

**Chirurgische Klinik und Poliklinik der Technischen Universität München  
Klinikum rechts der Isar  
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. J. R. Siewert)**

**Die Behandlung der akuten Scaphoidfraktur mit der Doppel-K-Draht Methode und  
Doppelgewindeschraube**

Simone Xenia Mayer

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin  
der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Zahnheilkunde  
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. (Komm.L.) Dr. B. Kinner
2. Univ.-Prof. Dr. Dr. Dr. h.c. (UMF Temeschburg) H.-H. Horch

Die Dissertation wurde am 31.05.2006 bei der Technischen Universität München  
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 19.07.2006 angenommen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung und Problemstellung der Arbeit</b>	<b>4</b>
<b>2. Einführung in die Thematik</b>	<b>5</b>
2.1 Die Anatomie des Handgelenks	5
2.1.1 Handskelett	5
2.1.2 Handgelenke	6
2.1.3 Das Os scaphoideum	7
2.1.3.1 Gefäßversorgung	7
2.1.3.2 Innervation	8
2.2 Die Fraktur des Os scaphoideum	9
2.2.1 Definition	9
2.2.2 Pathomechanismus	9
2.2.3 Frakturklassifikation	10
2.2.4 Diagnostik	11
2.2.4.1 Klinische Untersuchung	11
2.2.4.2 Bildgebende Verfahren	11
2.3 Die Problematik der Scaphoidfraktur	13
<b>3. Die Doppel-K-Draht Methode nach Werber</b>	<b>15</b>
3.1 Allgemeine Information	15
3.2 Das operative Vorgehen in Einzelschritten	16
<b>4. Methode und Patientenkollektiv</b>	<b>25</b>
4.1 Methode	25
4.2 Patientenkollektiv	29
<b>5. Eigene Ergebnisse</b>	<b>30</b>
5.1 Patientenzahl und Geschlechtsverteilung	30
5.2 Altersverteilung	30
5.3 Verteilung rechte/ linke Hand	31
5.4 Unfallursache	31
5.5 Vorbehandlung	32
5.6 Frakturtyp	32
5.7 Frakturalter	33
5.8 Nachbehandlung	33
5.9 Follow-up	33
5.10 Knöcherner Ausheilung	33
5.11 Beweglichkeit	33

5.12 Arbeitsunfähigkeit	34
5.13 Grobe Kraft	34
5.14 Komplikationen	35
5.15 DASH-Score	36
5.16 Narbe	37
<b>6. Diskussion</b>	<b>38</b>
6.1 OP-Indikation	38
6.2 Methoden	38
6.3 Das operative Vorgehen im direkten Vergleich	39
6.4 Palmarer Zugang (H. Krimmer)	40
6.5 Dorsopalmarer Zugang (J. F. Slade)	40
6.6 Dorsaler Zugang (K-D. Werber)	41
6.7 Die Vorteile des Zugangs von dorsal	41
<b>7. Zusammenfassung</b>	<b>42</b>
<b>8. Abbildungsverzeichnis</b>	<b>43</b>
<b>9. Diagrammverzeichnis</b>	<b>45</b>
<b>10. Literaturverzeichnis</b>	<b>46</b>
<b>11. Danksagung</b>	<b>49</b>
<b>12. Lebenslauf</b>	<b>50</b>

### Verzeichnis der Abkürzungen

DASH	Disability of Arm, Shoulder and Hand
mm	Millimeter
“	Inch = 25,4 mm
kPa	Kilopascal = 1000 Pa = 1000 N/m <sup>2</sup>

## 1. Einleitung und Problemstellung der Arbeit

Frakturen des Carpus betreffen zumeist das Os scaphoideum (82-89%). (5, S.776)  
Ihre Diagnostik und Behandlung ist ausschlaggebend für eine erfolgreiche Therapie. Zur Verbesserung sind in den letzten Jahren neue Behandlungskonzepte entwickelt worden.

Ob konservative oder operative Therapie wird mittlerweile weniger kontrovers diskutiert .

