

Aus der Klinik für Handchirurgie

Rhön-Klinikum Bad Neustadt / Saale

Direktor: Professor Dr. med. Ulrich Lanz

**Verfahrenswahl, Einflussfaktoren und Ergebnisse bei distaler Radiusfraktur  
unter besonderer Berücksichtigung der Plattenosteosynthese –  
eine retrospektive Studie anhand von 108 Patienten**

**Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät  
der**

**Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg  
vorgelegt von**

Ute Kröger  
aus Görlitz

Würzburg, Juni 2005

Referent:	Prof. Dr. med. U. Lanz
Korreferent:	Prof. Dr. med. A. Weckbach
Dekan:	Prof. Dr. med. G. Ertl

Tag der mündlichen Prüfung: 13.12.2005

Die Promovendin ist Ärztin

Diese Arbeit ist  
meinen Eltern Christel und Hans-Dieter Kröger gewidmet.

# INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	1
2.	ZIEL DER STUDIE UND FRAGESTELLUNG	2
3.	GRUNDLAGEN	3
3.1.	Anatomie und Biomechanik	3
3.1.1.	Knochen	3
3.1.2.	Bänder	8
3.1.3.	Pathomechanismus	10
3.1.4.	Begleitverletzungen	11
3.2.	Klassifikation	13
3.3.	Therapie	18
3.3.1.	Prinzipien der Verfahrenswahl	18
3.3.1.1.	Konservative Versorgung	19
3.3.1.2.	Operative Verfahren	22
3.3.2.	Komplikationen	27
3.4.	Spezielle Therapie mit Plattenosteosynthese	28
3.4.1.	Moderne Verfahren	30
3.4.2.	Technik	35
4.	PATIENTEN UND METHODEN	37
4.1.	Aktenauswertung	37
4.2.	Nachuntersuchung	38
4.2.1.	Klinische Untersuchung	38
4.2.2.	Radiologische Untersuchung	39
4.3.	Fragebogen	40
4.4.	Statistische Verfahren	40

5.	ERGEBNISSE	41
5.1.	Aktenauswertung	
	aller im angegebenen Zeitraum versorgten Patienten	41
5.1.1.	Patientenbezogene Daten	41
5.1.2.	Unfallbezogene Angaben	42
5.1.3.	Daten der radiologischen Diagnostik	45
5.1.4.	Operationstechnische Daten	45
5.1.5.	Postoperative Daten	47
5.2.	Aktenauswertung aller nachuntersuchten Patienten	48
5.2.1.	Patientenbezogene Daten	48
5.2.2.	Unfallbezogene Daten	48
5.2.3.	Daten der radiologischen Diagnostik	48
5.2.4.	Operationstechnische Daten	49
5.2.5.	Postoperative Daten	51
5.3.	Fragebogen	53
5.4.	Klinische Untersuchung	54
5.5.	Radiologische Untersuchung	62
6.	DISKUSSION	67
7.	ZUSAMMENFASSUNG	70
8.	ANHANG	72
8.1.	Untersuchungsbogen Handgelenk	73
8.2.	DASH-Bogen	75

9.

LITERATUR

79

LEBENS LAUF

DANKSAGUNG

## 1. EINLEITUNG

Die distale Radiusfraktur wurde von dem irischen Chirurgen Abraham Colles (Abb.1) im Jahre 1814 beschrieben als „verschobener Bruch am unteren Ende des Radius, eineinhalb Zoll vom Gelenk entfernt“.



Abb. 1: Abraham Colles (1773 –1843)

Die distale Radiusfraktur tritt mit einer Inzidenz von 2-3 Fällen pro 1000 Einwohner und Jahr auf und umfasst 10-25 % aller Knochenbrüche des Skelettes. Sie ist die häufigste Fraktur des Menschen (Oestern 1999). Das Ziel jeder Behandlung ist die möglichst rasche Wiederherstellung einer weitgehend uneingeschränkten Funktionsfähigkeit des Handgelenkes unter Vermeidung von Folgeschäden. Früher wurden oft Schwere der Knochenverletzung sowie Begleitschäden unterschätzt, die Therapie erfolgte auf konservativem Weg. In 20-30 % der so behandelten Fälle resultierten anatomisch und funktionell unbefriedigende Ergebnisse infolge Ausheilung der Frakturen in Fehlstellung. Neben den oft gravierenden Funktionsverlusten und Schmerzen für die Patienten ergaben sich daraus auch erhebliche Belastungen des Gesundheits- und Rentensystems.

Insbesondere in den letzten 10 Jahren führte ein gesteigerter Anspruch an das Behandlungsergebnis seitens der Patienten als auch Chirurgen zu einem Wandel bei der Beachtung und Behandlung der distalen Radiusfrakturen. Biomechanische Untersuchungen, multizentrische Studien und die Entwicklung neuer Osteosyntheseverfahren ermöglichten zunehmend eine differenzierte operative Versorgung.

Hierbei kann die Plattenosteosynthese als Standardverfahren angesehen werden. Sie ermöglicht in ihrer modernsten Form eine sichere Retention der reponierten Fragmente als Voraussetzung für eine frühfunktionelle Nachbehandlung mit gutem primären Behandlungsergebnis und niedriger Komplikationsrate.

## 2. ZIEL DER STUDIE UND FRAGESTELLUNG

Ziel dieser Untersuchung war eine retrospektive Dokumentation der Resultate bei der operativen Versorgung distaler Radiusfrakturen unter besonderer Berücksichtigung von Plattenosteosynthesen.

Auf diese Weise sollte das angewandte Therapiekonzept durch Vergleich der gestellten Behandlungsindikation mit dem erreichten Ergebnis überprüft werden. Besonderes Augenmerk galt hierbei der Auswirkung von bestimmten Gegebenheiten auf den Behandlungsausgang.

Hierbei wurden

1. patientenspezifische,
2. verletzungsbedingte,
3. anamnestische und
4. therapiebezogene

Einflußfaktoren eingehend untersucht und statistisch ausgewertet.

Die Ergebnisse, gewonnen durch Aktenauswertung, eine klinische und radiologische Nachuntersuchung sowie die Erhebung der subjektiven Sicht der Patienten, wurden in der Diskussion kritisch analysiert und den Angaben aus der Literatur gegenüber gestellt.



### 3. GRUNDLAGEN

Durch Spezialisierung und Aufgabenverteilung der beiden Gliedmaßenpaare des Menschen hat sich die Hand zu einem Greif- und Tastorgan mit hochdifferenzierter Motorik und Sensibilität entwickelt (Bunnell 1948, Schmidt und Lanz 2004).

Es soll kurz auf die wesentlichen anatomischen Strukturen und Bewegungsprinzipien eingegangen werden.

#### 3.1 Anatomie und Biomechanik

##### 3.1.1 Knochen

Das Handgelenk setzt sich aus zwei funktionellen Einheiten zusammen, dem distalen Radioulnargelenk und dem Komplex aus Radiokarpal- und Mediokarpalgelenk.

Die dem Radius gegenüberliegenden acht Handwurzelknochen bilden funktionell eine proximale (Os scaphoideum, Os lunatum, Os triquetrum) sowie eine distale Handwurzelreihe (Os trapezium, Os trapezoideum, Os capitatum, Os hamatum). Das Os pisiforme mit seinem Gelenk zum Os triquetrum ist ein Sesambein in der Sehne des M. flexor carpi ulnaris (May 1996) und keiner der beiden Reihen zuzuordnen. Das Radiokarpalgelenk kommuniziert in etwa 15% der Fälle mit dem Pisotriquetralgelenk (Abb.2).

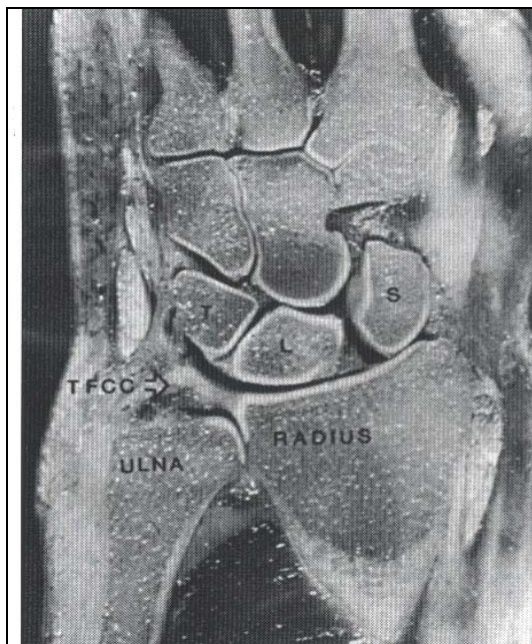


Abb. 2: Blick auf das Handgelenk und den distalen Unterarm im koronalen Schnittbild (D.P.Green, 1993)

Zwischen der proximalen und distalen Handwurzelreihe befindet sich das Mediokarpalgelenk, dessen Beweglichkeit aufgrund straffer und sich überlagernder Bandsysteme sehr eingeschränkt ist. Zwischen den einzelnen Handwurzelknochen bestehen individuelle Gelenke.

Die gemessene Beweglichkeit des Handgelenkes ist die Summe der Einzelbewegungen aus dem mediokarpalen sowie radiokarpalen Gelenk.

Das Radiokarpal- und das Mediokarpalgelenk besitzen Freiheitsgrade für die Flexion und Extension sowie Ulnar- und Radialduktion. Zu einer normalen Radialduktion von etwa  $25^\circ$  steuert das Radiokarpalgelenk  $15^\circ$ , das Mediokarpalgelenk  $10^\circ$  bei. Die Ulnarduktion von  $45^\circ$  setzt sich aus etwa  $20^\circ$  Beweglichkeit im Radiokarpalgelenk und  $25^\circ$  im Mediokarpalgelenk zusammen.

Die Handgelenksbeugung von etwa  $85^\circ$  ist zu  $50^\circ$  im Radiokarpalgelenk und  $35^\circ$  im Mediokarpalgelenk möglich. Von  $85^\circ$  Extension entfallen etwa  $35^\circ$  auf das Radiokarpal- und  $50^\circ$  auf das Mediokarpalgelenk.

Der Radius trägt die Hand, mit der er im Gegensatz zur Ulna in direkter gelenkiger Verbindung steht. Als Hauptpfeiler ist er für die Kraftübertragung verantwortlich. Dies erklärt, warum bei einem Sturz auf die Hand zuerst der Radius bricht, nicht aber die Ulna - obwohl ihr distaler Teil wesentlich schwächer als der des Radius ist. Hinzu kommt, dass der distale, metaphysäre Bereich des Radius zur Gelenkfläche hin eine Abnahme der Kortikalis bei gleichzeitiger Zunahme der Spongiosa aufweist.

Die drei Gelenkflächen des distalen Radius sind die Fossa scaphoidea, die Fossa lunata sowie die Incisura ulnaris. Der bikonkave Gelenkanteil des distalen Radius bildet ein Dreieck, dessen Spitze auf den Processus styloideus weist, während die Basis mit dem Ulnakopf artikuliert. Fossa scaphoidea und Fossa lunata sind die Facetten für die entsprechenden Handwurzelknochen, sie werden durch eine dorso-palmare Crista getrennt. Die dreieckförmige Fossa scaphoidea bildet an der Spitze den Processus styloideus radii (Abb. 3).

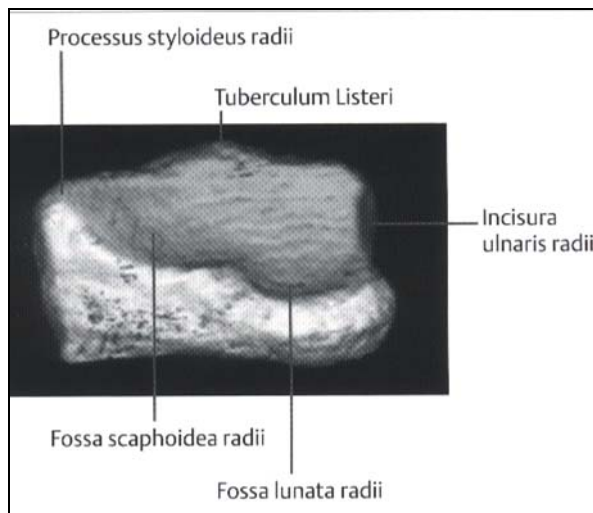


Abb. 3: Gelenkfläche des Radius (R. Schmitt, K. J. Prommersberger, In: Schmitt und Lanz, 2003)

Die Gelenkfläche zum Os lunatum liegt normal auf gleicher Höhe zur radialen Seite des Ulnakopfes, dabei sind 2 mm Höhenunterschied nach proximal oder distal noch in der Toleranzgrenze. Eine größere Differenz bezeichnet man als Plus- oder Minusvariante der Ulna.

An die radiokarpale Gelenkfläche grenzt ulnar der trianguläre fibrocartilaginäre Komplex, nach der englischen Bezeichnung “triangular fibrocartilage complex” oft abgekürzt als TFCC (Palmer und Werner 1981), der mit dem distalen Radioulnargelenk verbunden ist.

Hand und Radius bilden mit ihrem radiokarpalen Gelenk eine Einheit, die gelenkig mit der Ulna im distalen Radioulnargelenk verbunden ist und sich um die Ulna dreht.

Die Articulatio radio-ulnaris distalis ermöglicht im Zusammenspiel mit dem proximalen Radioulnargelenk die Umwendbewegung des Unterarmes als Pronation und Supination um seine Längsachse. Die Bewegung im distalen Radioulnargelenk ist bis zu einem Umfang von rund 180° möglich und geschieht durch Rotation des Radius mit der Hand um den Ulnakopf. Über die Membrana interossea und das Ellenbogengelenk (proximales Radioulnargelenk und Radiohumeralgelenk) ist der Radius dabei an der Ulna fixiert.

Um alle genannten Bewegungen gewährleisten zu können, ist die korrekte Länge und Stellung des distalen Radius zur distalen Ulna erforderlich. Bei der Längenrelation am distalen Ende der beiden Unterarmknochen zeigt sich hierbei eine individuelle Varianz, die etwa bis 2-4 mm ohne pathologische Bedeutung bestehen kann. Eine vergleichende Beurteilung der Gegenseite ist gegebenenfalls zu empfehlen.

Eine Ulna-plus-Variante, also relative Überlänge, kann Ursache einer Schädigung des ulnokarpalen Bandkomplexes sein. Eine relative Unterlänge, Ulna-minus-Variante, begünstigt möglicherweise durch Zunahme der karpalen Belastung eine avaskuläre Nekrose des Lunatums (Abb. 4).

Beide Längenabweichungen können auch posttraumatisch entstehen.

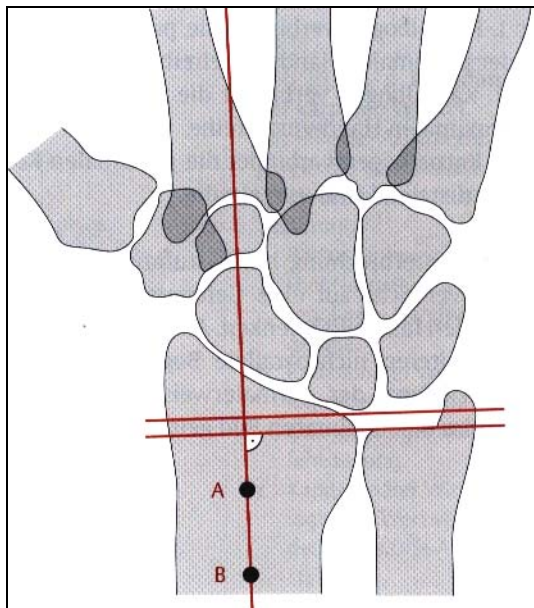


Abb. 4: Bestimmung der Ulna-Varianz in der Methode nach Gelberman (R.Schmitt, K. J. Prommersberger in Schmitt und Lanz, 2003)

Voraussetzung für die anatomische Rekonstruktion einer distalen Radiusfraktur ist die Kenntnis der Gelenkwinkel.

Die Neigung der Radiusgelenkfläche in der Frontalebene wird als Ulnarinklination bezeichnet. Sie entspricht der Neigung einer Geraden, die die Begrenzungspunkte des Processus styloideus und der Radiusgelenkfläche ulnar verbindet, gemessen an der Senkrechten zur Radiusschaftlängsachse. Dieser Winkel beträgt normalerweise 25-30°.

Im seitlichen Strahlengang ist die Gelenkfläche des Radius nach palmar geneigt. Der Palmarwinkel wird gebildet durch die Verbindung der dorsalen und palmaren Begrenzungspunkte der Radiusgelenkfläche und deren Winkel zur Radiusschaftlängsachse. Dieser Winkel wird Palmarinklination genannt und liegt bei 10-15° (Abb. 5).

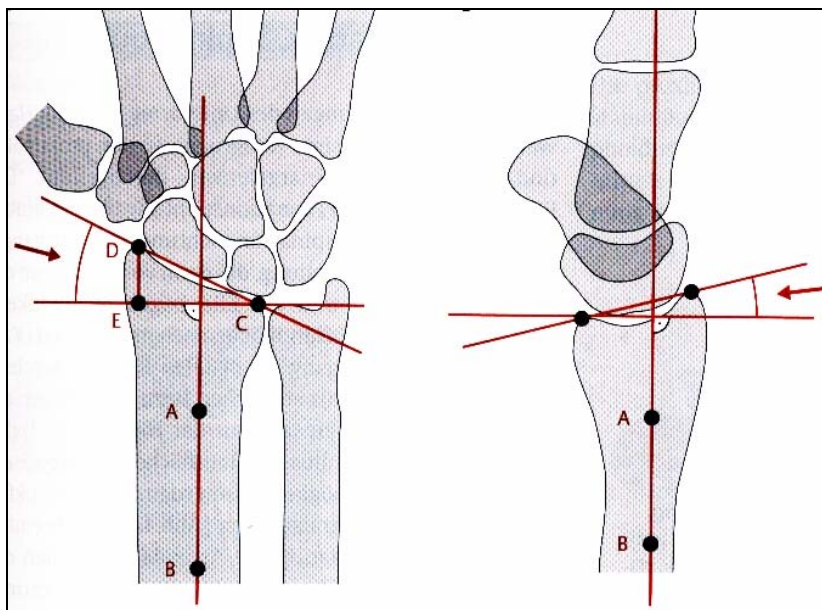


Abb. 5: Bestimmung der Gelenkwinkel des Radius in der Frontalebene (nach Di Benedetto) und in der Sagittalebene nach Mann (R. Schmitt, K. J. Prommersberger in Schmitt und Lanz, 2003)

Eine Radiusverkürzung wird durch die sogenannte Radiuslänge bestimmt. Zur Radiuslängsachse werden eine Senkrechte durch die Spitze des Processus styloideus radii und eine durch den ulnaren Begrenzungspunkt der Radiusgelenkfläche gelegt. Die durchschnittliche Länge beträgt 11 bis 12 mm.

Dorsal dient die Form des Radius als Widerlager für die sechs Strecksehnenfächer. Am Processus styloideus radii kann sich eine Rinne für die Sehnen des zweiten Strecksehnenfaches, den M. extensor carpi radialis longus und M. extensor carpi radialis brevis finden. Zudem zeigt sich dorsal ein länglicher Knochenvorsprung, das Tuberculum dorsale radii (Lister), welches der Sehne des Extensor pollicis longus im dritten Strecksehnenfach als Hypomochlion dient.

### 3.1.2 Bänder

Voraussetzung für den hohen Grad an Beweglichkeit des Handgelenkes sowie die Übertragung der Belastung auf den Unterarm ist die Stabilität des Handgelenkes. Diese wird unter anderem garantiert durch die Unversehrtheit eines komplexen Bandapparates.

Die wichtigsten Bänder des Handgelenkes finden sich intrakapsulär, wobei die palmaren Verbindungen stärker und daher für die Stabilität bedeutsamer sind als die dorsalen. Nach Taleisnik (1986) werden intrinsische und extrinsische Bandsysteme unterschieden. Die Karpalknochen werden durch die intrinsischen Bänder verbunden, während die extrinsischen die Handwurzel mit dem Radius und dem Metakarpus verbinden.

Die extrinsischen Bänder sind fest mit der eher lockeren und dünnen Gelenkkapsel verbunden, die intrinsischen Bänder liegen intraartikulär und verbinden die Karpalknochen untereinander.

