Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (Badminton, Frisbee, Squash)	1	2	3	4	5
20.	Am Straßenverkehr teilnehmen oder öffentliche Verkehrsmittel benutzen, um von einem Platz zum anderen zu gelangen	1	2	3	4	5
21.	Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5
22.	In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihren normalen sozialen Kontakt zu Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der letzten Woche beeinflusst?	Überhaupt nicht 1	Kaum 2	Merklich 3	Deutlich 4	Extrem 5
23.	Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen täglichen Aktivitäten eingeschränkt?	Überhaupt nicht 1	Kaum 2	Merklich 3	Deutlich 4	Extrem 5

## 7 Anhang

**Teil B:**

*Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Symptome während der letzten Woche ein. (Bitte kreisen Sie die entsprechende Zahl ein.)*

	Keine	Wenig	Mittel	Erheblich	Extrem
24. Schmerzen in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
25. Schmerzen in Schulter, Arm, Hand, nachdem Sie eine bestimmte Tätigkeit ausgeführt	1	2	3	4	5
26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
27. Schwächegefühl in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
28. Steifheit in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
29. Hatten Sie in der letzten Woche Schlafstörungen wegen der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand?	Keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merkliche Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	So viele Schwierigkeiten dass ich nicht schlafen konnte
	1	2	3	4	5
30. Durch meine Probleme in Schulter, Arm oder Hand fühle ich mich weniger fähig, mein Selbstvertrauen ist eingeschränkt, und ich kann mich weniger nützlich machen.	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung. Weiß nicht	Stimme zu	Stimme sehr zu
	1	2	3	4	5

## 7 Anhang

---

---

### Teil C: Sport- oder Musikinstrumente

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss, den Ihr Schulter-, Arm-, oder Handproblem auf das Spielen Ihres Musikinstrumentes oder das Ausüben Ihres Sports hatte.

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben, so geben Sie bitte an, welches Instrument oder welche Sportart für Sie am wichtigsten ist.

---

Bitte kreisen Sie die Zahl ein, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der letzten Woche am besten beschreibt.

Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merkliche Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise, Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
2. Wegen der Schmerzen in Schulter/Arm/Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
3. So gut, wie Sie es gewohnt waren, Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
4. Ihre gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?	1	2	3	4	5

---

Wir bedanken uns für Ihre Mitarbeit

## Studienfragebogen

Studennummer des Patienten:

wird von der BG Unfallklinik ausgefüllt

Bitte füllen Sie folgende Fragen vollständig aus:

Alter:

Geschlecht :  männlich  weiblich

Händigkeit :  Rechtshänder  Linkshänder

**Fragebogen**

1. Welchen Beruf üben Sie aus?

**Handwerklicher Beruf**

**Technischer Beruf**

**Bürotätigkeit**

**Gesundheitswesen**

**Rentner**

**Sonstiges:**

\_\_\_\_\_

bitte genaue Beschreibung Ihrer Tätigkeit:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. War es ein Unfall, der zur Handgelenks(teil-)versteifung führte?

**Ja**       **Nein**

→ **wenn ja**, war es ein Arbeitsunfall?

**Ja**       **Nein**

3. Gab es nach der Operation Komplikationen?

**Ja**       **Nein**

→ **wenn ja**, welche ?

\_\_\_\_\_

## 7 Anhang

---

---

4. Konnten Sie ihren Arbeitsplatz, den Sie vor der Versteifungs- bzw. Teilversteifungsoperation hatten, behalten?

Ja                       Nein

→ **wenn nein**, was waren die Folgen?