Als Bänder, welche das Radiokarpal-, Ulnokarpal- sowie das mediokarpale Gelenk sichern, finden sich palmar das Lig. radioscapheo-capitatum und das Lig. radiolunotriquetrum sowie ulnar das Lig. ulnolunatum und Lig. ulnotriquetrum. Dorsal spannen sich Faserzüge von der distalen Radiuskante zum Os scaphoideum, Os lunatum und Os triquetrum. Diese Bandsysteme sind breitflächiger, aber dünner als beugeseitig.

Die intrinsischen Bänder sind kurz und kräftig, insbesondere die der distalen Handwurzelreihe lassen keinerlei Bewegungsfreiheit zu. Weniger fest gespannt und damit eine flexiblere funktionelle Einheit bildend, sind das Lig. scapholunatum sowie Lig. lunotriquetrum, die die drei Karpalknochen der proximalen Handwurzelreihe verbinden.

Diese Anordnung ermöglicht, daß sich die proximale Handwurzelreihe als zwischengeschaltetes Segment den Beanspruchungen anpassen kann, welche einerseits von der starren distalen Reihe und andererseits vom Radius und dem TFCC ausgehen.

Der Discus ulnocarpalis ist ein druckübertragendes Verbindungselement in der radiologischen Lücke zwischen karpaler Ulnakopffläche und den Handwurzelknochen Os lunatum und Os triquetrum. Er besitzt Verbindungen zum Triquetrum, Hamatum und Metakarpale V und ist neben einer breiten Befestigung an der Inzisur des Radius an der Ulna doppelt verankert.

### 3.1.3 Pathomechanismus

Die distale Radiusfraktur entsteht durch Sturz auf die ausgestreckte und im Handgelenk überstreckte (Extensionsfraktur oder Colles-Fraktur, Abb. 6), seltener gebeugte Hand (Flexionsfraktur oder Smith-Fraktur, Abb. 7)

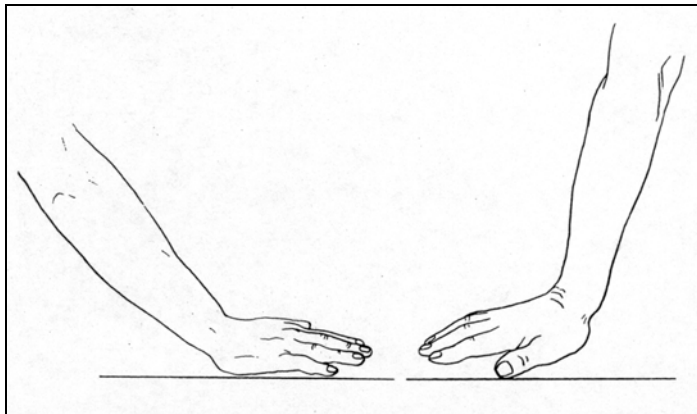


Abb.6: Pathomechanismus der Colles-Fraktur (Extensionstyp)

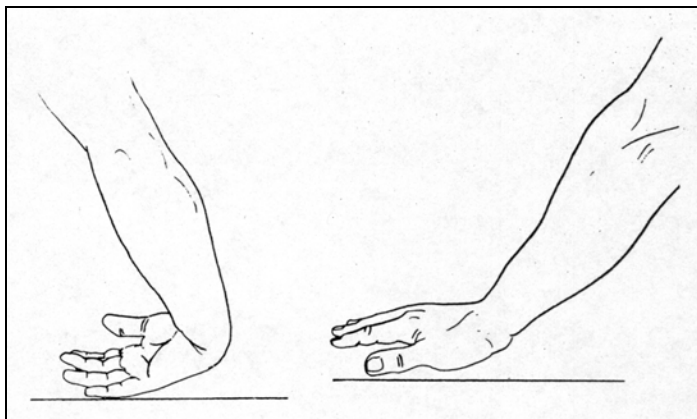


Abb. 7: Pathomechanismus der Smith-Fraktur (Flexionstyp)

Klinisch finden sich als wesentliche Symptome eine schmerzhafte Schwellung und Verformung des Handgelenkes mit eingeschränkter Beweglichkeit, in einigen Fällen zudem Sensibilitätsstörungen der Hand als Zeichen einer Nervenkompression.

Frykmann (1967) vollzog in seiner klassischen Versuchsreihe an Leichenarmen nach, wie die Radiusfraktur an typischer Stelle (*in loco typico*) entsteht. Beim Mann reicht hierzu eine Krafteinwirkung von durchschnittlich 282 (140–440) kp, beim weiblichen Skelett schon 195 (105 bis 320) kp. Hierbei kommt der Stellung des Handgelenks im Moment des Aufpralls entscheidende Bedeutung zu.



Die Gewalteinwirkung auf das gebeugte Handgelenk bewirkt die Abscherung der palmaren Radiusfläche. Die unterschiedlichen Frakturformen entstehen abhängig von der Stellung des Handgelenkes beim Aufprall, der Größe der einwirkenden Kraft und der individuellen Stabilität des Knochens.

Die typischen Frakturen des distalen Radiusendes entstehen bei einem Extensionswinkel von 40 bis 90° und gleichzeitiger radialer oder ulnarer Abduktion zwischen 0 und 35°. Bei kleineren Winkeln kommt es zu Unterarmschaft- oder Ellenbogengelenkbrüchen, bei größeren Winkeln entstehen keine Radiusbrüche, sondern Luxationen und Frakturen der Handwurzel.

#### 3.1.4 Begleitverletzungen

Die häufigsten Begleitverletzungen distaler Radiusfrakturen betreffen die Knochen und die Bänder der Handwurzel. In erster Linie sind das Skaphoid sowie das skapholunäre Band gefährdet. Unbehandelt sind beide Verletzungen, der Kahnbeinbruch als auch die skapholunäre Dissoziation, klassische Ursachen eines in mehreren Stadien ablaufenden karpalen Kollapses. Je nach zugrundeliegendem Mechanismus wird die Situation als SNAC (Scaphoid Nonunion Advanced Collaps) oder SLAC (Scapholunate Advanced Collaps) bezeichnet. Endzustand ist die schmerzhafte Handgelenksarthrose (Watson und Ballet 1985, Lanz und Mitarb. 1996, Krimmer und Mitarb. 2000).

Weiterhin sind Verletzungen des triangulären fibroartilaginären Komplexes (TFCC) nicht selten. Ursache hierfür ist die bei distalen Radiusfrakturen häufige Dislokation des distalen Fragmentes nach dorsal und radial, wodurch eine Verkürzung des Radius auftritt und der TFCC dabei über das Caput ulnae wie über ein Hypomochlion angespannt wird. Dabei kann es zu knöchernen Ausrissen an der radialen oder ulnaren Anheftung oder auch zu Einrissen im TFCC selbst kommen. In der Folge führen Abrisse des TFCC zur Instabilität des distalen Radioulnargelenkes. Als Spätfolge kann hier eine schmerzhafte posttraumatische Arthrose eintreten.

Im Rahmen der distalen Radiusfraktur kann eine direkte oder indirekte Irritation des N. medianus mit der Ausbildung eines Karpaltunnelsyndromes auftreten. Hierbei wird zwischen einem primären und einem sekundären posttraumatischen Karpaltunnelsyndrom unterschieden (Lewis 1978, Shall und Mitarb. 1986, Schabus und Mitarb. 1987, Kwasny und Mitarb. 1991). Die distale Radiusfraktur wird als häufigste Ursache für ein sekundäres Karpaltunnelsyndrom angesehen (Stevens und Mitarb. 1992).

Eine weitere Begleitverletzung ist die Ruptur der Sehne des M. extensor pollicis longus im Lister-Kanal, typischerweise 4-12 Wochen nach dem Unfall. Das Frakturhämatom im dritten Strecksehnenfach kann die Degeneration der Sehne bewirken, die dann bei einem Bagatelltrauma oder auch ohne erneutes Unfallereignis reißen kann.

## 3.2 Klassifikation

Aus der klinischen und radiologischen Diagnostik ergibt sich die Frakturart. Von der Art der Fraktur und den begleitenden Verletzungen hängt das therapeutische Vorgehen ab. Die Klassifikation der distalen Radiusfraktur sollte daher umfassend und eindeutig, einfach anwendbar und überschaubar sein sowie eine prognostische Aussage zulassen.

Die Frakturen des distalen Radius wurden früher mit zahlreichen Eigennamen belegt, was zu einer Begriffsverwirrung führte. Die extraartikuläre metaphysäre Radiusfraktur mit dorsaler Verschiebung wurde z.B. im anglo-amerikanischen Sprachraum nach dem Erstbeschreiber Abraham Colles aus Dublin (1814) als Colles-Fraktur bezeichnet, während sie in französischsprachigen Ländern nach Poteau benannt wurde, der die Fraktur 1783 beschrieb.

Frakturen mit palmarer Verschiebung wurden als entgegengesetzte Colles-Fraktur oder Smith-Fraktur (1847) bekannt. Barton wies 1838 als erster auf die dorsalen Kantenabbrüche hin.

Die Verletzung des Processus styloideus radii wurde als „Chauffeur fracture“ oder „backfire fracture“ (Rückschlags-Bruch) bezeichnet, in der Zeit mit Kurbel angeworfener Autos trat sie entsprechend häufig auf.

Bei der Vielzahl von möglichen Frakturformen im Bereich des distalen Radius war eine Klassifikation nur auf der Basis von Erstbeschreibern oder Unfallmechanismen nicht sinnvoll.

Daher wurden im Laufe der Zeit zahlreiche systematische Einteilungen entwickelt (Oestern 1999), die abhängig sind vom

1. Ausmaß der Fraktur (Gartland und Werley 1951; Jenkins 1989; Older und Mitarb.1965)
2. dem radiologisch festzustellenden Grad der Dislokation (Lidström 1959; Sarmiento und Mitarb. 1980)
3. der Gelenkbeteiligung (Frykman 1967; Mc Murty und Jupiter 1992; Melone 1984; Missakian und Mitarb. 1992) und
4. dem Verletzungsmechanismus (Castaing 1964; Fernandez 1987).

Weitere Einteilungen sind nach Thomas (modifiziert nach Oliver) 1973, Kuner 1988, Fernandez 1993 und Müller 1987 möglich, wobei in der Literatur noch eine Vielzahl weiterer Einteilungsmöglichkeiten beschrieben wird.

Bei der Einteilung der Extensionsfrakturen nach Frykman (1967) werden extra- und intraartikuläre Frakturen mit und ohne Beteiligung des Processus styloideus ulnae betrachtet. Sie umfaßt acht Gruppen und gibt Auskunft über die Gelenkbeteiligung. Die Typen I und II bezeichnen die extraartikulären Frakturen, Typ III und IV erklären die Beteiligung des Radiokarpalgelenkes, Typ V und VI die des Radioulnargelenkes sowie Typ VII und VIII die Beeinträchtigung beider Gelenke (Abb. 8).

Eine Differenzierung der Flexionsfrakturen sowie eine Beurteilung bezüglich der Dislokation von Frakturfragmenten oder die Berücksichtigung der dorsalen Trümmerzone und die Radiusverkürzung erfolgt dabei nicht.

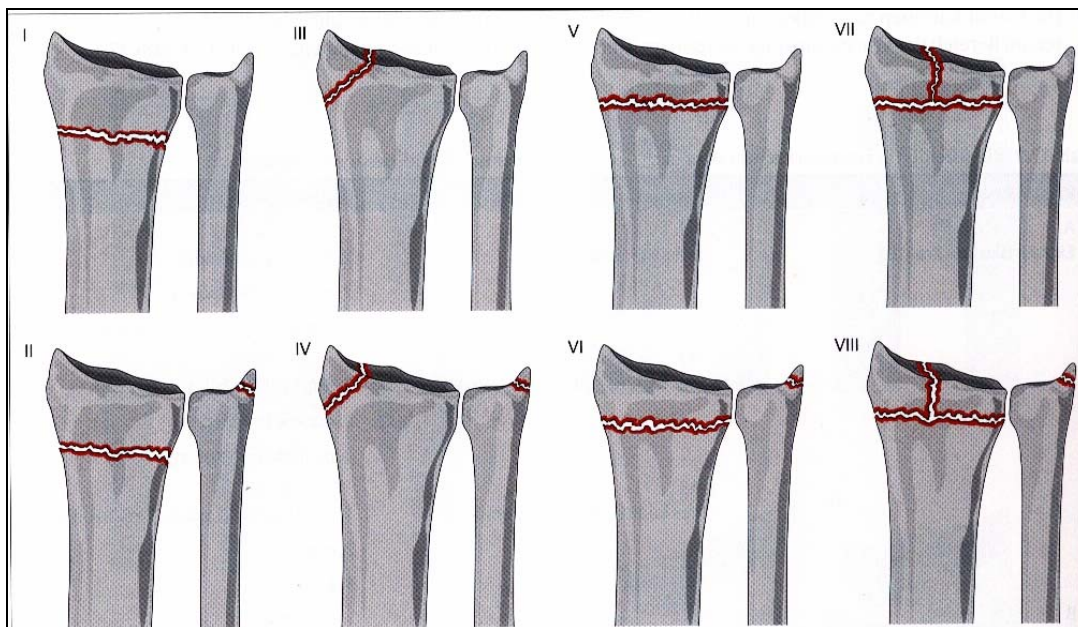


Abb. 8: Klassifikation nach Frykman (1967)

Von Melone (1984) stammt die Einteilung intraartikulärer Frakturen. Beurteilt werden radiokarpale und radioulnare Schlüsselfragmente:

1. Radiuschaft
2. radiales Styloidfragment
3. dorso-ulnares Fragment und
4. palmar-ulnares Fragment.

Es ergeben sich vier Typen :

- Typ I: stabil, wenig eingestaucht
- Typ II: instabil, medialer Komplex im Verbund disloziert
- Typ III: instabil, medialer Komplex im Verbund disloziert, zusätzlich palmares Schaftfragment
- Typ IV: instabil, weite Dislokation des dorsalen und palmaren Schlüsselfragmentes, begleitender Weichteilschaden

In der folgenden Zusammenstellung läßt sich zum Teil erkennen, wie sich das Bewußtsein um die Schwierigkeiten bei der Therapie distaler Radiusfrakturen entwickelt hat.

Nisse-Lie (1939) beschrieb als erster vier Typen der distalen Radiusfraktur:

- a) Frakturen mit minimaler Dislokation
- b) einfache extraartikuläre nach dorsal verschobene Frakturen
- c) Gelenkfrakturen
- d) Frakturen des Processus styloideus radii.

Gartland und Werley (1951) unterschieden drei Gruppen:

- a) Extraartikuläre Frakturen
- b) Intraartikuläre nicht dislozierte Frakturen
- c) Intraartikuläre dislozierte Frakturen

Thomas (1957) teilte die Frakturen mit palmarer Dislokation ein:

- a) Extraartikuläre Querbrüche
- b) Intraartikuläre palmare Kantenbrüche
- c) Extraartikuläre Schrägbrüche

Lidström (1959) unterteilte bereits in sechs Gruppen:

- a) Frakturen mit minimaler Dislokation
- b) extraartikuläre Frakturen mit dorsalem Winkel
- c) intraartikuläre Frakturen mit dorsalem Winkel, einfache Brüche
- d) extraartikuläre Frakturen mit Dislokation
- e) intraartikuläre Frakturen mit dorsalem Winkel und Dislokation, die Gelenkfläche einfach frakturiert
- f) wie Typ e), jedoch mehrfacher Bruch der Gelenkfläche

Older und Mitarb. (1965) berücksichtigten Mehrfragmentbrüche und auch die Frakturdislokation. Eingeteilt wurde nach Ausmaß der Verschiebung, Verkürzung des Radius und Zertrümmerung der Diaphyse.

Mc Murtry und Jupiter (1992) teilten intraartikuläre Frakturen nach der Anzahl bestimmter Frakturalemente ein. Hierbei gilt das Prinzip: je höher die Typenzahl ist, desto komplizierter die Fraktur.

Fernandez (1993) bezieht den Unfallmechanismus in seine Klassifikation ein (Abb. 9).

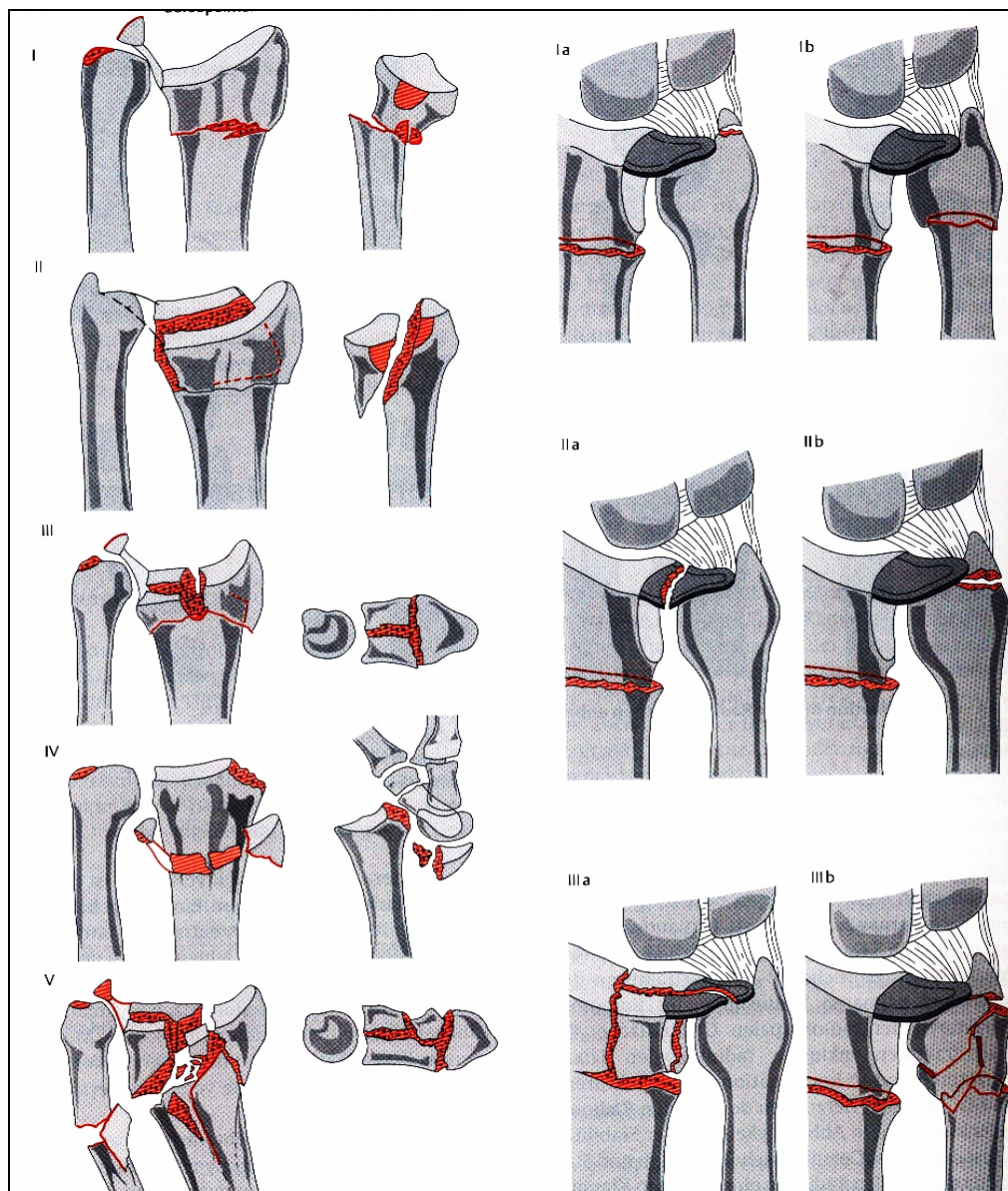


Abb.9: Fraktur-Klassifikation nach Fernandez (1993)

Die Fraktуреinteilung der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) geht auf Müller (1987) zurück. Dieser bezeichnete eine Klassifikation nur dann als „nützlich, wenn sie sich auf den Schweregrad der Fraktur bezieht und als Grundlage sowohl für die Behandlung als auch für die Beurteilung der damit erreichten Resultate dient“.

Die Grundidee für dieses Einteilungsschema lieferte Weber (1972) mit der Einteilung der Sprunggelenksfrakturen in A-, B- und C-Brüche. Die Prognose verschlechtert sich von A nach C, die Therapie wird in selber Richtung umfassender.

Müller und Mitarb. (1987) gaben die detaillierteste morphologische Einteilung an. Drei Hauptgruppen werden drei Untergruppen zugeordnet, die jeweils wiederum in drei Untergruppen aufgeteilt werden.

Bei der Gliederung wird jeder lange Röhrenknochen mit einer Ziffer versehen und in ein proximales, diaphysäres sowie distales Segment eingeteilt. Für die Lokalisation stehen zwei Ziffern, die erste für den Knochen (1 = Humerus, 2 = Radius und Ulna, 3 = Femur, 4 = Tibia und Fibula), die zweite für das Segment des Knochens (1 = proximal, 2 = Diaphyse, 3 = distal, 4 = Malleolen).

Für den distalen Unterarm ergibt sich die Knochensegmentzahl 23. Die Frakturen erhalten ebenso die Aufteilung in A-, B- oder C-Fraktur, die das Ausmaß der Gelenkflächenbeteiligung erklärt.

Anhand von Röntgen-Aufnahmen in zwei Ebenen kann mit der AO-Klassifikation jeder Frakturtyp eingeteilt werden. Je nach Einteilung ergibt sich direkt ein therapeutisches Vorgehen. Ebenso ist die Prognose einer Fraktur aus der Klassifikation herleitbar.

Im deutschen Sprachraum werden hauptsächlich die AO-Klassifikation sowie die Klassifikation nach Frykman (1967) verwendet.

### 3.3. Therapie

#### 3.3.1 Prinzipien der Verfahrenswahl

Die Behandlung der distalen Radiusfraktur ist konservativ oder operativ möglich. Grundsätzlich gilt die Regel, die Gelenkanatomie wiederherzustellen und sie bis zur Ausheilung so zu halten.

Wenn dies ohne Operation erreicht werden kann oder die Gesamtsituation des Patienten einen chirurgischen Eingriff verbietet, ist das konservative Vorgehen angezeigt.

Die Reposition der distalen Radiusfraktur gelingt meist ohne größere Schwierigkeiten. Das eigentliche Problem ist aber die dauerhafte Retention. Entsprechend ist eine der häufigsten Komplikationen der distalen Radiusfraktur die hohe Dislokationsneigung selbst nach initial perfekter Reposition.

Die Therapie-Entscheidung ist abhängig von dem Ausmaß des begleitenden Weichteilschadens, weiteren örtlichen oder allgemeinen Begleitverletzungen sowie vom manuellen Anforderungsprofil des Patienten. Beim Frakturtyp ist zwischen stabilen und instabilen Formen zu unterscheiden.

Von einer Instabilität ist nach Jupiter (1992) bei folgenden Gegebenheiten auszugehen:

1. dorsale Trümmerzone,
2. Mehrfragmentfraktur,
3. Verlust der radialen Länge um mehr als 2 mm,
4. Dorsalabkipfung um mehr als 20°,
5. assoziierte Ulnafraktur oder
6. radio-ulnare Instabilität.

Eine stabile distale Radiusfraktur ist demnach

1. nicht disloziert,
2. besteht in einem extraartikulären Einspaltbruch,
3. ohne Verlust der radialen Länge von mehr als 2 mm,
4. ohne dorsale Abkipfung um mehr als 20°,
5. ohne assoziierte Ulnafraktur
6. mit radio-ulnarer Stabilität.



### 3.3.1.1 Konservative Versorgung

Stabile Frakturen können konservativ behandelt werden. Die Grundregeln der konservativen Behandlung der distalen Radiusfraktur lauten Schmerzausschaltung, Reposition, Retention und Beübung.

Nichtdislozierte Frakturen benötigen keine Anästhesie bei ihrer Versorgung. Die Fixierung der Fraktur kann am sitzenden Patienten vorgenommen werden. Nach Anbringen einer leichten Polsterung wird eine radial umgreifende Unterarm-Handgelenk-Gipsschiene mit freiem Daumen und freien Fingergrundgelenken angelegt.

Verschobene Frakturen, bei denen die Entscheidung zugunsten des konservativen Vorgehens ausfällt, müssen zunächst reponiert werden. Die Technik, entwickelt von Lorenz Böhler (1957), beruht auf der Wiedereinrichtung im Längszug und wird nach dem Prinzip von Zug, Gegenzug und manuellem Druck ausgeführt, besonders eignet sich dabei die vertikale Extension (Abb. 10).

In Rückenlage des Patienten wird der Oberarm seitlich ausgelagert, der Unterarm steht senkrecht unter 90° Beugung im Ellenbogengelenk. Daumen, Zeige- und Ringfinger werden mit dem sogenannten „Mädchenfänger“ an einem Extensionsständer gehalten und ein Extensionsgewicht von 4 kg wird mit einer gepolsterten Schlaufe am horizontal verlaufenden Oberarm angebracht.

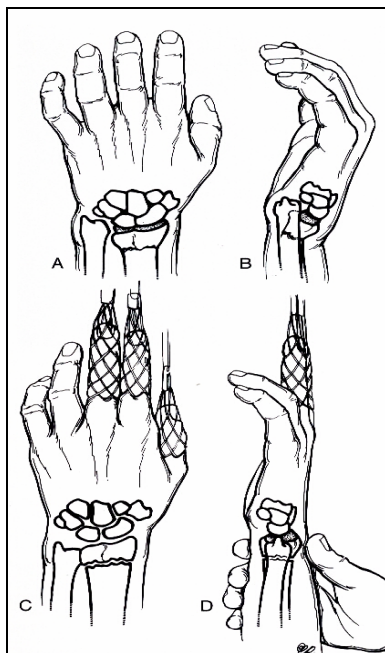


Abb. 10: Fraktur-Reposition im Längszug (D.P.Green, 1993)

Die Ruhigstellung zur Retention des Repositionsergebnisses erfolgt in Neutral-0-Stellung der Hand mit einem radial umgreifenden Unterarm-Handgelenk-Gipsverband, welcher in der Regel ulnar offen gelassen wird.

Zu beachten ist hierbei die freie Beweglichkeit der Grundgelenke für einen uneingeschränkten Faustschluß sowie die komplette Streckung der Finger. Handgelenksstellungen in starker Flexion oder Ulnardeviation sind aufgrund möglicher Schädigungen des N. medianus heute obsolet.

Bei der Nachbehandlung muß auf ein regelmäßiges Übungsprogramm für Finger-, Ellenbogen- und Schultergelenke geachtet werden (Abb.11).

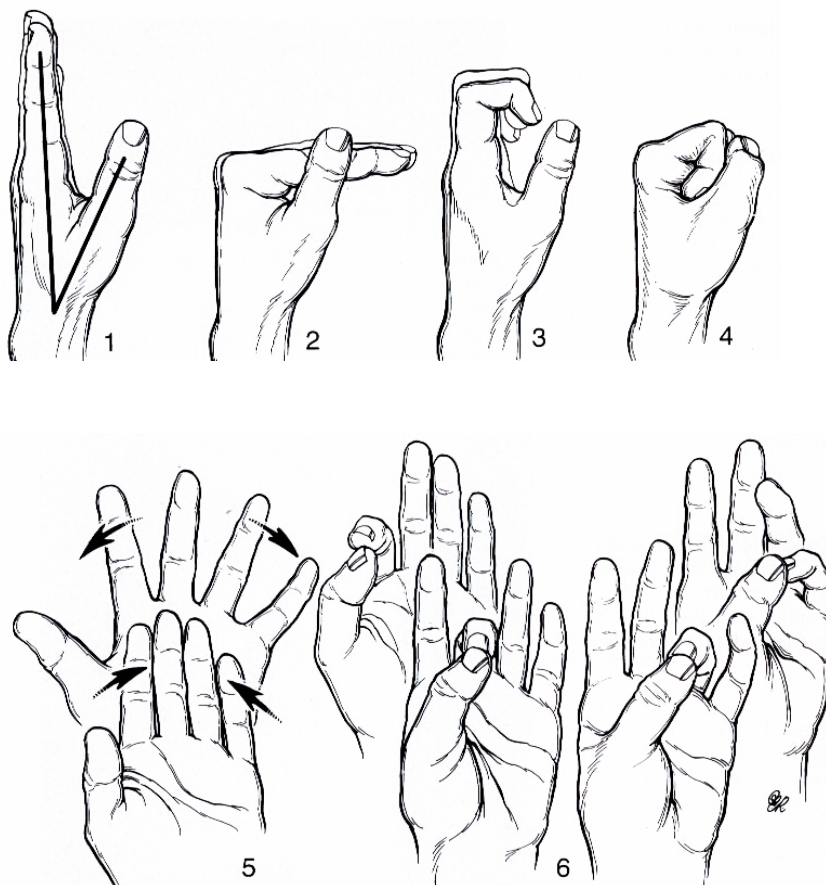


Abb.11: Fingerübungen zum Erhalt der Beweglichkeit während der Gips-Immobilisation  
(D.P.Green, 1993)

Klinische Kontrollen der Durchblutung, Sensibilität und Motorik der Finger sind nach Gipsverbandanlage in regelmäßigen Abständen obligat, ebenso die röntgenologische Verlaufskontrolle zum rechtzeitigen Nachweis einer Sekundärdislokation.

Hauptkomplikationen der konservativen Therapie sind die frühe Sekundärdislokation, die algodystrophe Reaktion sowie auch ein latentes Karpaltunnelsyndrom (KTS), meistens nach mehrfachen Repositionsversuchen und zu langer Ruhigstellung.

### 3.3.1.2 Operative Verfahren

Bei instabilen Frakturen ist ein operatives Vorgehen indiziert.

Hier sollen kurz die gängigen Operationsverfahren als Alternative zur Plattenosteosynthese zusammengefaßt werden.

#### Kirschnerdrahtosteosynthese

Die Kirschnerdrahtosteosynthese (Abb. 12, 13, 14), erstmalig 1913 von Lambotte mit Fixierung über den Processus styloideus radii ausgeführt, dient der Retention einer zuvor reponierten Fraktur. Willenegger und Guggenbuhl haben 1959 über 25 Patienten mit perkutaner K-Draht-Befestigung berichtet. Die Methode kann als Kompromiß zwischen der rein konservativen Behandlung und den Osteosynthesetechniken gesehen werden. Ihre Vorteile liegen darin, daß sie minimal-invasiv, kostengünstig und durch die relativ einfache Operationstechnik schnell ausführbar ist.

Allerdings sind für den Erfolg eine korrekte Indikationsstellung, Operationstechnik und eine engmaschige Nachsorge sowie die Kenntnis der Fehlerquellen, Gefahren und Komplikationen erforderlich.

Das Einbringen der Kirschnerdrähte erfolgt über eine Hautinzision, wobei insbesondere auf den Ramus superficialis des N. radialis sowie auf Sehnenirritation geachtet werden sollte.



Abb. 12: A2-Fraktur (Strahlengang pa = posterior-anterior und seitlich)



Abb. 13: Versorgung mit KD-Osteosynthese



Abb. 14: Ausheilung

## Fixateur externe

Die Osteosynthese mittels Fixateur externe (Abb.15, 16) kann überbrückend, aber auch definitiv zur Behandlung der distalen Radiusfraktur eingesetzt werden. Sie findet Anwendung bei offenen Frakturen mit ausgedehntem Weichteilschaden, etwa bei A3-Frakturen mit dorsaler Trümmerzone, bei intraartikulären Frakturen vom Typ C2 und C3 der AO-Klassifikation oder auch bei Infektionen nach vorheriger Kirschnerdrahtosteosynthese.

Im Rahmen der Akutversorgung von polytraumatisierten Patienten bietet sich der Fixateur als schnelles und unkompliziertes Verfahren an, da er simultan zu anderen Eingriffen und ohne wesentlichen Zeitverlust im Anschluß an lebensrettende Maßnahmen eingesetzt werden kann.



Abb.15: Versorgung einer C3-Fraktur mit Fixateur externe und zusätzlicher Fragmentfixation durch K-Draht



Abb.16: Ausheilung mit teilweise noch liegendem Osteosynthesematerial

Für die Reposition und Retention wird das Prinzip der Ligamentotaxis eingesetzt, eine Bezeichnung, die von Vidal und Mitarbeitern 1983 eingeführt wurde.

Diese biomechanische Prinzip beruht auf den meist intakten Kapsel- und Bandstrukturen des Handgelenkes, die unter Zug die Fraktur halten sollen. Das Verfahren wurde 1929 von Ombredanne erstmalig beschrieben.

Hoffmann (1954) erweiterte den konventionellen Fixateur externe durch ein Distraktionsmodul für die transartikuläre Montage. Auch hier muß zuerst eine manuelle Reposition der Fraktur erfolgen, da eine alleinige Distraktion nicht zur anatomiegerechten Reposition führt. Insbesondere die palmaren Bänder begrenzen nach Erreichen ihrer maximalen Länge den gesamten Vorgang, wie Untersuchungen von Bartosh und Saldane aufzeigten.

Zusätzlich können Fragmente mit Kirschnerdrähten fixiert werden. Die Schanzschen Schrauben werden idealerweise distal im zweiten Mittelhandknochen und proximal etwa 10-12 cm von der Spitze des Processus styloideus radii platziert. Diese Insertionsstellen wurden von Seitz und Mitarb. (1990) in anatomischen Untersuchungen als besonders günstig herausgefunden.

Nachteil der Methode ist, daß sich eingestauchte oder verdrehte Fragmente oft nicht zufriedenstellend reponieren lassen, ein Belassen der Situation aber zur Arthrose führen kann, insbesondere wenn das Kontaktflächenverhalten des distalen Radioulnargelenkes beeinträchtigt ist.

Komplikationen können sich durch sekundären Korrekturverlust, Infektionen oder auch Frakturen im Bereich der Eintrittsporten der Schanzschen Schrauben sowie eine Irritation des Ramus superficialis des N .radialis bei zu weit dorsoradialer Platzierung ergeben.

Nicht reponierbare Kantenfragmente oder Dorsalabkipfung, Verkürzung des Radius und verbliebene Gelenkstufen erfordern einen Verfahrenswechsel.

Vorteil ist, daß der Fixateur externe ohne wesentliche iatrogene Gewebetraumatisierung und ohne Frakturfreilegung mit Devaskularisierung der Knochenfragmente anwendbar ist. Die Knochenvascularität im Frakturbereich wird durch ein Minimum an Implantaten geschont.

## Schraubenosteosynthese

Indikation zur Frakturverschraubung (Abb.17, 18) ist die Fraktur des Radiusstyloides. Diese Fraktur war zu Beginn des Jahrhunderts als „Chauffeur-Fraktur“ bekannt, da sie häufig durch den Rückschlag der Anlasser-Kurbel der damaligen Automobile verursacht wurde.

Sie tritt heute durch den Sturz auf die ausgestreckte Hand auf, wenn das Handgelenk in Extension und Radialabduktion steht.

Bei diesen Abrißfrakturen liegt oft eine Mitverletzung von Bändern vor. Durch die Rekonstruktion der Gelenkanatomie durch Refixation des Radius-Griffelfortsatzes wird die Spannung und Länge der mitverletzten Bandstrukturen wiederhergestellt.



Abb.17: B2-Fraktur nach Versorgung mit AO-Schraube



Abb.18: Ausheilung mit noch liegendem Osteosynthesematerial



### 3.3.2 Komplikationen

Grundsätzlich kann zwischen den Komplikationen bei konservativer und bei operativer Therapie sowie zwischen Früh- und Spätkomplikationen unterschieden werden.

Zu den Frühkomplikationen, die in den ersten drei Monaten auftreten, zählen bei der konservativen Therapie vor allem:

1. Kompressionsschäden, vor allem des N. medianus, aber auch ganzer Muskelgruppen, die im Extremfall bis zum ischämischen Kompartment-Syndrom (Volkmannsche Kontraktur) führen können,
2. Sekundärdisklokation der reponierten Frakturfragmente,
3. Sehnenrupturen, z.B. des M. extensor pollicis longus und
4. die gefürchtete Algodystrophie oder das komplexe regionale Schmerzsyndrom (im Englischen "Complex Regional Pain Syndrome" = CRPS)

Zu den wichtigsten Zwischenfällen nach operativer Therapie sind zu rechnen:

1. iatrogene Schädigung von Nerven, Gefäßen und Sehnen abhängig vom Zugangsweg
2. Nachblutungen
3. Infektionen
4. inkorrekte Lage des Osteosynthesematerials
5. Nervenkompression (Karpaltunnelsyndrom)

Spätkomplikationen sind bei konservativer wie auch operativer Therapie:

1. Ausheilung in Fehlstellung mit entsprechenden Konsequenzen
2. chronische Kompression des N. medianus
3. verzögerte Frakturheilung
4. Pseudarthrose (Falschgelenkbildung als Folge einer mindestens 6 Monate nicht ausgeheilten Fraktur)

### 3.4. Spezielle Therapie mit Plattenosteosynthese

Dem Thema der Arbeit entsprechend soll hier besonders ausführlich auf die Plattenosteosynthese eingegangen werden.

Plattenosteosynthesen können je nach Erfordernis eine statische oder dynamische Kompression, eine Neutralisation oder Abstützung ausüben.

Das biomechanische Prinzip bei der Plattenosteosynthese am distalen Speichenende ist die Abstützung der Kantenfragmente und die Neutralisation von Rotationskräften durch die Verwendung interfragmentärer Zugschrauben.

Der Zugangsweg kann von dorsal oder von palmar erfolgen. Dorsal ist eine ausgedehntere Eröffnung der Weichteile erforderlich, insbesondere müssen das 3., 4. und 2. Strecksehnenfach freigelegt und zum Anlegen der Platte das Tuberculum dorsale radii abgetragen werden. Oft resultiert ein direkter Kontakt der Strecksehnen mit der Platte, auch bei dem Versuch der Weichteilbedeckung mittels einer Plastik des Retinakulum extensorum. Chronische Sehnenreizungen oder -rupturen sind möglich, häufig beobachtet bei der 3,5 mm-T-Abstützplatte.

Im Verlauf wurden Implantate kleinerer Dimensionen entwickelt, z.B. die zwiischenklige kleine Gliederplatte 2,7 mm, mit der auch das Listersche Tuberkel belassen werden konnte.

Um dem biomechanischen 3-Säulen-Prinzip von Rikli und Regazzoni (1996) gerecht zu werden, wurden neue speziell dorsal und radial anzubringende winkelstabile Systeme entwickelt (Abb. 19, 20 und 21 ).

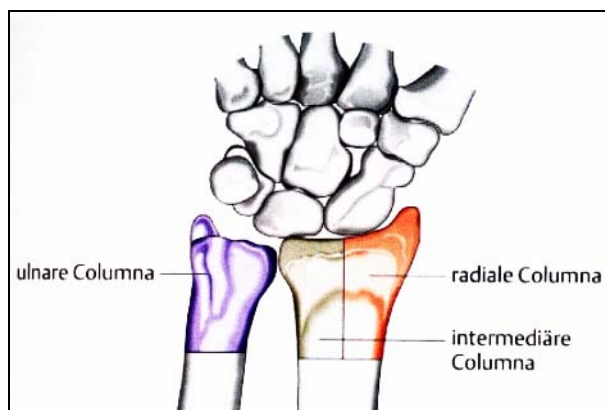


Abb. 19: 3-Säulen-Modell nach D. Rikli

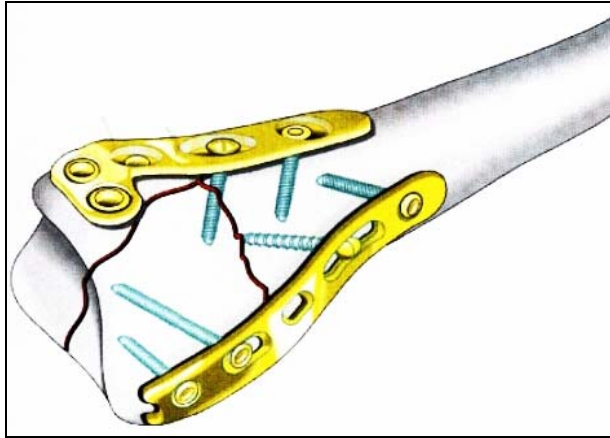


Abb. 20: Korrekte Lage der 2,4 mm-Platten dorsal nach D. Rikli und R. Widmann

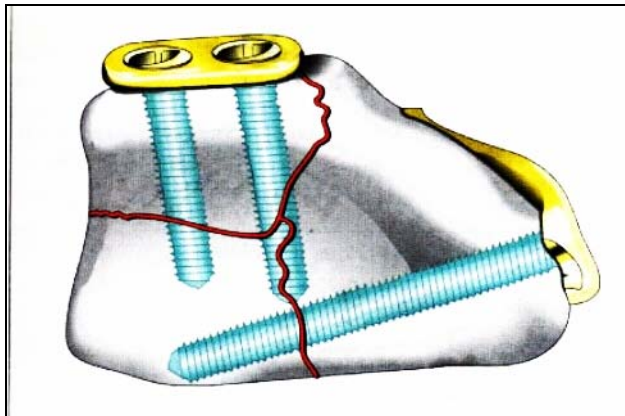


Abb.21: Doppelplattenlage von distal gesehen (Abb.12-14 in Rikli DA, Regazzoni T. Techniques in Hand and Upper Extremities Surgery 2000)

Der palmare Zugang ist komplikationsärmer. Der Radius hat hier eine flache, leicht konkave Fläche, Sehnen und Nerven sind durch den M. pronator quadratus vom Plattenlager geschützt.