Arbeitsplatzwechsel innerhalb des Unternehmens

Umschulung

Firmenwechsel

Arbeitslos

Sonstiges:  
\_\_\_\_\_

5. Wie lange war Ihre Hand insgesamt mit einem Gips oder einer Schiene ruhig gestellt?

1 Woche

6 Wochen

länger als 6 Wochen:  
\_\_\_\_\_

6. Wie lange waren Sie aufgrund Ihrer Handgelenk(teil-)versteifung nach der Operation in ärztlicher Behandlung?

6-12 Wochen

3-6 Monate

6-12 Monate

länger als 12 Monate:  
\_\_\_\_\_

## 7 Anhang

---

---

7. Wie lange waren Sie nach der Handgelenks(teil-)versteifung in einer stationären Reha-Behandlung?

- gar nicht
- unter 3 Wochen
- 3-4 Wochen
- 4-6 Wochen
- länger als 6 Wochen:

\_\_\_\_\_

8. Wie lange waren Sie nach der Handgelenks(teil-)versteifung in ambulanter Reha-Behandlung (z.B. Krankengymnastik, Ergotherapie, o.ä.)?

- gar nicht
- unter 3 Wochen
- 3-6 Wochen
- 6-12 Wochen
- 3-6 Monate
- länger als 6 Monate:

\_\_\_\_\_

9. Wie lange nach der Operation konnten Sie nicht Vollzeit arbeiten?

- unter 3 Wochen
- 3-6 Wochen
- 6-12 Wochen
- 3-6 Monate
- länger als 6 Monate:

\_\_\_\_\_

- keine Vollbeschäftigung mehr möglich

## 7 Anhang

---

---

10. Falls Sie eine Teilversteifung erhalten haben- musste diese in der Zwischenzeit durch eine Vollversteifung ersetzt werden?

Ja             Nein

→ **wenn ja:**

- wann: \_\_\_\_\_
- warum: \_\_\_\_\_
- Klinik: \_\_\_\_\_

**Messblatt der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen**  
(modifiziert für diese Studie)

Pat.-Nr:

**Anamnese:**

**Unterarmdrehung:**

ausw. / einw.

Rechts

Links

--	--	--	--	--	--

**Umfangmaße in cm:**

(hängender Arm)

15 cm ob. äußerem Oberarmknorren

Ellenbogengelenk

10 cm unt. äußerem Oberarmknorren

Handgelenk

Mittelhand (ohne Daumen)

Rechts

Links

Rechts	Links

**Schürzen-/Nackengriff:**

**Schultergelenke:**

Arm seitw. / körperw.

Arm rückw. / vorw.

Arm ausw. / einw. drehen (anliegend)


**Ellenbogengelenke:**

Streck. / Beugg.

--	--	--	--	--	--

**Handgelenke:**

Handrückenw. / hohlhandw.

ellenw. /speichenw.


## 7 Anhang

---

**Spitzgriff:**

**Schlüsselgriff:**

**Fingergelenke:**

Abstände in cm:

Nagelrand  
/ quere Hohlhandfalte

Nagelrand  
/ verl. Handrückenebene

II	III	IV	V	II	III	IV	V

**Streckung/Beugung der Langfinger (II-V)**

II

Grundgelenk


Mittelgelenk

Endgelenk

III

Grundgelenk


Mittelgelenk

Endgelenk

IV

Grundgelenk


Mittelgelenk

Endgelenk

V

Grundgelenk


Mittelgelenk

Endgelenk

## 7 Anhang

---

**Daumengelenke:**

Streckung/Beugung:

Grundgelenk


Endgelenk

**Abspreizung**

In der Handebene

0				0	

Rechtwinklig zur Handebene

**Opposition**

--	--

**Ankreuzen,**

welche Langfingerkuppen mit der Daumenspitze erreicht werden können

II	III	IV	V		II	III	IV	V

**Handspanne:**

Größter Abstand in cm zwischen Daumen- und Kleinfingerkuppe

--	--

**Kraftmessung**

Dynamometer [kgs]

Vigorimeter [kPa]