Die Weiterentwicklung der Platten verfolgte das Ziel, auch Extensionsfrakturen mit stärkerer Instabilität (A2, A3, C1, C2) palmar angehen zu können und sie sicher vor einer Redislokation zu bewahren. Mit der Einführung der winkelstabilen Ausrüstung der Platten ist eine markante Trendwende eingetreten (Krimmer 2004). Eine Auffüllung der dorsalen Trümmerzone mit Spongiosa oder einem Span vom Beckenkamm, wie von Zimmermann und Mitarbeitern 1998 beschrieben, ist bei Verwendung dieser Systeme meist nicht erforderlich.

### 3.4.1 Moderne Verfahren

Hierbei ist anzumerken, daß in unserem Haus zunächst mehrheitlich die dorsale Plattenosteosynthese (Abb.22, 23, 24) angewendet wurde.



Abb.22: C3-Fraktur (Extensionstyp)



Abb.23: Versorgung mit dorsaler Plattenosteosynthese



Abb.24: Ausheilung

Die mit palmarer Plattenosteosynthese versorgten Frakturen waren in der Mehrzahl Flexionsfrakturen (Abb.25, 26, 27).



Abb.25: C3-Fraktur (Flexionstyp)



Abb.26: Versorgung mit palmarer Plattenosteosynthese



Abb.27: Ausheilung

Bei ausgeprägter Zertrümmerung der distalen Radiusmetaphyse mit Gelenkbeteiligung und beidseitigem Verlust der kortikalen Abstützung gestaltet sich die anatomische Rekonstruktion sehr schwierig. Die reguläre Gelenkanatomie ist dann oft weder mit dem Fixateur externe noch mit einem einseitig offenen Verfahren zu erzielen. Die Wiederherstellung der kortikalen Abstützung kann in einem solchen Fall mit einer Plattenosteosynthese von palmar und von dorsal erforderlich werden (Abb.28, 29, 30).



Abb.28: A3-Fraktur (Strahlengang posterior-anterior und seitlich), intraoperativ zeigte sich ein beidseitiger Verlust der kortikalen Abstützung



Abb. 29: Versorgung der A3-Fraktur mit Doppelplattenosteosynthese



Abb. 30: Ausheilung bei noch liegender palmarer Platte

Seit etwa Oktober 2002 erfolgt unter Anwendung von winkelstabilen Implantaten nun vorwiegend die palmare Plattenosteosynthese auch bei frischen komplexen Radiusfrakturen mit dorsaler Trümmerzone (Abb. 31, 32, 33)



Abb.31: C2-Fraktur (Extensionstyp)



Abb.32: Versorgung mit palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese



Abb.33: Ausheilung mit noch liegender Platte

Inzwischen stehen mehrere Mehrkomponentensysteme mit Gleitlöchern als auch Mehrreihensysteme für das distale Fragment zur Verfügung. Durch die Variabilität der Systeme soll eine optimale Versorgung der unterschiedlichen Frakturformen erreicht werden.



### 3.4.2 Technik

Der operative Eingriff wird in Rückenlagerung des Patienten mit seitlicher Auslagerung des verletzten Armes auf dem Handtisch vorgenommen. In subaxillärer Plexusanästhesie, ggf. auch Vollnarkose, wird nach sterilem Abwaschen und Abdecken eine Oberarmblutleere mit 300 mm HG angelegt.

Der dorsale Zugang erfolgt über eine leicht geschwungene Hautinzision von radial distal mittig über das Radiokarpalgelenk nach proximal ulnar. Subkutan schließt sich das Koagulieren oder Ligieren von Gefäßen an, dabei wird der Ramus superficialis des N. radialis sicher nach radial weggehalten und geschont. Das Retinaculum extensorum wird dargestellt und die Strecksehnenfächer drei, zwei und vier eröffnet. Am Boden des vierten Strecksehnenfaches findet sich der N. interosseus posterior, der in der Regel auf einer Länge von etwa einem Zentimeter reseziert wird.

Danach folgt die Darstellung der Fraktur. Verbleibt nach dem Heben von eingestauchten Fragmenten eine größere dorsale Trümmerzone, so erfolgt die Interposition von Beckenkammspongiosa oder eines -spanes.

Bei Verdacht auf Verletzung der interkarpalen Bänder wird die dorsale Handgelenkkapsel quer eröffnet. Rupturierte Bänder werden primär versorgt. Zudem kann über das eröffnete Gelenk das Ergebnis der Reposition bei intraartikulären Fragmenten kontrolliert werden.

Um die Platte besser anmodellieren zu können, wird wenn erforderlich das Listersche Tuberkel mit dem Luer abgetragen. Die Reposition des Bruches, bei Bedarf auch die temporäre Fixation mit Kirschnerdrähten sowie das Anbringen der Platte wird mit dem Bildwandler schrittweise kontrolliert.

Nach der Spülung des Operationsgebietes folgt die Rekonstruktion des zweiten und vierten Strecksehnenfaches, die Subkutanverlagerung des M. extensor pollicis longus, die Einlage einer Redon-Drainage und der schichtweise Wundverschluß. Im Anschluß an den Salbengazen-Klingenbinden-Verband wird nach dünner Wattepolsterung ein radial umgreifender Unterarm-Handgelenk-Gipsverband angelegt, der Daumen und Finger frei beweglich läßt und ulnar offen bleibt.

Der palmare Zugang erfolgt nach Henry (2001). Die Längsinzision der Haut wird radiopalmar radial der Sehne des M. flexor carpi radialis (FCR) vorgenommen. Nach Spalten der Fascia antebrachii werden die Sehnen des M. flexor carpi radialis, des M. flexor pollicis longus, der Mm. flexores digitorum superficiales und profundi (FDS/FDP) gemeinsam mit dem N. medianus nach ulnar gehalten und der M. pronator quadratus dargestellt. Dieser wird radial unter Belassen eines Randsaumes für die spätere Reinsertion längs abgetrennt und mit dem Raspatorium vom Radius abgeschoben. Nun erfolgt die Reposition der Fraktur und die Retention mit einer entsprechenden Platte, was mit dem Bildwandler kontrolliert wird.

Zur Dekompression des N. medianus sollte ein gesonderter Zugang zur Eröffnung des Karpalkanals gewählt werden.

Nach abschließender Röntgenkontrolle erfolgt die Reinsertion des M. pronator quadratus, die Einlage der Redon-Drainage und der schichtweise Wundverschluß. Die Verbands- und Gipstechnik gestaltet sich analog zur dorsalen Verplattung.

## 4. PATIENTEN UND METHODEN

Die Untersuchungsgruppe bildeten 108 Patienten, die in der Zeit vom 01. Januar 1999 bis 31. Dezember 2000 in der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt/Saale wegen einer distalen Radiusfraktur operativ versorgt wurden. Bei drei der Patienten lag eine beidseitige Fraktur vor, sodaß sich 111 Eingriffe ergaben.

Die Datenerhebung untergliederte sich in eine Auswertung aller zur Verfügung stehender Krankenakten, eine schriftliche Befragung der Patienten mit Hilfe von standardisierten Fragebögen und eine klinische und radiologische Kontrolluntersuchung.

### 4.1 Aktenauswertung

Bei der Aktenauswertung wurden folgende Parameter dokumentiert:

#### 1. Patientenbezogene Daten:

Alter, Geschlecht, Dominanz der verletzten Hand, Vorverletzungen, Grundkrankheiten, Allergien

#### 2. Unfallbezogene Angaben:

Unfallmechanismus, Unfallart, Begleitverletzungen, Zuweisungsart

#### 3. Daten der radiologischen Diagnostik:

Präoperative, intra- und postoperative Röntgenbilder, CT-Aufnahmen, Röntgen-Kontrollaufnahmen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

#### 4. Operationstechnische Daten:

Abstand der Operation zum Unfallzeitpunkt, Vorbehandlungen, Operationsverfahren, spezielle Zugangswege, Art und Anzahl der Implantate, Spongiosaplastik, Zusatzeingriffe

## 5. Postoperative Daten:

Ruhigstellung im Gipsverband, Zeitpunkt der Metallentfernung, Komplikationen, Folgeoperationen, Dauer der Arbeitsunfähigkeit, Zeitintervall bis zur Rückkehr in den alten Beruf

### 4.2 Nachuntersuchung

Alle 108 Patienten wurden schriftlich zur Nachuntersuchung eingeladen, bei 9 Patienten ließ sich jedoch der aktuelle Wohnsitz nicht ermitteln, somit war eine Kontaktaufnahme nicht möglich. Ein Patient war zwischenzeitlich verstorben.

Fünfzehn der Patienten erklärten bei telefonischer Nachfrage keine Beschwerden zu haben und lehnten eine persönliche Vorstellung umständehalber ab.

Damit konnten insgesamt 83 (= 76,8%) der Patienten nachuntersucht werden. Der Zeitraum zwischen operativer Versorgung und Nachuntersuchung lag im Durchschnitt bei 21 Monaten, er betrug mindestens 14 Monate und maximal 38 Monate.

Die Nachuntersuchung beinhaltete die Anamnese sowie eine klinische und radiologische Kontrolluntersuchung der Patienten.

Hierbei wurden die Informationen aus der Krankenakte zu personenbezogenen Faktoren, unfallbezogenen Angaben sowie Daten bezüglich der Diagnostik und Therapie durch direkte Angaben der Patienten ergänzt.

#### 4.2.1 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung fand nach dem in unserer Abteilung gebräuchlichen Handgelenks-Bogen statt, der im Anhang wiedergegeben ist (Abb.34, 35).

Die Patienten wurden gebeten, ihre Ruhe- und Belastungsschmerzen auf der visuellen (von 0 = keine Schmerzen bis 10 = unerträgliche Schmerzen) als auch der verbalen Analogskala ( 1 = keine Schmerzen bis 4 = unerträgliche Schmerzen) anzugeben sowie weiterhin die

Gebrauchsfähigkeit ( 1 = normal bis 4 = starke Einschränkung) der operierten Hand im Alltag zu bewerten.

Der Bewegungsumfang des Handgelenkes wurde im Seitenvergleich mit der Gegenseite nach der Neutral-Null-Methode gemessen. Hierfür wurde zur Erhebung der Meßdaten ein Goniometer für kleine Gelenke benutzt.

Die grobe Kraft wurde ebenso beidseitig mit einem Jamar-Dynamometer (Stufe 3) gemessen. Zudem wurden Faustschluß und Streckfähigkeit der Finger sowie die Zirkumduktion des Handgelenkes geprüft.

#### 4.2.2 Radiologische Untersuchung

Bei der radiologischen Kontrolluntersuchung wurden Standard-Röntgenaufnahmen beider Handgelenke in zwei Ebenen, das heißt in exakter Darauf- und Seitenansicht in Neutralstellung, angefertigt. Bei der Daraufrsicht wird der Arm in 90°-Abduktion des Schultergelenkes und mit 90° gebeugtem Ellenbogengelenk auf dem Röntgentisch gelagert. Das Handgelenk befindet sich in Neutralstellung, wobei der dritte Mittelhandknochen exakt in einer gedachten Verlängerung der Unterarmachse liegt und der Zentralstrahl auf den Kapitatumkopf gerichtet wird. Für die seitliche Aufnahme befindet sich der Unterarm in Mittelstellung zwischen Supination und Pronation, das Handgelenk in Neutralstellung und der Oberarm steht senkrecht zur Röntgenplatte.

Die Aufnahmen wurden alle von der selben Untersucherin nach folgenden Kriterien ausgewertet:

1. Bestimmung der dorsopalmaren Neigung der Radiusgelenkfläche  
( = Palmarinklination )
2. Bestimmung der radioulnaren Neigung der Radiusgelenkfläche  
( = Ulnarinklination )
3. Bestimmung der relativen Ulnalänge ( = Ulnavarianz )

Die Bestimmung von Palmar- und Ulnarinklination erfolgte nach der von Mann und Mitarb. 1992 beschriebenen Methode. Die Messung der Ulnavarianz wurde nach der Beschreibung von Gelberman und Mitarb. (1975) vorgenommen. Bei einer Ulna-Minus-Situation erhielten die Werte ein negatives Vorzeichen.

### 4.3 Fragebogen

Als Grundlage diente der DASH (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand)- Fragebogen. Hierbei handelt es sich um einen standardisierten Bewertungskatalog für 30 verschiedene Alltagsaktivitäten, in Amerika entwickelt und nach deutscher Übersetzung validiert (Germann und Mitarbeiter 1999).

In dieser Form des „self-report“-Fragebogens gaben die Patienten eine subjektive Einschätzung der verbliebenen Funktionsminderung an. Inhaltlich gegliedert in die drei Teile

1. Funktion
2. Symptomatik
3. Spezielle Aktivität (Musik, Sport)

ließ sich mit diesem Fragebogen die Globalfunktion der oberen Extremität gut erfassen, wobei ein minimaler Punktwert von 0 einer vollkommen wiederhergestellten Funktion und 100 Punkte einer maximalen Funktionseinschränkung entsprechen (Abb.36, 37, 38, 39).

### 4.4 Statistische Verfahren

Die Rohdaten der Arbeit wurden in ein Statistikprogramm eingelesen und damit ausgewertet. Zur Anwendung kamen als Signifikanztest der Wilcoxon-Sign-Rank-Test, der Mann-Whitney-U-Test sowie die Rangvarianzanalyse nach Bortz (1992).

## 5. ERGEBNISSE

### 5.1 Aktenauswertung aller im angegebenen Zeitraum versorgten Patienten

#### 5.1.1. Patientenbezogene Daten

Die 108 operativ versorgten Patienten verteilten sich in etwa gleichmäßig auf beide Geschlechter (Abb. 40).

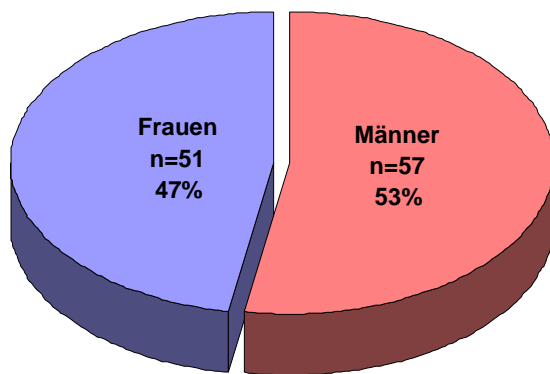


Abb. 40: Geschlechterverteilung

Das Durchschnittsalter lag bei 45 Jahren mit einer Standardabweichung von 20 Jahren, was auf eine hohe Altersheterogenität hinweist (Abb. 41).

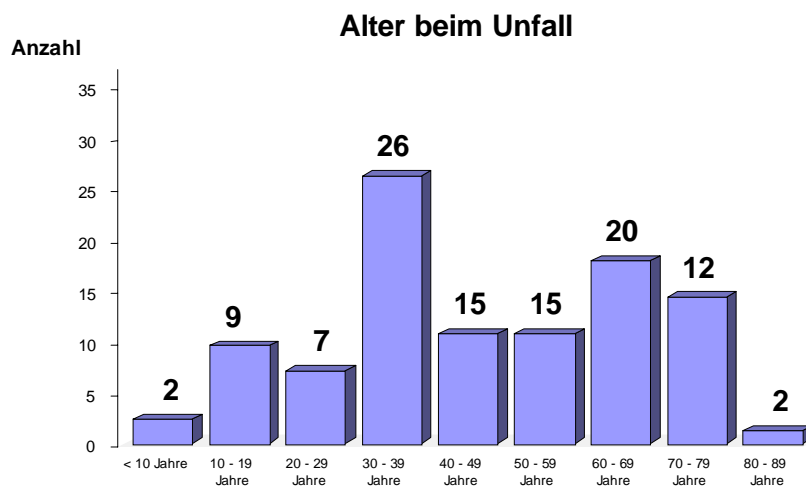


Abb.41: Alter beim Unfall

Die Patienten waren zu 42,3 % an der dominanten Hand verletzt (Abb. 42)

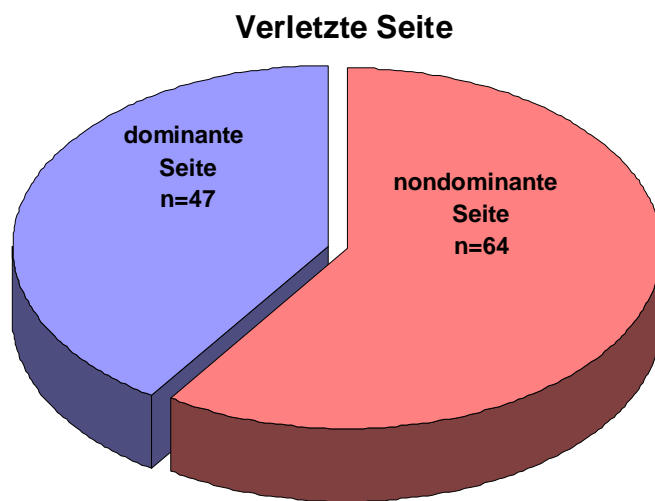


Abb.42: Seitenverteilung

### 5.1.2. Unfallbezogene Angaben

Die Zuweisung erfolgte schwerpunktmäßig seitens des niedergelassenen Chirurgen mit 33,3 %, gefolgt von 31,4 % direkter Vorstellung aus dem Krankenhaus. Direkt in unserer Sprechstunde und Bereitschaftsambulanz stellten sich 25 % der Patienten vor, vom Hausarzt kamen 10,1 % ( Abb. 43).



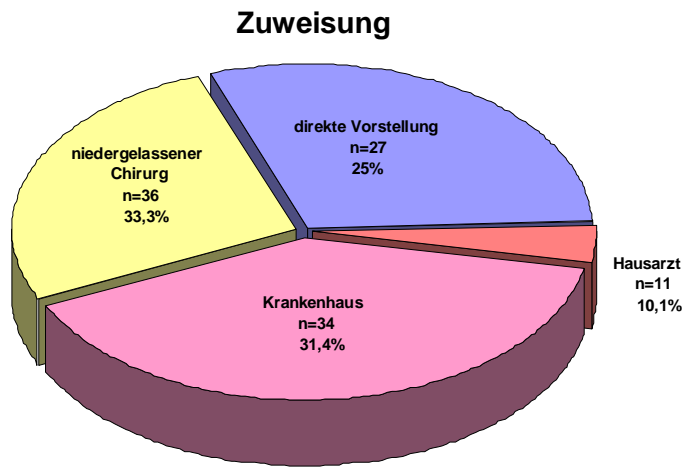


Abb.43: Zuweisung der Patienten

Der Unfallmechanismus war in über  $\frac{3}{4}$  aller Fälle ein Sturz (78,8%), seltener ein Rasanztrauma (10,1%) oder ein Sturz aus großer Höhe (11,1%) (Abb. 44).