## 7 Anhang

---

---

### Clinical Scoring Chart nach COONEY ET AL. (1987)

<b>Pain</b> (25 Points)	25	No pain
	20	Mild, occasional
	15	Moderate, tolerable
	0	Severe to intolerable
<b>Functional status</b> (25 Points)	25	Returned to regular employment
	20	Restricted employment
	15	Able to work, unemployed
	0	Unable to work because of pain
<b>Range of motion</b> (25 Points)		Percentage of normal
	25	100 %
	15	75 – 100 %
	10	50 – 75 %
	5	25 – 50 %
	0	0 – 25 %
		DF-PF Arcs if only injured hand reported
	25	120° or more
	15	90 – 120
	10	60 – 90
	5	30– 60
	0	30 or less
<b>Grip strength</b> (25 Points)		Percentage of normal
	25	100 %
	15	75 – 100 %
	10	50 – 75 %
	5	25 – 50 %
	0	0 – 25 %
<b>Final rating</b>	Excellent	90 – 100 points
	Good	80 – 90 points
	Fair	65 – 80 points
	Poor	< 65 points

### Danksagung

Für meine Dissertation schulde ich vielen Menschen einen herzlichen Dank.

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr. med. H.-E. Schaller für die Aufnahme in die Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen und für die Überlassung des Themas. Insbesondere möchte ich Herrn Dr. med. A. Nusche und Frau Dr. med. M. Nusche für die Betreuung und Diskussionsbereitschaft danken. Mit ihrem Fachwissen, ihrer konstruktiven Kritik und ihren vielen Ideen gaben sie meiner Arbeit den nötigen Schliff.

Ich möchte mich bei Frau Eith, Frau Tuma und Frau Wütz bedanken, die mir nicht nur in administrativen und organisatorischen Belangen weitergeholfen haben, sondern immer ein offenes Ohr für mich hatten. Bedanken möchte ich mich zudem bei Frau Gayko, die mir bei der Literatursuche behilflich war.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meinen Eltern und meiner Familie, ohne die ich nicht in der Lage gewesen wäre ein Medizinstudium zu absolvieren und eine Dissertation zu schreiben. Sie waren immer für mich da und haben für meine Ausgeglichenheit und Stärke gesorgt, die ich während des Medizinstudiums und während meiner Dissertation in manchen Situationen gebraucht habe. Dank gilt auch meinen Freunden, die mir zum einen tatkräftig zur Seite standen und zum anderen mich stets aufbauten, indem sie für die erforderliche Abwechslung sorgten.

## **Lebenslauf**

---

---

### **Lebenslauf**

#### **Persönliche Daten**

Geburtsdatum: 10. Oktober 1979  
Staatsangehörigkeit: deutsch

#### **Schule und soziales Jahr**

1990 – 1996	Theodor Heuss Gymnasium, Schopfheim, Deutschland
1996 – 1997	Fontana High School, Kalifornien, USA
1997 – 1999	Theodor Heuss Gymnasium, Schopfheim, Deutschland
09/1999 – 07/2000	Entwicklungshilfe, Carahue, Chile

#### **Universität**

04/2002	Medizinstudium an der Eberhard Karls Universität, Tübingen, Deutschland
26/03/2004	Ärztliche Vorprüfung
02/2006 – 06/2006	Auslandssemester an der Cerrahpaşa Üniversitesi, Istanbul, Türkei
11/11/2008	Ärztliche Prüfung
02/2009 – 05/2009	Promotionsstudent

## Lebenslauf

---

---

### Praktika und Berufserfahrung

09/2000 – 11/2000	Angestellte bei Swissbrokers, Basel, Schweiz
12/2000 – 04/2001	Angestellte bei Swissadventures, Boltigen, Schweiz
05/2001 – 07/2001	Angestellte bei Insider Reisen, Essen, Deutschland
01/2002 – 04/2002	Pflegepraktikum im St. Elisabethen Krankenhaus, Lörrach, Deutschland
05/2009 – 06/2010	Auslandsaufenthalt
11/2010 – 05/2011	Assistenzärztin im Kreiskrankenhaus Lörrach, Deutschland
07/2011	Akademische Mitarbeiterin am Universitätsklinikum Tübingen, Deutschland