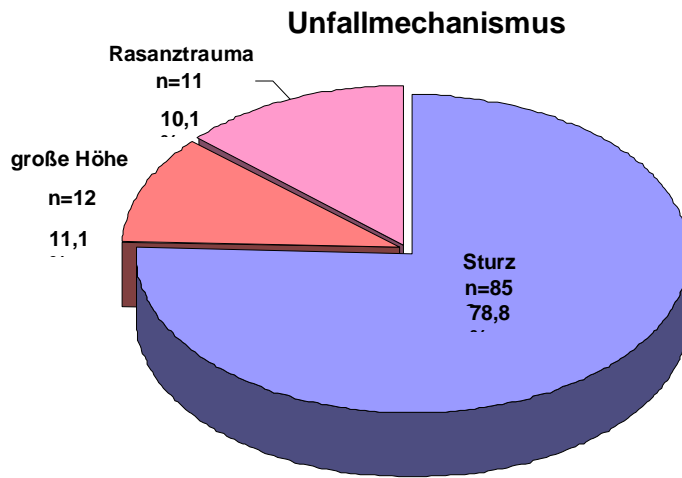


Abb.44: Unfallmechanismus

Die Unfallart kann im wesentlichen als Hausunfall (HU, 42.7 %) oder Sportunfall (SU, 37.8 %) beschrieben werden (Abb. 20), seltener jedoch als Arbeitsunfall (AU, 9.8 %) (Abb.45).

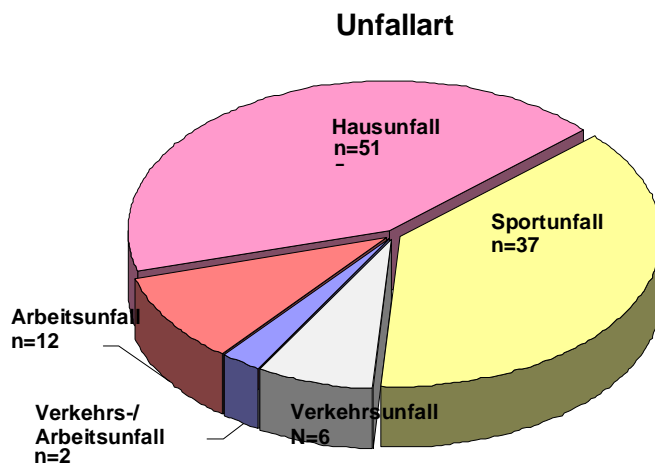


Abb.45: Unfallart

### 5.1.3. Daten der radiologischen Diagnostik

Eingeordnet nach der AO-Klassifikation verteilten sich die Frakturen zu 66,7 % auf die C-Frakturen, die A-Frakturen waren zu 27,9 % vertreten. Die B-Frakturen kamen vergleichsweise selten bei nur 5,4 % der Patienten vor (Abb.46, Tab. 1).

Frakturklassifikation	A2	A3	B2	B3	C1	C2	C3
Anzahl	21	10	1	5	9	7	58

Tab. 1: Frakturverteilung

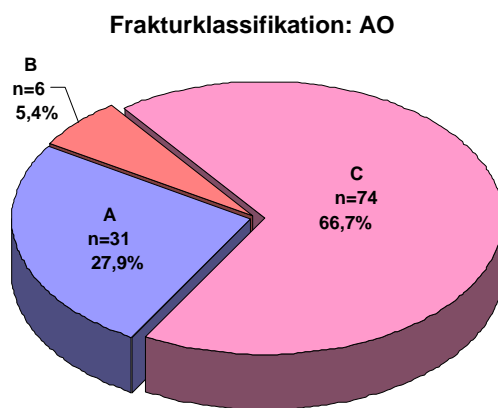


Abb.46: Anteil der Frakturen nach Klassifikation

### 5.1.4 Operationstechnische Daten

Der Abstand vom Unfallzeitpunkt bis zur Operation betrug durchschnittlich 5,5 Tage.

Sechundsiebzig der 108 Patienten waren vorversorgt worden.

Eine konservative Therapie mit Ruhigstellung im Gipsverband erfolgte bei 63 Patienten, in 18 Fällen war dabei die Fraktur vor der Gipsverbandanlage geschlossen reponiert worden.

Eine operative Vorversorgung lag bei 13 Patienten vor, es fanden sich sechs KD-Osteosynthesen, dreimal die Versorgung mit Fixateur externe und zweimal die Kombination aus beiden Verfahren. Eine Plattenosteosynthese, ausgehend vom dorsalen Zugang, war bei zwei Patienten erfolgt.

Als Operationsverfahren in unserer Klinik kamen die KD-Osteosynthese, der Fixateur externe, die Kombination aus beiden Verfahren, die Schraubenosteosynthese sowie die Plattenosteosynthese zur Anwendung (Tab.2). Drei Patienten (8, 9 und 20 Jahre), jeweils mit A2 - Frakturen, verblieben auch in unserer Klinik mit geschlossener Reposition und Retention im Gipsverband konservativ.

Operationsverfahren	A2	A3	B2	B3	C1	C2	C3
KD-Osteosynthese	9	1			5		3
Fixateur externe							3
Kombination KD/Fix.ext.				2			3
Schraubenosteosynthese	1		1	1	1	1	
Dorsale Plattenosteosynthese	4	6			3	5	30
Palmare Plattenosteosynthese	4	1		2		1	12
Doppelplattenosteosynthese (palmare u.dorsale Plattenlage)		2					7

Tab. 2: Osteosyntheseverfahren bei gesamtem Patientengut in Abhängigkeit von der Frakturklassifikation

Eine Spongiosaplastik war in vierzig Fällen erforderlich, hauptsächlich im Rahmen der dorsalen Plattenosteosynthese von C3 - Frakturen.

Neben der Versorgung der Radiusfraktur ergaben sich bei 28 Patienten Zusatzeingriffe in gleicher Sitzung, wobei in einem Fall die Verschraubung einer Skaphoidfraktur und die gleichzeitige KD-Transfixation wegen kompletter SL-Bandruptur vorgenommen werden musste (Tab.3 ).

Zusatz- eingriffe	Arthro- skopie	Offene Karpaldach- spaltung	Skaphoid- fraktur- versorgung	Versorgung SL- Teilruptur	Versorgung SL-Ruptur komplett	Refixation Proc.styl. ulnae	Olecranon- zuggurtung
Anzahl	5	12	1	4	4	2	1

Tab. 3: Zusatzeingriffe

Die Arthroskopie erbrachte viermal ein intaktes SL-Band, einmal zeigte sich eine Läsion ersten Grades, ohne speziell erforderliche Maßnahme.

Die Eingriffe wurden 86mal von einem Facharzt mit einer durchschnittlichen Operationsdauer von 82,1 Minuten vorgenommen. Fünfundzwanzigmal operierte ein Assistenzarzt unter Anleitung eines Facharztes, hier lag die mittlere Operationszeit bei 97,3 Minuten.

### 5.1.5. Postoperative Daten

Die Ruhigstellung in einer radialumgreifenden Unterarm-Handgelenkgipschiene mit freien Grundgelenken der Finger sowie freiem Daumen wurde durchschnittlich für 4 Wochen vorgenommen.

Bei acht Patienten wurde das Daumengrundgelenk nach Zusatzeingriffen am skapholunären Band sowie am Skaphoid in die Ruhigstellung mit eingeschlossen. Hier betrug die Dauer der Ruhigstellung jeweils 6 Wochen.

Ein Oberarmgipsverband kam viermal für 6 Wochen zur Anwendung, hierfür lag der Grund in einer gleichzeitigen Verletzung des Processus styloideus ulnae mit Instabilität im distalen Radioulnargelenk.

Eine Entfernung des Osteosynthesematerials nach konsolidierter Fraktur wurde überwiegend unter dem Gesichtspunkt der Erzielung einer besseren Beweglichkeit im Handgelenk, aber auch bei störendem Effekt realisiert.

Ermittelbar waren 80 Patienten, wobei in 11 Fällen dies nur teilweise in Form der Entfernung von K-Drähten oder des Fixateur externe geschah.

Durchschnittlich nach 4,5 Monaten erfolgte die teilweise sowie nach 6,6 Monaten die komplette Osteosynthesematerialentfernung.

An Folgeoperationen fanden sich neben Sehnen- und Handgelenklösungen auch zwei komplette Handgelenk-Arthrodesen wegen einer ausgeprägten posttraumatischen Arthrose sowie eine Einflechtung der Sehne des Extensor digitorum communis des Zeigefingers in die des Mittelfingers wegen degenerativer Ruptur infolge KD-Irritation (Tab.4).

HG-Arthrolyse	Offene Karpaldachspaltung	Tenolyse	HG-Arthrodese	Sehnenrekonstruktion nach Ruptur	Haematomausräumung 9.p.o.Woche
7	3	12	2	1	1

Tab. 4: Folgeoperationen

## 5.2 Aktenauswertung aller nachuntersuchten Patienten

### 5.2.1 Patientenbezogene Daten

Zur Nachuntersuchung erschienen 83 Patienten von 108, dies entspricht einem prozentualen Anteil von 76,8 %. Zwei der weiblichen Patienten hatten beidseitige Frakturen.

Die Geschlechter waren mit 43 Frauen und 40 Männern im Alter zwischen 9 und 86 Jahren vertreten.

Die Verletzung betraf 33-mal die rechte und 52-mal die linke Hand, wobei es bei 32 Patienten die dominante rechte Hand war.

### 5.2.2 Unfallbezogene Daten

Der Unfallmechanismus ließ sich bei 65 Patienten als Sturz zu ebener Erde, bei 8 Patienten als Sturz aus großer Höhe und bei 10 Patienten als Folge eines Rasanztraumas eruieren.

Beim Unfallhergang fanden sich 40 häusliche Unfälle, 8 Arbeitsunfälle, 5 Verkehrsunfälle, 28 Sportunfälle sowie 2 Verkehrsunfälle, die gleichzeitig Arbeitsunfälle waren.

Achtundzwanzig der Patienten wurden uns aus einem anderen Krankenhaus zugewiesen, 21 Patienten erschienen direkt in unserer Klinik. Von niedergelassenen chirurgischen Kollegen wurden 27 Patienten zur Weiterversorgung an uns überwiesen, sieben Patienten wurden von ihrem Hausarzt in unsere Klinik vermittelt.

### 5.2.3 Daten der radiologischen Diagnostik

Präoperativ zeigten die Standard-Röntgenaufnahmen des Handgelenkes eine Abkipfung der Radiusgelenkfläche in der Seitenaufnahme zwischen maximal 28° nach palmar und maximal 50° nach dorsal.

In der Frontalebene ließ sich eine Neigung der Radiusgelenkfläche zwischen – 5° und 26° messen.

Die Ulnavarianz betrug zwischen – 5 bis 14 mm.

Bei 5 Patienten wurde die gesunde Gegenseite mitgeröntgt. Zudem war bei 23 Patienten als weiterführende diagnostische Maßnahme eine Computertomographie durchgeführt worden, davon bei einer Patientin beidseits.

Der Abstand vom Unfalltag bis zur definitiven Versorgung bei uns betrug 0 bis längstens 40 Tage.

Nach der AO-Klassifikation lagen in der überwiegenden Mehrheit komplexe C-Frakturen vor, am häufigsten vom Typ C3 (Tab. 5 ). In den zwei Fällen mit beidseitigen Frakturen fanden sich einmal eine C1 - und dreimal eine C3 - Fraktur .

AO-Klassifikation	A2	A3	B2	B3	C1	C2	C3
Anzahl	16	9	1	4	8	3	44

Tab. 5: Klassifikation nach der AO-Einteilung

#### 5.2.4 Operationstechnische Daten

Achtundfünfzig der Patienten waren vorbehandelt, davon 14 mit einem operativen Verfahren. Es kamen sechsmal eine Kirschnerdrahtosteosynthese, viermal ein Fixateur externe, einmal die Kombination aus beiden Verfahren, zweimal eine dorsale Verplattung und einmal die Verschraubung der Fraktur zur Anwendung. Bei 13 der 44 konservativ vorbehandelten Patienten ließ sich bereits eine geschlossene Reposition vor Anlage des Gipsschienenverbandes eruieren. Ohne auswärtige Vorbehandlung stellten sich 25 Patienten zur Versorgung ein (Tab. 6).

Vorbehandlung	Gips-schiene	Reposition und Gips	Keine Vorbehandlung	KD	Fixateur externe	KD u. fix. externe	Dorsale Ver-Plattung	Ver-schraubung
Anzahl	31	13	25	6	4	1	2	1

Tab. 6: Art und Anzahl der Vorbehandlungen

Insgesamt 58 der nachuntersuchten Patienten wurden operativ mit einer Plattenosteosynthese versorgt. Es überwog die dorsale Verplattung in 37 Fällen. Eine palmare Plattenosteosynthese erfolgte bei 13 Patienten. In acht Fällen war eine Doppelplatten-Osteosynthese erforderlich, welches den Zugang von dorsal als auch von palmar mit jeweils Anlage einer Platte bedeutete. Die mit Plattenosteosynthese behandelten Frakturen konzentrierten sich auf den Typ C3 nach der AO-Klassifikation (Tab. 7 ).

Sechzehn Patienten wurden ausschließlich mit einer Kirschner-Draht-Osteosynthese versorgt, einer ausschließlich mit einem Fixateur externe. Eine Kombination aus beiden Verfahren war

bei vier Patienten erforderlich. Die isolierte Schraubenosteosynthese wurde zur Versorgung von vier Frakturen angewandt.

Bei einem 9-jährigen Mädchen gelang die Reposition der Fraktur in Narkose mit stabiler Ineinanderverhakung der Fragmente so gut, daß auf die geplante Osteosynthese verzichtet wurde.

Osteosyntheseverfahren	A2	A3	B2	B3	C1	C2	C3	n
Kirschner-Draht-Osteosynthese	8	1			5		2	16
Fixateur externe							2	2
Fixateurext./KD-Osteosynthese				2			2	4
AO-Schraube	1		1	1		1		4
dorsale Platte	3	5			3	1	25	37
palmare Platte	3	1		1		1	7	13
Doppelplatte (palmar/dorsal)		2					6	8

Tab. 7: Osteosyntheseverfahren bei den nachuntersuchten Patienten in Abhängigkeit zur Frakturklassifikation

Für die Osteosynthesen war 29-mal der dorsale Zugang mit und 22-mal derjenige ohne Gelenkeröffnung erforderlich. Der palmare Zugang nach Henry wurde in 5 Fällen gewählt, bei weiteren 8 Patienten erfolgte gleichzeitig die Karpaldachspaltung. In 6 Fällen wurde die Osteosynthese vom radialen Zugang ausgeführt. Vierzehnmal war zur anatomiegerechten Reposition der Zugang zur Fraktur von dorsal als auch palmar erforderlich.

Eine Spongiosaplastik mit Knochenentnahme vom Beckenkamm war bei 30 Patienten erforderlich, dabei 23-mal zur Auffüllung von Trümmerzonen bei C3-Frakturen (Tab. 8).

AO-Klassifikation	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Anzahl Spongiosaplastik	1	3	-	-	-	2	1	23

Tab.8: Spongiosatransplantation in Abhängigkeit vom Frakturtyp

An Zusatzeingriffen erfolgten bei 12 Patienten eine Karpaldachspaltung und bei einem Patienten wegen Instabilität im distalen Radioulnargelenk eine Refixation des Processus styloideus ulnae mit einer Zuggurtungsosteosynthese.



Siebenmal wurde bei Ruptur des skapholunären Bandes eine Naht des Bandes sowie eine Transfixation des SL-Gelenkes mittels Kirschnerdrähten durchgeführt. Bei einem Patienten erfolgte zur Therapie einer zusätzlichen Fraktur des Olekranon eine Zuggurtungsosteosynthese.

#### 5.2.5 Postoperative Daten

Postoperativ wurde ein radial umgreifender Gipsverband für durchschnittlich 4 Wochen angelegt. Siebenmal erfolgte bei gleichzeitiger Versorgung einer SL-Bandverletzung der Einschluß des Daumengrundgelenkes in die Ruhigstellung mit Verlängerung der Immobilisationszeit auf 6 Wochen.

Der stationäre Aufenthalt betrug durchschnittlich 5 Tage, kürzestens lag er bei einem und längstens bei 18 Tagen.

Intraoperativ traten keine schwerwiegenden Komplikationen auf.

Postoperative Komplikationen waren bei sieben Patienten zu verzeichnen. Dreimal kam es zur Nachblutung im Operationsgebiet am Unterarm mit erforderlicher Hämatomausräumung. Eine Revision war wegen eines tiefen Infektes notwendig. Bei einer Patientin mit C3-Fraktur kam es nach wenigen Tagen zur Sekundärdислоkation, sodaß zu der dorsalen Platte noch eine palmare Abstützplatte eingebracht wurde. Eine weitere lokale Komplikation war der Plattenbruch bei einer Patientin.

Eine allgemeine Komplikation neurologischer Art in Form einer unmittelbar postoperativ aufgetretenen Parese des N. facialis ereilte eine Patientin, die Ursache blieb unklar.

Im Verlauf trat bei 4 Patienten (3 Frauen, 1 Mann) mit jeweils C3 - Fraktur eine Algodystrophie der Hand ein, sodaß eine stationäre Therapie auf unserer Rehabilitationsstation angeschlossen wurde. Die Analyse der Fälle erbrachte dabei einmal eine auswärtige Vorversorgung mit Gipsverband ohne Reposition, zweimal mit geschlossener Reposition sowie einmal operativ mittels Fixateur externe. In unserer Klinik waren dann bei einem Patienten eine isolierte Kirschner-Draht-Osteosynthese sowie bei einem weiteren eine Verplattung in Kombination mit einer Spongiosaplastik, jeweils vom dorsalen Zugang ohne Gelenkeröffnung durchgeführt worden. Zwei weitere Patienten wurden mit palmarer Plattenosteosynthese und gleichzeitiger Karpaldachspaltung versorgt.

Bei 63 Patienten wurde das Osteosynthesematerial wegen störendem Effekt nach Frakturheilung wieder entfernt. Der Abstand des Zeitpunktes der Metallentfernung zur Operation lag im Mittel bei 5,4 Monaten, mit einem kürzesten Zeitraum von einem Monat bis längstens 16 Monaten.

Neunzehn weitere Patienten mußten sich Folge-Operationen unterziehen. Hierbei waren wegen deutlicher Bewegungseinschränkung der Finger und des Handgelenkes siebenmal eine Tenolyse streckseitig, fünfmal eine Arthrolyse des Handgelenkes sowie zweimal eine Kombination aus beiden Verfahren vorgenommen worden. Wegen Kompressionsymptomatik des N.medianus wurde die sekundäre Karpaldachspaltung bei 2 Patienten durchgeführt.

Bei einer Patientin nach KD-Osteosynthese einer C1 - Fraktur zeigte sich sechs Monate später eine Ruptur der Extensor indicis proprius-Sehne, verursacht durch einen K-Draht. Die Extensor digitorum communis-Sehne war intakt.

Zwei Patienten mit jeweils C3 - Frakturen wiesen im Verlauf eine posttraumatische Radiokarpalarthrose auf, sodaß eine Arthrodesse des Handgelenkes erfolgen musste. Der zum Unfallzeitpunkt 38-jährige männliche Patient hatte eine Kombination aus intraartikulärer Radiusfraktur, Skaphoidfraktur als auch SL-Bandruptur erlitten und war mit Fixateur externe, Herbert-Schraube sowie einer SL-Bandnaht als auch Transfixation des SL-Gelenkes versorgt worden. Die Arthrodesse des Handgelenkes wurde auswärts bei entsprechender klinischer Beschwerdesymptomatik sowie radiologisch gesicherter Arthrose zweieinhalb Jahre nach dem Unfall vorgenommen. Die Fraktur der 43-jährigen Patientin war mit dorsaler Verplattung gestellt worden, wobei zur anatomiegerechten Reposition der Zugang von palmar als auch von dorsal erfolgen musste. Hier ließ sich ein Zeitraum von 3 Jahren bis zum Auftreten der nicht mehr tolerierbaren Arthroseschmerzen eruieren.

Zum Unfallzeitpunkt hatten 21 Patienten schon das Rentenalter erreicht. Zehn Patientinnen waren Hausfrauen. Ein Patient leistete Zivildienst, zwei weitere befanden sich in Ausbildung. Die Anzahl der Schüler belief sich auf 9, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren drei davon in Berufsausbildung. Bei den im Berufsleben stehenden 40 Patienten betrug die durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit 12,8 Wochen, der kürzeste Arbeitsausfall lag bei vier , der längste bei 28 Wochen. Insgesamt konnten 31 dieser Patienten nachfolgend wieder ihren ursprünglichen Beruf ausüben. Von insgesamt 17 BG-Patienten erhielten 9 eine Rente von der Berufsgenossenschaft mit einer Minderung der Erwerbsfähigkeit zwischen 10 und 30 Prozent.

### 5.3 Fragebogen

Die Ergebnisbeurteilung nach dem DASH-Bogen, bei dem der Patient aus persönlicher Sicht die Funktionseinschränkung der oberen Extremität bei Aktivitäten des täglichen Lebens beurteilt, erbrachte eine hohe Zufriedenheit mit der durchgeführten Operation. Die Punktwerte lagen vorrangig im Punktbereich bis 25, der Durchschnittswert lag bei 18 (Spanne 8 – 83) Punkten (Tab. 9 u. 10 ).

DASH-Bereich	Frakturklassifikation	Versorgung	Anzahl	Summe der Versorgungen in Bezug zur Gesamtzahl der versorgten Frakturen der jeweiligen Klassifikation
0-25	A2	KD-Osteosynthese	8	14 / 15
		AO-Schraube	1	
		Dorsale Platte	2	
		Palmare Platte	3	
	A3	KD-Osteosynthese	1	8 / 9
		Dorsale Platte	4	
		Palmare Platte	1	
		Doppelplatte	2	
B2	AO-Schraube	1	1 / 1	
B3	KD/Fixateur externe	2	4 / 4	
	AO-Schraube	1		
	Palmare Platte	1		
C1	KD-Osteosynthese	2	5 / 8	
	Dorsale Platte	3		
C2	AO-Schraube	1	2 / 3	
	Dorsale Platte	1		
C3	KD-Osteosynthese	1	28 / 44	
	Dorsale Platte	16		
	Palmare Platte	6		
	Doppelplatte(palm./dors.)	4		
	Fixateur externe	1		

Tab. 9: Gute Ergebnisse in Bezug auf Frakturtyp und DASH-Wert

DASH-Bereich	Frakturklassifikation	Versorgung	Anzahl	Summe der Versorgungen in Bezug zur Gesamtzahl der versorgten Frakturen der jeweiligen Klassifikation
26-50	A2	Dorsale Platte	1	1 / 15
	C1	KD-Osteosynthese	3	3 / 8
	C3	KD-Osteosynthese	1	12 / 44
		Dorsale Platte	6	
		Palmare Platte	1	
		Doppelplatte(palm./dors.)	2	
51-75	C2	Palmare Platte	1	1 / 3
	C3	Dorsale Platte	2	2 / 44
76-100	A3	Dorsale Platte	1	1 / 9
	C3	Dorsale Platte	1	2 / 44
Fixateur externe		1		

Tab. 10: Mäßige und schlechte Ergebnisse in Bezug auf Fraktur-Typ und DASH-Wert

#### 5.4 Klinische Untersuchung

Der Bewegungsumfang des Handgelenkes speziell bei den mit Plattenosteosynthese versorgten Patienten ergab durchschnittlich 53,7° Extension, 47,8° Flexion, 31,8° Ulnarduktion, 17,9° Radialduktion, 84,3° Supination und 89,8° Pronation. Die grobe Kraft wurde durchschnittlich mit 29,1 kg erzielt, dies entsprach 83,1 % der Gegenseite (Tab.11).

	Extension	Flexion	Ulnarduktion	Radialduktion	Supination	Pronation	Handkraft(kg)
Platten-Osteosynthese	62,3°	57,3°	34,6°	21,0°	84,0°	88,6°	31,2
KD-osteosynthese	53,7°	47,8°	31,8°	17,9°	84,3°	89,8°	29,1
AO-Schraube	65,0°	65,0°	36,6°	18,3°	86,6°	90,0°	36,6
Fixateur externe	47,5°	40,0°	17,5°	15,0°	55,0°	90,0°	15,0
Kombination Fix.ext./KD	35,0°	28,7°	20,0°	8,7°	70,0°	82,5°	28,0

Tab. 11: mittlere Bewegungsumfänge und grobe Handkraft in Abhängigkeit vom Osteosyntheseverfahren

Zur Einteilung der Ergebnisse wurde eine etablierte Handgelenks-Bewertungsrichtlinie, basierend auf den Parametern Schmerz, Beweglichkeit, Kraft und Gebrauchsfähigkeit verwendet (Krimmer 1998, Kalb 1999).

Grundlage hierfür war das Bewertungsschema von Cooney und Mitarb. (1987). Dieses Schema, auch bekannt unter der Bezeichnung „Mayo Wrist Score“, bewertet Schmerz, funktionellen Status, Ausmaß der Handgelenkbeweglichkeit und die Griffkraft der versorgten Hand. Mit der entsprechenden Punktzahl wird in ein hervorragendes (91-100 Punkte), ein gutes (81- 90 Punkte), ein befriedigendes (65- 80 Punkte) sowie in ein schlechtes Ergebnis (von unter 65 Punkten) unterschieden.

Die Änderungen zum traditionellen Handgelenkbewertungsschema betreffen die Schmerzerfassung und die Gebrauchsfähigkeit. Aus der Sicht des Patienten gelingt eine bessere Unterscheidung zwischen Ruhe- und Belastungsschmerz und im Hinblick auf den funktionellen Status ist die Beurteilung der Gebrauchsfähigkeit aussagekräftiger als Angaben über die berufliche Situation, deren Umstände häufig vom Patienten nicht unmittelbar zu beeinflussen sind. Danach lassen sich die Ergebnisse einschätzen als „sehr gut“ mit einer Punktzahl von 86 - 100, „gut“ mit 66 – 85, „befriedigend“ mit 51 – 65 sowie „schlecht“ mit 0 – 50 Punkten.

Auch hier waren überwiegend sehr gute Ergebnisse zu verzeichnen. Dreiundzwanzig der C3-Frakturen aus der Kategorie „sehr gut“ waren mit Plattenosteosynthese versorgt worden, wobei die dorsalen Platten überwogen. Bei den A2-Frakturen mit sehr gutem Ergebnis wurde dies in der Mehrzahl bereits durch isolierte Kirschner-Draht-Osteosynthese erreicht.

In der Kategorie „schlecht“ ließen sich fünf C3-Frakturen nachweisen, drei davon waren mit dorsaler Plattenosteosynthese, eine isoliert mit Fixateur externe und eine mit einer Kombination aus Fixateur externe und KD-Osteosynthese versorgt worden (Tab. 12, 13).

Handgelenk- bewertung nach Krimmer	AO- Frakturklassifikation	Versorgung	Anzahl	Summe der Versorgungen in Bezug zur Gesamtzahl der versorgten Frakturen der jeweiligen Klassifikation
Sehr gut ( 86 – 100 )	A2	KD- Osteosynthese AO-Schraube Dorsale Platte Palmare Platte	6 1 3 3	13 / 15
	A3	KD- Osteosynthese Dorsale Platte Palmare Platte Doppelplatte	1 4 1 2	8 / 9
	B2	AO-Schraube	1	1 / 1
	B3	AO-Schraube Palmare Platte KD/Fix.externe	1 1 1	3 / 4
	C1	KD- Osteosynthese Dorsale Platte	4 3	7 / 8
	C2	AO-Schraube Dorsale Platte	1 1	2 / 3
	C3	KD- Osteosynthese Dorsale Platte Palmare Platte Doppelplatte Fixateur externe	1 16 3 4 1	25 / 44
Gut ( 66 - 85 )	A2	KD- Osteosynthese	2	2 / 15
	B3	KD/Fixateur externe	1	1 / 4
	C3	Dorsale Platte Palmare Platte Doppelplatte KD/Fixateur externe	4 3 2 1	10 / 44

Tab.12: Ergebnis-Bewertung nach dem Handgelenk-Bewertungsschema nach Krimmer

Handgelenk- bewertung nach Krimmer	AO- Frakturklassifikation	Versorgung	Anzahl	Summe der Versorgungen in Bezug zur Gesamtzahl der versorgten Frakturen der jeweiligen Klassifikation
Befriedigend ( 51 – 65 )	A3	Dorsale Platte	1	1 / 9
	C1	KD- Osteosynthese	1	1 / 8
	C2	Palmare Platte	1	1 / 3
	C3	KD- Osteosynthese Dorsale Platte Palmare Platte	1 3 1	5 / 44
Schlecht ( 0 – 50 )	C3	Dorsale Platte KD/Fixateur externe Fixateur externe	2 1 1	4 / 44

Tab. 13: Ergebnis-Bewertung nach dem Handgelenk –Bewertungsschema nach Krimmer



Zur Einschätzung der erreichten Ergebnisse kam weiterhin der Bewertungsmaßstab nach Gartland und Werley (1951) sowie Sarmiento und Mitarb.(1975) zur Anwendung. Hierbei ist die Beurteilung von objektivierbaren funktionellen (Bewegungsumfang, grobe Kraft ) und radiologischen Resultaten (Winkelmaße am distalen Radiusende) als auch subjektiven Parametern wie Schmerzangabe und Zufriedenheit abhängig.

Es zeigte sich der indikationsgerechte Einsatz der Osteosyntheseverfahren entsprechend der Frakturklassifikation, so erreichten z. B. alle mit Kirschner-Draht-Osteosynthese versorgten Patienten mit A2-Frakturen ein sehr gutes Ergebnis, hingegen führte das gleiche Verfahren angewandt bei einem Patienten mit C3-Fraktur zu einem schlechten Gesamtergebnis. Im Gegensatz hierzu konnte bei 22 Patienten mit C3-Fraktur nach Plattenosteosynthese ein sehr gutes Ergebnis erzielt werden (Tab. 14, 15).

Bewertung nach Gartland/ Werley/ Sarmiento	AO-Fraktklassifikation	Versorgung	Anzahl	Summe der Versorgungen in Bezug zur Gesamtzahl der versorgten Frakturen der jeweiligen Klassifikation
Sehr gut (0 – 2)	A2	Dorsale Platte Palmare Platte KD- Osteosynthese AO-Schraube	2 3 8 1	14 / 15
	A3	Dorsale Platte Palmare Platte Doppelplatte KD	4 1 2 1	8 / 9
	B2	AO-Schraube	1	1 / 1
	B3	Palmare Platte KD/Fixateur externe AO-Schraube	1 1 1	3 / 4
	C1	Dorsale Platte KD	3 3	6 / 8
	C2	AO-Schraube	1	1 / 3
	C3	Dorsale Platte Palmare Platte Doppelplatte KD Fixateur externe	15 4 4 1 1	25 / 44
Gut (3 – 8)	B3	KD/Fixateur externe	1	1 / 4
	C1	KD	2	2 / 8
	C3	Dorsale Platte Palmare Platte Doppelplatte	5 2 1	8 / 44

Tab.14: Ergebnisse bewertet nach dem Schema nach Gartland / Werley / Sarmiento

Bewertung nach Gartland/ Werley/ Sarmiento	AO-Fraktklassifikation	Versorgung	Anzahl	Summe der Versorgungen in Bezug zur Gesamtzahl der versorgten Frakturen der jeweiligen Klassifikation
Befriedigend (9 – 20)	A2	Dorsale Platte	1	1 / 15
	A3	Dorsale Platte	1	1 / 9
	C2	Dorsale Platte	1	1 / 3
	C3	Dorsale Platte Palmare Platte Doppelplatte	4 1 1	6 / 44
Schlecht ( > 21 )	C2	Palmare Platte	1	1 / 3
	C3	Dorsale Platte KD KD/Fixateur externe Fixateur externe	1 1 2 1	5 / 44

Tab. 15: Ergebnisse bewertet nach dem Schema nach Gartland / Werley / Sarmiento

## 5.5 Radiologische Untersuchung

Verglichen wurden die prä- und postoperativen Röntgenaufnahmen mit denen der Nachuntersuchung. Betrachtet wurden Redislokationen der dorsopalmaren Ebene (= Palmarinklination), der radioulnaren Neigung (= Ulnarinklination) sowie der relativen Ulnalänge (= Ulnavarianz) in Bezug auf den Frakturtyp und die jeweilige Versorgung.

Bei den überwiegend mit Kirschner-Draht-Osteosynthese versorgten A2-Frakturen fanden sich 2 Redislokationen in der dorsopalmaren Ebene, sechs Frakturen blieben stabil im Vergleich zu den postoperativen Gelenkwinkeln.

Die bei diesem Fraktur-Typ dreimal angewandte Versorgung mit palmarer Plattenosteosynthese sowie einmal die AO-Schrauben-Osteosynthese konnten ebenfalls das postoperative Ergebnis als Langzeitresultat halten.

Zudem wurden 2 dorsale Platten zur Therapie genutzt, hier zeigte sich einmal eine Redislokation trotz Verwendung von Beckenkammspongiosa und einmal eine stabile Situation, welche ohne Knochenaugmentation erzielt werden konnte.

Bei den A3-Frakturen, alle vier versorgt mit dorsaler Plattenosteosynthese und zur Hälfte mit Spongiosa vom Beckenkamm, kam es zu keiner Redislokation.

Ebenso zeigten die mit AO-Schraube operierten B2- und B3- Frakturen keine Redislokation, gleiches fand sich bei letzterem Frakturtyp mit Versorgung durch palmare Platte.

In der Gruppe der C- Frakturen zeigte sich eine Redislokation bei 7 von 8 nur mit KD-Osteosynthese versorgten Frakturen, davon alle fünf C1- Frakturen sowie zwei C3-Frakturen. Auch mit der Kombination aus KD und Fixateur externe bei weiteren zwei C3-Frakturen ließ sich ein sekundäres Sintern der Fragmente nicht verhindern.

Bei einer C3-Fraktur, die isoliert mit Fixateur externe angegangen worden war, kam es bereits unmittelbar postoperativ zu einer geringen Fehlstellung, im weiteren Verlauf jedoch noch zur weiteren Fehlstellung, in der die Fraktur mit schlechtem Ergebnis für den Patienten auch ausheilte.

Eine mit AO-Schraube versorgte C2 - Fraktur konsolidierte in anatomiegerechter Reposition.

Mit der palmaren Plattenosteosynthese erreichten wir bei einer C2- sowie bei fünf C3-Frakturen Stabilität bis zur Ausheilung. Zwei in dieser Form versorgte C3-Frakturen, eine mit und eine ohne Interposition von Beckenkammspongiosa, zeigten eine Redislokation.

Bei der dorsalen Plattenosteosynthese hielten sich sowohl positive als auch negative Ergebnisse nahezu die Waage. Alle drei C1-Frakturen, zwei mit Beckenkammspongiosainterposition, als auch eine derartig versorgte C2-Fraktur, blieben stabil.

Die C3-Frakturen waren überwiegend mit Plattenosteosynthesen versorgt worden.

Zwölf der mit dorsaler Platte fixierten Frakturen verheilten in der operativ wiederhergestellten Gelenkwinkelstellung, wobei 9-mal zudem eine Unterstützung mit Beckenkammspongiosa vorgenommen worden war. Dreizehn Frakturen mit einer dorsalen Verplattung, davon sechs mit Spongiosaaufbau, wiesen eine Redislokation nach.

Bei der Anwendung der Doppelplattenosteosynthese, bei der die Fraktur von dorsal und palmar verplattet wurde, konnte viermal das postoperative Ergebnis unverändert gehalten werden, zweimal mit zusätzlich Spongiosa vom Beckenkamm. Bei weiteren zwei in dieser Weise versorgten Frakturen kam es zu einem Repositionsverlust (Tab.16).

Präoperativ betrug die dorsopalmarer Inklination der Frakturen, die später verplattet wurden,  $-8,7^\circ$ , die durchschnittliche ulnare Inklination  $12,2^\circ$  sowie die Ulnarvarianz 2,5 mm. Postoperativ war eine Rekonstruktion der Gelenkwinkel durchschnittlich mit  $7,0^\circ$  dorsopalmarer Inklination,  $17,8^\circ$  ulnarer Inklination sowie eine Ulnarvarianz von 0 mm erzielt worden. Die Verlaufskontrolle erbrachte eine mittlere dorsopalmarer Inklination von  $5,0^\circ$ , ulnare Inklination mit  $17,2^\circ$  und Ulnarvarianz von 0,7 mm. Alle weiteren zur Anwendung gekommenen Osteosyntheseverfahren zeigten mit Ausnahme der Schraubenosteosynthese ebenfalls Verschlechterungen, wobei dies besonders bei alleiniger KD-Osteosynthese oder isoliertem Fixateur externe auffällig wurde ( Tab. 17).

Frakturtyp	A2						
Röntgenkontrolle	KD	KD/Fixateur externe	Dorsale Platte	Palmare Platte	Doppelplatte	AO-Schraube	Fixateur externe
konstant	6		2	3		1	
redisloziert	2		1				
Frakturtyp	A3						
konstant	1		4	1	2		
redisloziert			1				
Frakturtyp	B2						
konstant						1	
redisloziert							
Frakturtyp	B3						
konstant				1		1	
redisloziert		2					
Frakturtyp	C1						
konstant			3				
redisloziert	5						
Frakturtyp	C2						
konstant			1	1		1	
redisloziert							
Frakturtyp	C3						
konstant			12	5	4		
redisloziert	2	2	13	2	2		2

Tab. 16: Redislokation in Bezug auf Frakturtyp und Versorgungsart

	präoperativ			postoperativ			Nachunter- suchung		
	Palmar- Inklina- tion ( ° )	Ulnar- Inklina- tion ( ° )	Ulna- Varianz ( mm )	Palmar- Inklina- tion ( ° )	Ulnar- Inklina- tion ( ° )	Ulna- Varianz ( mm )	Palmar- Inklina- tion ( ° )	Ulnar- Inklinat- ion ( ° )	Ulna- Varianz ( mm )
Platten- Osteosyn- these	-8,7	12,2	2,5	7,0	17,8	0	5,0	17,2	0,7
AO- Schrau- benosteo- synthese	-3,3	11,6	0	7,6	19,0	-1	9,3	22,3	-1
KD- Osteosyn- these	-12,0	13,3	5	6,0	17,1	-0,4	2,0	17,3	0,1
Fixateur externe	-15,0	11,0	4	5,0	12,5	2,5	2,5	11,5	3
Kombina- tion KD/Fixa- teur externe	5,2	15,0	0	4,7	18,7	-0,2	3,2	12,0	0

Tab. 17: Veränderung der Gelenkwinkel im Verlauf bei jeweiligem Osteosyntheseverfahren

Eine posttraumatische Arthrose des radiokarpalen Gelenkes wurde bei 20 Patienten diagnostiziert, wobei es sich einmal um eine Patientin mit beidseitiger C3- Fraktur handelte (Tab. 18 ). Die Gradeinteilung erfolgte nach den Kriterien von Knirk und Mitarb.(1986), keine Arthrose bedeutet Grad 0.

Gradeinteilung nach Knirk	Grad	Anzahl	Frakturtyp	Versorgung	DASH
Leichte Verschmälerung des Gelenkspaltes	1	8	A2	Palm. Platte	3
			A3	Dors. Platte	5
			A3	Dors. Platte	11
			C1	KD	5
			C2	Dors. Platte	14
			C3	Doppelplatte	3
			C3	Palm. Platte	14
			C3	Doppelplatte	17
Deutliche Verschmälerung des Gelenkspaltes, Osteophyten	2	6	A3	Doppelplatte	5
			C1	KD	32
			C3	Dors. Platte	26
			C3	KD	50
			C3	Dors. Platte	50
			C3	Doppelplatte	50
Verschwinden des Gelenkspaltes, Osteophyten, Bildung von Pseudozysten	3	7	A3	Dors. Platte	80
			C2	Palm. Platte	57
			C3	KD/Fix.externe	42
			C3	Dors. Platte	75
			C3	Fix.externe	80
			C3	Dors. Platte	85
			C3	Dors. Platte	85

Tab.:18: Fälle der posttraumatischen Arthrose in Bezug auf Frakturtyp, Versorgung und DASH



## 6. DISKUSSION

Die instabilen Radiusextensionsfrakturen, nach der AO-Klassifikation Typ A3 sowie Typ C1-C3, stellen trotz bereits deutlichem Wandel der therapeutischen Strategien nach wie vor eine Herausforderung dar. Das Erreichen von bis zu 50 % guten und sehr guten Ergebnissen durch alleinige konservative Behandlung bei einfacher oder mehrfacher Gelenkbeteiligung ist nicht ausreichend (Kwasny 1991, Oestern 1999).

Bei deutlichem Trend zur Operation sollten dennoch die unterschiedlichen Indikationen für das jeweilige Verfahren beachtet werden.

Auch an dem in dieser Arbeit betrachteten Patientengut lässt sich die Umbruchphase der therapeutischen Strategien nachweisen. Ausdruck hierfür ist die Vielzahl der verwendeten Verfahren. Konservativ verblieben wir nur in drei Fällen, nach der AO-Klassifikation A2-Frakturen. Zur Nachuntersuchung erschien einer dieser Patienten, ein zum Unfallzeitpunkt neunjähriges Mädchen, bei dem die Fraktur ohne negative Folgen ausheilte.

Bei deutlichem Trend zur Operation ergeben sich dabei unterschiedliche Indikationen für das jeweilige Verfahren. Die KD-Osteosynthese findet tendentiell nur noch bei extraartikulären Extensionsfrakturen oder als zusätzlich stabilisierendes Verfahren Anwendung (Oestern 1999, Thielke 2001). Thielke und Mitarb. (2001) berichteten von einem guten und sehr guten Ergebnis in über 85% aller Typ A- und C- Frakturen, wobei dies besonders für die dislozierten extraartikulären Frakturen galt und bei intraartikulären, insbesondere mehrfragmentären C2- und C3- Frakturen Zurückhaltung empfohlen wurde. Auch unsere Ergebnisse widerspiegeln die Berechtigung der minimal-invasiven Osteosynthese als einfaches und kostengünstiges Verfahren, jedoch beschränkt auf die Versorgung von A2-Frakturen.

Die Osteosynthese mittels Fixateur externe erlaubt einen guten Längenausgleich, durch alleinige Ligamentotaxis sind eingestauchte Fragmente mit Stufenbildung der Gelenkfläche aber nur unzureichend reponierbar (Kapoor 2000, Klein 2000, Kuner 2002). Bei längerfristiger Ruhigstellung ist zudem die Gefahr des Pin-Trakt-Infektes gegeben. Langzeitergebnisse wurden mit bis zu 75 % guten und sehr guten Resultaten aufgezeigt (Steffen 1994, Joosten 1999), wobei allerdings in über der Hälfte der Fälle zusätzliche Maßnahmen erfolgten, die auf die Stabilisierung der dorsalen Abstützung zielten. In unserem Patientengut fanden sich zur Nachuntersuchung 2 Patienten mit C3- Frakturen, die isoliert mit einem Fixateur externe versorgt worden waren.

Das Ergebniss war völlig entgegengesetzt, mit einem DASH von 3 und 80. In ersterem Fall konnte das Repositionsergebnis bis zur Konsolidierung gehalten werden, im zweiten Fall wurde der Verfahrenswechsel verpasst. Eine Kombination aus Fixateur externe und KD-Osteosynthese, zwecks zusätzlicher dorsaler Stabilisierung und dadurch auch Vermeidung einer Überdistraktion, zeigte in unseren Nachuntersuchungen allerdings leider nicht das erhoffte Ergebnis.

Auch die verschiedenen plattenosteosynthetischen Versorgungen sind im einzelnen nicht unproblematisch. Der dorsale Zugang, der bei der häufigeren Extensionsfraktur gewählt wurde, bedingte oft durch die entstandenen Verwachsungen eine Bewegungseinschränkung im Handgelenk, welche bei der Entfernung des Implantates behoben werden sollte (Basten 1999, Finsen 2000). In unserem Patientengut ließ sich das bestätigen, zudem waren Strecksehnenentolysen als auch Arthrolysen des Handgelenkes erforderlich. Der operationstechnisch schwierige Aspekt beim dorsalen Zugang ist zudem die Orientierung in der dorsalen Trümmerzone hinsichtlich der Reposition, insbesondere für den Längenausgleich und die Rotation. Trotz überwiegend zusätzlicher Augmentation von Beckenkammspongiosa ließen sich dennoch die Hälfte der dorsal verplatteten Frakturen nicht stabil zur Ausheilung bringen. Mit der palmaren Plattenosteosynthese über den komplikationsärmeren palmaren Zugang waren bislang frische komplexe Radiusfrakturen mit dorsaler Trümmerzone nicht immer sicher zu versorgen, da die bikortikale Verankerung fehlte (Oestern 1999). Unsere palmar angegangenen Frakturen waren in der Mehrzahl Flexionsfrakturen.

Um ausreichendere Stabilität zu erzielen wurden Doppelplattenosteosynthesen durchgeführt, die aber häufig eine schlechte Beweglichkeit im Handgelenk nach sich zogen (Beyermann 2000). Von unseren acht nachuntersuchbaren Patienten mit Doppelplattenosteosynthesen zeigten sechs ein sehr gutes Ergebnis mit vergleichsweise guter Beweglichkeit und Kraft, kennzeichnend hierfür stand ein durchschnittlicher DASH-Wert von 6. Nur bei einer Patientin davon war das Metall nicht entfernt worden. Bei einem Patienten, bei dem das Repositionsergebnis trotz der Verplattung von dorsal und palmar sowie Augmentation mit Beckenkammspongiosa nicht erhalten werden konnte, zeigte sich auch nach der Metallentfernung eine eingeschränkte Beweglichkeit, insbesondere der Supination bei einem Ulnavorschub von 3mm. Ein zweiter Patient, ebenfalls nach Metallentfernung, hatte vorrangig die Bewegungseinschränkung in der dorsopalmaren Ebene, zudem aber auch schon eine Radiokarpalarthrose Stufe 2 nach Knirk (1986) entwickelt.

Die auf der Basis winkelstabiler Systeme neu entwickelten Osteosyntheseverfahren zeigen einen weiteren Fortschritt an, wofür verschiedene Faktoren sprechen. Ein palmarer Zugang ermöglicht eine klare Orientierung an der in der Regel nur einfach frakturierten palmaren Kortikalis und somit die Basis für eine exakte Reposition. Das winkelstabile Implantat verspricht eine dauerhafte Retention ohne zusätzliche Spongiosaplastik. Durch die erreichte Übungsstabilität können auch komplexe Frakturen aus der C-Klasse rasch einer frühfunktionellen Nachbehandlung zugeführt werden. Das Ziel jeder Behandlung sollte bei indikationsgerechtem Einsatz der Therapieoptionen ein zufriedener Patient sein mit einer guten Funktion, die sich mit den Parametern Beweglichkeit, Kraft, Schmerz und Ästhetik auch messen lässt.

In unserer Klinik wird derzeit die palmare Plattenosteosynthese mit winkelstabilen Implantaten favorisiert.

## 7. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Untersuchung war, die Resultate nach offener Reposition und interner Fixation unter besonderer Berücksichtigung der Plattenosteosynthese bei distalen Radiusfrakturen anhand einer großen, an einer einzelnen Klinik behandelten Patientengruppe retrospektiv zu dokumentieren und das angewandte Therapiekonzept durch Vergleich der Behandlungsindikation mit dem erreichten Ergebnis zu überprüfen.

Im Zeitraum vom 01. Januar 1999 bis 31. Dezember 2000 wurden 108 Patienten mit distaler Radiusfraktur operativ versorgt, wobei überwiegend die Plattenosteosynthese zur Anwendung kam. Nach einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 21 Monaten konnten 83 Patienten nachuntersucht werden. Von diesen Patienten waren 58 operativ mit einer Plattenosteosynthese versorgt worden.

Das mittlere Alter der plattenosteosynthetisch versorgten Patienten betrug 49,2 Jahre. Eingeteilt nach der AO-Klassifikation fanden sich bei diesen Patienten 6 A2 - , 8 A3 - , 1 B3 - , 3 C1 - , 2 C2 - und 38 C3 - Frakturen. Bei der Nachuntersuchung zeigten sich in dieser Patientengruppe durchschnittlich eine Palmarinklination von 5°, eine Ulnarinklination von 17,2° sowie eine Ulnarvarianz von 0,7 mm. Der Bewegungsumfang der Handgelenke ließ sich im Mittel mit 53,7° Extension , 47,8° Flexion , 31,8° Ulnarduktion, 17,9° Radialduktion, 84,3° Supination und 89,8° Pronation ermitteln. Die durchschnittlich mit 29,1 kg erzielte grobe Handkraft entsprach somit 83,1 % der kontralateralen Seite.

Der DASH-Wert lag im Durchschnitt bei 18, womit bei einer Spanne zwischen 0 (ohne Einschränkung) und 100 (maximale Einschränkung) eine gute Funktion der oberen Extremität im Alltag widergespiegelt wurde.

Bei der funktionellen Bewertung mit dem modifizierten traditionellen Handgelenkbewertungsschema ergaben sich bei den mit Plattenosteosynthese versorgten Patienten 71,6 % sehr gute, 7,5 % gute, 13,2 % befriedigende und 5,6 % schlechte Ergebnisse. Dies deckt sich bei der vergleichenden Beurteilung nach den von Gartland und Werley aufgestellten Kriterien, wonach bei 64,1 % der Patienten ein sehr gutes, bei 16,9 % ein gutes, bei 18,8 % ein befriedigendes und bei 3,7 % ein schlechtes Langzeitergebnis festzustellen war.

Eine dauerhafte Retention der intraoperativ erzielten anatomiegerechten Gelenkstellung ließ sich bei 52,8% der verplatteten Frakturen nachweisen, Redislokationen fanden sich überwiegend in der dorsopalmaren Ebene. Die Augmentation von Beckenkammspongiosa hatte keinen entscheidenden Einfluß auf die Redislokationsrate. Die Komplikationsrate war sehr gering.

Die anatomiegerechte Wiederherstellung des Handgelenkes ist für das funktionelle Ergebnis von entscheidender Bedeutung. Zwar finden sich auch vereinzelt Patienten mit fehlverheilten Frakturen, die ein gutes klinisches Ergebnis aufweisen. Individuell ist aber nicht vorhersehbar, ob der jeweilige Patient eine Fehlstellung toleriert, weshalb eine anatomiegerechte Reposition und Retention der Fraktur angestrebt werden sollte.

Hierbei ist die Plattenosteosynthese als ein sehr wertvolles Therapieverfahren anzusehen, da sie dies am ehesten realisieren kann. Voraussetzung ist die richtige Einschätzung, insbesondere auch der intraartikulären Frakturen. Knirk und Jupiter (1986) definierten eine Gelenkstufe von 2 mm oder mehr als Präarthrose. Zunehmend erfolgt in unserer Klinik daher präoperativ eine computertomographische Diagnostik.

Mit winkelstabilen Platten-Systemen mit den Vorteilen des palmaren Zugangs ist eine exaktere Reposition und Retention bei besserer Weichteildeckung auch bei intraartikulären Extensionsfrakturen möglich. Aufgrund einer stabilen subchondralen Abstützung ist eine noch sichere Retention nach dem Fixateur-interne-Prinzip ohne die Notwendigkeit einer abstützenden Spongiosa-Plastik erreichbar.

## 8. ANHANG

8.1. Untersuchungsbogen Handgelenk

8.2. DASH-Bogen

8.1 Untersuchungsbogen Handgelenk

# KLINIK FÜR HANDCHIRURGIE BAD NEUSTADT



CHEFARZT PROF. DR. MED. ULRICH LANZ

KLINIK FÜR HANDCHIRURGIE Postadresse: 97615 Bad Neustadt a. d. Saale

TRÄGER: HERZ- UND GEFÄSS-KLINIK GMBH

Salzburger Leite 1  
 97616 Bad Neustadt a. d. Saale  
 Tel: 09771/66-2888  
 Fax: 09771/65-9201  
 E-Mail: [ad@handchirurgie.de](mailto:ad@handchirurgie.de)  
 Internet: <http://www.handchirurgie.de>

## Handgelenksbogen

Für Verletzungen des Handgelenks und Folgeschäden  
 Frakturen, Fehlstellungen, Bandrupturen, Instabilitäten, TFCC-Läsionen, DRUG-Läsionen, Lunatumnekrose

<b>Patient:</b> _____	geb.: _____	<input type="radio"/> männlich	<input type="radio"/> weiblich
<b>Untersuchungsdatum:</b> _____	Unfalldatum: _____	<input type="radio"/> Arbeitsunfall	<input type="radio"/> privater Unfall
Beruf (prä-op.): _____	Beruf (post-op.): _____		

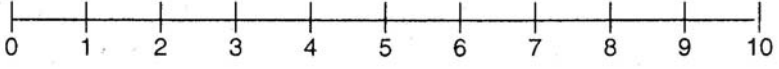
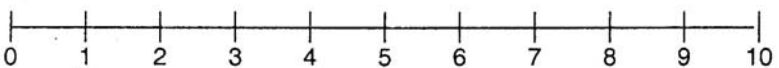
<b>Operationen:</b>	
Voroperationen:	
aktuelle OP: _____	OP-Datum: _____

<b>DIAGNOSE</b>	Unfalldiagnose:
präoperativ: _____	aktuell: _____

Schmerzsymptomatik- Schwellung		Tests zur Stabilität
radiokarpal:	mediokarpal:	Watson-Test:
ulnokarpal (TFCC):	Rec. praestyl.:	Ballotement-Test:
Tabatière:	STT:	Schubladentest (palmar/dorsal):
distal radioulnar:	Sonstige:	Stabil. Dist. Radioulnargelenk:
Entnahmestelle am Radius:	Entnahmestelle am Beckenkamm:	

Beweglichkeit/ Kraft		
	Rechts	Links
Händigkeit		
Bewegungsumfänge	-----	-----
Extension/ Flexion		
Ulnar-/ Radialduktion		
Pronation/ Supination		
Griffkraft- Ballon-Vigorimeter (kPa)/ Größe (Standard 5):		
Griffkraft- Jamar-Dynamometer (kg)/ Stufe (Standard 3):		

Abbildung 34: Untersuchungsbogen Handgelenk Teil 1

Schmerz- Visuelle Analogskala	
A- bei Belastung	B- in Ruhe
	schmerzfrei <span style="float: right;">unerträglich</span>
präoperativ	A / B 
postoperativ	A / B 

Schmerz- Verbale Analogskala			
1= schmerzfrei, 2= ausschl. Bel.schmerz, 3= noch erträglich(Ruhe und Bel.schmerz), 4= stark, unerträgl. Schmerz			
präoperativ		postoperativ	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	

Gebrauchsfähigkeit	
starke Einschränkung bereits im Alltag:	
erhebliche Einschränkungen:	
eingeschränkt nur bei speziellen Tätigkeiten:	
normal, keine Einschränkung:	

Zufriedenheit mit der Operation	
Ich würde die Operation nochmals durchführen lassen.	<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein
Begründung:	
DASH liegt vor:	<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein

Weitere durchgeführte Diagnostik	
CT:	Arthrographie:
MRT:	Arthroskopie:
Szintigraphie:	

Rauchen:	Alkoholkonsum:
----------	----------------

Abbildung 35: Untersuchungsbogen Handgelenk Teil 2



### 8.3. DASH- Fragebogen

**DASH-FRAGEBOGEN**

Name :

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, indem Sie einfach die entsprechende Zahl einkreisen.

Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder Hand Sie Ihre Tätigkeiten / Aktivitäten ausüben. Antworten Sie einfach entsprechend Ihrer Fähigkeiten, egal wie Sie die Aufgaben meistern konnten.

**TEIL A:**

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeiten ein, folgende Tätigkeiten / Aktivitäten in der letzten Woche auszuführen, indem Sie die entsprechende Zahl einkreisen.

	keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merkliche Schwierigkeiten	erhebliche Schwierigkeiten	nicht möglich
	1	2	3	4	5
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

Abbildung 36: Fragebogen Teil A Blatt 1

	keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merkliche Schwierigkeiten	erhebliche Schwierigkeiten	nicht möglich
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 öffentl. 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 Kontakt zu Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Wochen beeinflusst?					
überhaupt nicht	kaum	merklich	deutlich	extrem	
1	2	3	4	5	
23. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen täglichen Aktivitäten eingeschränkt?					
überhaupt nicht	kaum eingeschränkt	merklich eingeschränkt	deutlich eingeschränkt	extrem eingeschränkt	
1	2	3	4	5	

Abbildung 37: Fragebogen Teil A Blatt 2

**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 1 Schulter, Arm, Hand	2	3	4	5	
25. Schmerzen in 1 Schulter, Arm, Hand nachdem Sie eine bestimmte Tätigkeit ausgeführt haben	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	Soviel 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 bin weniger nützlich.

keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merkliche Schwierigkeiten	erhebliche Schwierigkeiten	Soviel Schwierigkeiten, daß ich nicht schlafen konnte
1	2	3	4	5

Allgemeine Einschätzung der Gebrauchsfähigkeit ( bitte ankreuzen )

<b>Gebrauchsfähigkeit</b>	
starke Einschränkungen bereits im Alltag:	<input type="checkbox"/>
erhebliche Einschränkungen:	<input type="checkbox"/>
eingeschränkt nur bei speziellen Tätigkeiten:	<input type="checkbox"/>
normal, keine Einschränkung:	<input type="checkbox"/>

Abbildung 38: Fragebogen Teil B

### 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 hat.

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausführen, 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 vergangenen Woche am besten beschreibt.

Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merkliche Schwierigkeiten	erheblich Schwierigkeiten aber machbar	nicht möglich
1. In der üblichen Art u. 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

Abbildung 39: Fragebogen Teil C

## 9. LITERATUR

1. Aro HT, Koivunen T, (1991) Minor axial shortening of the radius affects outcome of Colle´s fracture treatment. J Hand Surg 16: 392-398
2. Barton JR (1838) Views and treatment of an important injury of the wrist. Medical Examiner 1: 365-368
3. Basten K, Hansen M, Rommens PM (1999) Die operative Behandlung der distalen Radiusfraktur durch T-Plattenosteosynthese. Akt Traumatol 29: 137-143
4. Beck E (1979) Handgelenksnahe Speichenbrüche – die konservative Therapie. Unfallheilkunde 82: 7-14
5. Beyermann K, Prommersberger KJ (2000) Die gleichzeitige Versorgung mehrfragmentärer distaler Radiusfrakturen von einem palmaren und dorsalen Zugang. Handchir Mikrochir Plast Chir 32: 404-410
6. Böhler L (1951) Behandlung der Brüche am peripheren Ende der Speiche. In: Böhler L (1953) (Hrsg) Die Technik der Knochenbruchbehandlung. 12. und 13. Aufl .Maudrich, Wien: 837-859
7. Buchinger W (1980) Behandlungs- und Nachuntersuchungsergebnisse von konservativ behandelten, stark verschobenen Brüchen der Speiche an typischer Stelle. Hefte zur Unfallheilkunde 148: 59-61
8. Campbell DA (2000) Open reduction and internal fixation of intra articular and unstable fractures of the distal radius using the AO distal radius plate. J Hand Surg Br 6: 528-534
9. Carter PR, Frederick HA, Laseter GF (1998) Open reduction and internal fixation of unstable distal radius fractures with a low-profile plate: a multicenter study of 73 fractures. J Hand Surg Am 23: 300-307

10. Cole RJ, Bindra RR, Evanoff BA und Mitarbeiter (1997) Radiographic evaluation of osseous displacement following intraarticular fractures of the distal radius: reliability of plain radiography versus computed tomography. *J Hand Surg* 22: 792-800
11. Colles A (1814) On the fracture of the carpal extremity of the radius. *Edinburgh Med Surg J* 10: 182-186
12. Cooney WP, Dobyns JH, Linscheid RL (1980) Complications of Colles' fractures. *J Bone Joint Surg [Am]* 62: 613-619
13. Dahlen HC, Franck WM, Sabauri G, Amlang M, Zwipp H (2004) Fehlklassifikation extraartikulärer distaler Radiusfrakturen in konventionellen Röntgenaufnahmen. *Unfallchirurg* 107: 491- 498
14. Engkvist O, Lundborg G (1979) Rupture of the extensor pollicis longus tendon after fracture of the lower end of the radius – a clinical and microangiographic study. *Hand* 11: 76-86
15. Felderhoff J, Wiemer P, Dronsella J, Weber U (1999) Operative Versorgung der distalen, instabilen Radiusfraktur mit der dorsalen/palmaren Abstützplatte. *Orthopäde* 28: 853-863
16. Fernandez DL (2000) Should anatomic reduction be pursued in distal radial fractures? *J Hand Surg Br* 6: 523-527
17. Fernandez DL, Flury MC (1994) History, evolution and biomechanics of external fixation of the wrist joint. *Injury* 25 [Suppl 4]: 2-13
18. Freeland E, Geissler WB (2000) The arthroscopic management of intraarticular distal radius fractures. *Hand Surgery* 5: 93-102
19. Freilinger G, Zacherl H (1970) Zur Ruptur der langen Daumenstrecksehne nach Radiusfraktur. *Handchirurgie* 2: 76-79

20. Fritz T, Klavora R, Kriegelstein C, Mattern R, Kallieris D, Friedl W (1997) Perspektive der Kirschnerdraht-Osteosynthese bei der dorsal instabilen, distalen Radiusfraktur (Colles-Typ). *Chirurg* 68: 1137-1145
21. Frykman GK (1967) Fracture of the distal radius including sequelae – Shoulder hand finger syndrome. Disturbance in the distal radioulnar joint and impairment of nerve function. A clinical and experimental study. *Acta Orthop Scand [Suppl]* 108: 1-155
22. Frykman GK, Peckham RH, Willard K und Mitarbeiter (1993) External fixators for treatment of unstable wrist fractures: a biomechanical, design feature and cost comparison. *Hand Clin* 9: 555-565
23. Gartland JJ, Werley CW (1951) Evaluation of healed Colles' fractures. *J Bone Joint Surg* 33A: 895-907
24. Geissler WB (1995) Arthroscopically assisted reduction of intra-articular fractures of the distal radius. *Hand Clin* 11: 19-29
25. 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
26. Green DP (1993) Carpal dislocations and instabilities. In: Green DP, Hotchkiss RN (eds) *Operative hand surgery*. Churchill Livingstone, New York Edinburgh London
27. Green DP, O'Brien ET (1980) Classification and management of carpal dislocations. *Clin Orthop* 149: 55-72
28. Henry MH, Griggs SM, Levaro F, Clifton J, Masson MV (2001) Volar approach to dorsal displaced fractures of the distal radius. *Tech Hand Upper Extremity* 1: 31-41
29. Hirasawa Y, Katsum Y, Akiyoshi T, Tamai K, Tokioka T (1990) Clinical and microradiographic studies on rupture of the E.P.L. tendon after distal radial fractures. *J Hand Surg Br* 15: 51-57

30. Hochwald NL, Levine R, Tornetta III P (1997) The risks of kirchner wire placement in the distal radius: a comparison of techniques. *J Hand Surg* 4: 580-583
31. Hove LM (1994) Delayed rupture of the thumb extensor tendon. A 5 year study of 18 consecutive cases. *Acta Orthop Scand* 65: 434-438
32. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C (1996) Development of an upper extremity outcome measure: The DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand). *Am J Ind Med* 29: 602–608
33. Jakob M, Mielke S, Keller H, Metzger U (1999) Therapieergebnisse nach primär konservativer Versorgung distaler Radiusfrakturen bei Patienten im Alter von über 65 Jahren. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 4: 241–245
34. Jakob M, Rikli A, Regazzoni P (2000) Fractures of the distal radius treated by internal fixation and early function. A prospective study of 73 consecutive patients. *J Bone Joint Surg [Br]* 82: 340-344
35. Jenkins NH (1989) The unstable Colles' fracture. *J Hand Surg Br* 14: 149-154
36. Joosten U, Joist A, Frebel T, Rieger H (1999) Die Behandlung instabiler distaler Radiusfrakturen mit einem transartikulären Fixateur externe: Ergebnisse einer Langzeitbeobachtung. *Chirurg* 70: 1315-1322
37. Jupiter JB (1991) Fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg A* 73: 461-469
38. Jupiter JB (1997) Complex articular fractures of the distal radius: classification and management. *J Am Acad Orthop Surg* 3: 119-129
39. Kalb K (1999) Behandlungsergebnisse nach operativer Handgelenkversteifung *Handchir Mikrochir Plast Chir* 31: 253-259



40. Kamano M, Honda Y, Kazuki K, Yasuda M (2002) Palmar plating for dorsally displaced fractures of the distal radius. *Clin Orthop* 397: 403-408
41. Kapandji A (1987) Internal fixation by double intrafocal pinning: functional treatment of non-articular fractures of the lower end of the radius. *Ann Chir Main* 6: 57-63
42. Kapoor H, Agarwal A, Dhanon BK (2000) Displaced intraarticular fractures of distal radius: a comparative evaluation of results following closed reduction, external fixation and open reduction with internal fixation. *Injury* 31: 75-79
43. Kelsey JL, Browner WS, Seeley DG, Nevitt MC, Cummings SR (1992) Risk factors for fractures of the distal forearm and proximal humerus. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Am J Epidemiol* 135: 477-489
44. Klein W, Dee W, Rieger H, Neumann HS, Joosten U (2000) Results of transarticular fixator application in distal radius fractures. *Injury* 31: 71-77
45. Knirk JL, Jupiter JB (1986) Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg [Am]* 68: 647-649
46. Kongsholm J, Olerud C (1986) Carpal tunnel pressure in the acute phase after Colles' fracture. *Arch Orthop Trauma Surg* 105: 183-186
47. Krimmer H, Pessenlehner C, Habelbacher K, Meier M, Roth F, Meier R (2004) Palmare winkelstabile Plattenosteosynthese der instabilen distalen Radiusfraktur. *Unfallchirurg* 107: 460-467
48. Kuner EH, Mellios K, Berwarth H (2002) Behandlung der komplizierten distalen Radiusfraktur mit dem Fixateur externe. *Unfallchirurg* 105: 199-207
49. Kwasny O, Barisani GR, Schabus R, Hertz H (1991) Ergebnisse und Analyse von Misserfolgen der konservativen Therapie bei distaler Radiusfraktur. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 23: 240-244

50. Lanz U (1988) Der Ulnavorschub nach distalen Radiusfrakturen. In: Buck-Gramcko D, Nigst H(Hrsg) Handgelenkverletzungen. Hippokrates, Stuttgart : 126-134
51. Lanz U (1998) Kommentar zur Arbeit von F. Nienstedt: Die distale, intraartikuläre Radiusfraktur mit palmarer Fragmentdislokation. Operat Orthop Traumatol 10:279
52. Lenoble E, Dumontier C, Goutallier D, Pohl A (1995) Fracture of the distal Radius. A prospective comparison between trans-styloid and Kapandji fixations. J Bone Joint Surg [Br] 77: 562-567
53. Lindemann-Sperfeld L, Pilz F, Marintschev I, Otto W (2003) Der distale Speichenbruch. Minimalinvasive Kirschnerdrahtosteosynthese. Indikation und Ergebnisse. Chirurg 74: 1000-1008
54. Linscheid RL, Dobyns JH (1993) Karpale Instabilitäten. Orthopäde 22: 72-78
55. Linscheid RL, Dobyns JH, Bekkenbaugh RD, Cooney WP, Wood MB (1983) Instability patterns of the wrist. J Hand Surg 8: 682-686
56. Mann FA, Wilson AJ, Gilula LA (1992) Radiographic evaluation of the wrist: what does the hand surgeon want to know? Radiology 184(1): 15-24
57. Mann FA, Kang SW, Gilula LA (1992) Normal palmar tilt: is dorsal tilting really normal? J Hand Surg Br 17(3): 315-7
58. Martini AK (1999) Bewertungsschemata zur Beurteilung des Handgelenkes. Handchir Mikrochir Plast Chir 31: 153-154
59. Mayfield JK (1990) Mechanism of carpal injuries. Clin Orthop 149: 45-54
60. Mc Queen MM, Mac Laren A, Chalmers J (1986) The value of remanipulating Colles'fractures. J Bone Joint Surg [Br] 68: 232-233

61. Mc Murtry RY, Jupiter JB (1992) Fractures of the distal radius. In: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG (eds) Skeletal trauma. Saunders, Philadelphia, pp 1063-1094
62. Melone CP (1984) Articular fractures of the distal radius. Orthop Clin North Am 15: 217-236
63. Mentzel M, Hoss H, Ebinger T, Kinzl L, Wachter NJ (2001) Problematik der in Fehlstellung ausgeheilten distalen Radiusfraktur. Unfallchirurg 104: 210-214
64. Missakian ML, Cooney WP III, Amadio PC, Glidewell HL (1992) Open reduction and internal fixation for distal radius fractures. J Hand Surg Am 17: 745-755
65. Mudgal CS, Jones WA (1990) Scapholunate diastasis: a component of fractures of the distal radius. J Hand Surg Br 15: 503-505
66. Müller ME, Nazarian S, Koll P (1987) AO-Klassifikation der Frakturen. Springer, Berlin Heidelberg New York
67. Naidu SH, Capo JT, Moulton M, Ciccone II W, Radin A (1997) Percutaneous pinning of distal radius fractures: a biomechanical study. J Hand Surg 2: 252-257
68. Nienstedt F (1998) Die distale, intraartikuläre Radiusfraktur mit palmarer Fragmentdislokation. Operat Orthop Traumatol 10: 265-278
69. Oestern HJ (1988) Distale Radiusfrakturen. Orthopäde 17: 52-63
70. Oestern HJ (1999) Distale Radiusfrakturen. Teil I. Grundlagen und konservative Therapie. Chirurg 70: 1180-1192
71. Oestern HJ (1999) Distale Radiusfrakturen. Teil II. Operative Therapien. Chirurg 70: 1381-1394

72. Oestern HJ (2003) Aktueller Stand der Behandlung von Radiusfrakturen. Trauma Berufskrankh 5 (Suppl 1): 522-525
73. Oestern HJ, Hüls E (1994) Die differenzierte Behandlung distaler Radiusfrakturen. Zentralbl Chir 119: 521-532
74. Oestern HJ, Laqué K (1990) Korrekturosteotomie fehlverheilter distaler Radiusfrakturen. Orthopäde 19: 343-349
75. Older TM, Stabler EV, Cassebaum WH (1965) Evaluation of selection of therapy. J Trauma 5: 469-476
76. Orbay JL, Fernandez DL (2002) Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. J Hand Surg Am 27: 205-215
77. Orbay JL, Fernandez DL (2004) Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient. J Hand Surg Am 1: 96-102
78. Pabst T, Uzdil T, Winker KH (2003) Die palmare Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur – Indikation und Technik. OP-Journal 19: 42-50
79. Pachucki A, Kuderna H (1988) Entstehung und Formen der posttraumatischen karpalen Instabilität. Unfallchirurgie 14: 161-167
80. Palmer AK, Werner FW (1984) Biomechanics of the distal radioulnar joint. Clin Orthop 187: 2635
81. Pechlaner S (1998) Alternative Operationsmethode bei in Fehlstellung verheilte distaler Radiusfraktur: Verfahren nach Kapandji-Sauve. Handchir Mikrochir Plast Chir 6: 379-381
82. Pennig D, Gausepohl T (1996) External fixation of the wrist. Injury 27: 1-15
83. Peterson T, Dressing K, Schmidt G (1993) Druckmessung im Karpalkanal bei distaler Radiusfraktur. Unfallchirurg 96: 217-223

84. Petravic B, Balk R, Fraensen M, Hagemann M, und Mitarbeiter (1998) Indikation zur Behandlung der distalen Radiusfrakturen bei Erwachsenen und Beurteilung des primären Behandlungsergebnisses. *Trauma Berufskrankh* 1: 33-39
85. Pfeiffer KM, Lauber P (1984) Was leistet die stabile Osteosynthese am distalen Radius? *Handchirurgie* 16: 80-82
86. Poigenfürst J, Tuchmann A (1978) Bedeutung der ulnaren Bandverletzungen beim Speichenbruch an typischer Stelle. *Handchirurgie* 220: 121-124
87. Pouteau C (1783) *Oeuvres posthumes* (1783) zitiert nach Castaing J (1964) I Fractures recentes de L'extrémité inférieure du radius chez l'adulte. *Rev Chir Orthop* 50 (1964) 581-696
88. Prommersberger KJ, Lanz U (1998) Die Korrekturosteotomie der fehlverheilten distalen Radiusfraktur vom Extensionstyp *Operat Orthop Traumatol* 10: 77-89
89. Prommersberger KJ, Moossavi S, Lanz U (1999) Ergebnisse der Korrekturosteotomie fehlverheilten Extensionsfrakturen der Speiche an typischer Stelle. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 4: 234-240
90. Prommersberger KJ, van Schoonhoven J, Lanz U (2002) Outcome after corrective osteotomy for malunited fractures of the distal end of the radius. *J Hand Surg Br* 1: 55-60
91. Prommersberger KJ, Fröhner SC, Schmitt RR, Lanz U (2004) Rotational deformity in malunited fractures of the distal radius *J Hand Surg* 29A (2004) 110-5
92. Prommersberger KJ, Fernandez DL (2004) Nonunion of Distal Radius Fractures. *Clin Orthop* 419: 1-6
93. Prommersberger KJ, Fernandez DL, Ring JBJ, Lanz U (2002) Open reduction and internal fixation of un-united fractures of the distal radius: Does the size of the distal fragment affect the result? *Chir Main* 21: 113-123

94. Prommersberger KJ, v. Schoonhoven J, Lanz U (2002) Outcome after corrective osteotomy for malunited fractures of the distal end of the radius. *J Hand Surg* 27B: 55-60
95. Rayhack JM (1993) The history and evolution of percutaneous pinning of displaced distal radius fractures. *Orthop Clin North Am* 24: 287-300
96. Reill P, Kruff S (1993) Diagnostik und Behandlung der Begleitverletzungen und Folgeschäden bei distalen Radiusfrakturen. *Chirurg* 64: 899-906
97. Rieger H, Winckler St, Klein W, Brug E (1997) Die Ruptur der Sehne des M. extensor pollicis longus als Komplikation der distalen Radiusfraktur. *Akt Traumatol* 27: 16-18
98. Rikli DA, Regazzoni P (1996) Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases. *J Bone Joint Surg [Br]* 78: 588-592
99. Ring D, Jupiter JB (1997) Dorsal fixation of the distal radius using the pi-plate. *Atlas Hand Clinics* 2: 25-44
100. Rueger JM, Linhart W, Sommerfeldt DW (1998) Differenzialindikation zur Behandlung der distalen Radiusfraktur. *Trauma Berufskrankh* 1: 6-14
101. Sakhaii M, Groenewold U, Klönz A, Reilmann H (2003) Ergebnisse nach palmarer Plattenosteosynthese mit der winkelstabilen T-Platte bei 100 distalen Radiusfrakturen. Eine prospektive Studie. *Unfallchirurg* 106: 272-280
102. Sarmiento A, Zagorski JM, Sinclair WF (1980) Functional bracing of Colles' fracture. A prospective study of immobilization in supination vs. pronation. *Clin Orthop Rel Res* 146: 175-183
103. Seiler H, Omlor G, Betz A (1981) Zur operativen Therapie bei der frischen distalen Radiusfraktur. *Unfallheilkunde* 84: 139-149

104. Siebert HR (1997) Distale Radiusfrakturen an typischer Stelle. Behandlungsverfahren. AktTraumatol 27: 7-15
105. Schädel-Höpfner M, Böhringer G, Lemke T, Gotzen L (1998) Zur Häufigkeit der skapholunären Dissoziation bei distalen Radiusfrakturen. Akt Traumatol 28: 71-73
106. Schupp A, Tuttlies C, Möhlig T, Siebert HR (2003) Der distale Speichenbruch. Winkelstabile Osteosynthese mit 2,4mm Formplatten. Ist der Aufwand gerechtfertigt? Chirurg 74: 1009-1017
107. Steffen T, Eugster T, Jakob RP (1994) Twelve years follow-up of fractures of the distal radius treated with the AO external fixator. Injury 25: 44-54
108. Stewart HD, Innes AR, Burke FD (1985) The hand complications of Colles' fractures. J Hand Surg Br 10: 103-106
109. Thielke KH, Spors-Schrödter L, Wasgner T, Soleymani H, Hillrichs B, Echtermeyer V (2003) Winkelstabile Plattenosteosynthese am distalen Radius: Lösung einer Problemfraktur? Akt Traumatol 6: 245-250
110. Thielke KH, Wagner T, Giers R, Echtermeyer V (2001) Ambulante KD-Stiftung distaler Radiusfrakturen: Outcome-Beurteilung im Vergleich verschiedener Scoring-Systeme. Akt Traumatol 31: 256-260
111. Thomas FB (1957) Reduction on Smith's fracture. J Bone Joint Surg [Br] 39: 463
112. Tscherne H, Jähne J (1990) Aktueller Stand der Therapie der distalen Radiusfraktur. Unfallchirurg 93: 157-164
113. Uzdil T, Neumann W, Bauschke A, Winker KH (2001) Die palmare winkelstabile Plattenosteosynthese bei distalen Radiusextensionsfrakturen. Akt Traumatol 31: 141-148

114. Vogt MT, Cauley JA, Tomanino MM, Stone K, Williams JR, Herndon JH (2002) Distal radius fractures in older women: a 10-year-follow-up study of descriptive characteristics and risk. *J Am Geriatr Soc* 50: 97-103

115. Weber BG (1972) Die Verletzungen des oberen Sprunggelenkes. 2.Auflage Hans Huber Bern-Stuttgart-Wien

116. Weiland AJ (1999) External fixation, not ORIF, as the treatment of choice for fractures of the distal radius. *J Orthop Trauma* 13: 570-572

117. Willenegger H, Guggenbuhl A (1959) Zur operativen Behandlung bestimmter Fälle von distalen Radiusfrakturen. *Helv Chir Acta* 26: 81-89



## LEBENS LAUF

### Persönliche Daten:

Ute Kröger

geb.: 08.02.1960

in: Riesa

### Ausbildung:

1978 Abitur , Erweiterte Oberschule „Friedrich Schiller“ Bautzen  
1978 – 1979 Vorpraktikum, Geschwulstambulanz der Charite Berlin  
1979 – 1985 Studium der Humanmedizin, Humboldt-Universität zu Berlin  
31.08.1985 Diplom  
01.09.1985 Approbation

### Beruflicher Werdegang:

01.09.1985 – 31.08.1987 Ausbildungsassistent Chirurgie  
Funktionseinheit Krankenhaus/Poliklinik  
Wittstock an der Dosse (MR Dr. med. Kleber)

01.09.1987 – 31.05.1995 Assistenzarzt in Facharztausbildung Allgemein Chirurgie  
Städtisches Klinikum Görlitz  
Allgemeinchirurgische Klinik (Chefarzt  
Dr. med. habil. Kluge)

01.06.1995 – 30.09.2001 Facharzt in Ausbildung Zusatzfach Unfallchirurgie  
Städtisches Klinikum Görlitz  
Unfallchirurgische Klinik (PD Dr. med. Bertram)

01.10.2001 – zur Zeit Facharzt in Ausbildung Zusatzfach Handchirurgie  
Rhön-Klinikum AG Bad Neustadt/Saale  
Klinik für Handchirurgie (Prof. Lanz)

28.05.1991 Facharztanerkennung Chirurgie  
03.02.1999 Schwerpunktbezeichnung Unfallchirurgie

Hospitationen:

- 15.01.1990 – 23.02.1990 Thoraxchirurgie Coswig (Bezirkskrankenhaus für Lungenkrankheiten und Tuberkulose, OMR Dr. med. Baudrexl)
- 01.03.1990 – 31.03.1990 Medizinische Akademie Dresden  
Pädiatrische Klinik (Prof. Schubert)
- 01.04.1990 – 30.04.1990 Medizinische Akademie Dresden  
Neurochirurgische Klinik (Prof. Schaps)
- 01.01.1991 – 31.3.1991 Urologische Klinik Görlitz (Chefarzt Dr. med. Fritsch)
- 01.04.2000 – 30.09.2000 BG-Klinik Bergmannstrost Halle/Saale  
Klinik für Plastische- und Handchirurgie/  
Brandverletzenzentrum (PD Dr. med. Steen)
- 01.04.2001 – 30.09.2001 Rhön-Klinikum AG Bad Neustadt  
Klinik für Handchirurgie (Prof. Lanz)

## DANKSAGUNG

Meinem Lehrer und Chef Herrn Prof. Dr. Ulrich Lanz danke ich für das interessante Thema und seine hilfreiche, freundliche und geduldige Unterstützung und Förderung.

Meinem Oberarzt Herrn PD Dr. med. Karl-Josef Prommersberger für seine fachliche Beratung und kontinuierliche Aufmunterung.

Herrn Professor Dr. med. A. Weckbach möchte ich für die Übernahme des Koreferates danken.

Dank den Patientinnen und Patienten für ihre Bereitschaft, Zeit und Kooperation.

Meinen Kollegen der Klinik für Handchirurgie, Bad Neustadt / Saale für die Hilfsbereitschaft bei der Vorbereitung und Durchführung der Untersuchungen.

Herrn U. Steffenelli, Fachinstitut für Statistik, Würzburg, möchte ich für die statistische Beratung danken.