Lorenz Böhler, der Begründer der nicht-operativen Therapie der Scaphoidfraktur, postuliert, dass jede Fraktur durch entsprechende Ruhigstellung über einen gewissen Zeitraum zur Ausheilung führt (3). Hier knüpfen die Anhänger der operativen Methode jedoch an, da die Ruhigstellung über einen längeren Zeitraum mit erheblichen Nachteilen behaftet ist. In den Nachuntersuchungen der operativ versorgten Scaphoidfrakturen werden bessere Heilungsraten angegeben als in der konservativen Therapie.

Zudem entscheiden sich viele Patienten für eine operative Versorgung auch aus sozialen Gründen mit den entsprechenden Vorteilen, wie eine kurze Zeit der Ruhigstellung, kurze Arbeitsunfähigkeit und somit keine Funktionseinschränkung und keine Muskelatrophien.

Der wohl bedeutendste Fortschritt in der operativen Therapie war die Einführung der Herbert-Schraube, die von Timothy Herbert 1984 vorgestellt wurde. Hierbei handelt es sich um eine Schraube mit zwei endständigen Gewindeteilen unterschiedlicher Steigung, wodurch sie vollständig intraossär versenkt werden kann und eine Kompression auf den Frakturspalt ausübt. (11, S.114)

Im Klinikum rechts der Isar wurde eine neue Technik zur Anwendung der Schraubenosteosynthese in der Behandlung der akuten Scaphoidfraktur entwickelt. Werber (28) verwendet eine kanülierte Doppelgewindeschraube die mit einer neuen Technik der Freehand-Methode eingebracht wird. Diese basiert auf einem K-Draht mit Führungsfunktion der in einem dickeren kanülierten K-Draht eingebracht wird. Diese werden entsprechen den Markierungen am Handgelenk unter Bildwandlerkontrolle von dorsal in das Scaphoid gebohrt bis die richtige Position erreicht ist. Anschließend wird der kanülierte K-Draht der als Bohrer dient, den Bohrkanal bereitet und der Längenmessung dient, entfernt und lediglich der dünnere Führungsdraht weiter ins Trapezium gebohrt und ist damit stabil verankert. Über den Führungsdraht kann eine kanülierte Doppelgewindeschraube entsprechender Länge in der gewünschten Position versenkt werden.

Die zu untersuchende Hypothese ist, ob die Doppel-K-Draht Methode nach Werber einfacher und sicherer zu handhaben und damit den bisherigen Techniken überlegen ist.

## 2. Einführung in die Thematik

### 2.1 Die Anatomie des Handgelenks

#### 2.1.1 Handskelett

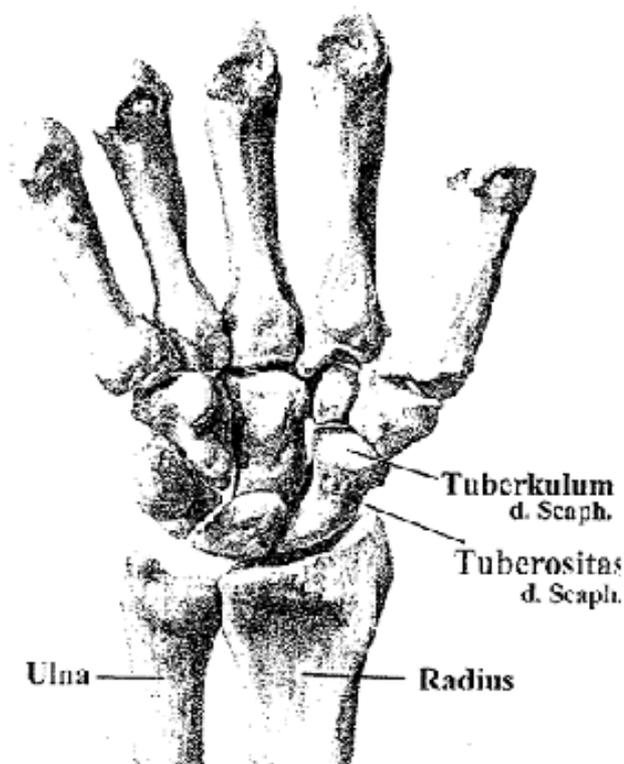
Die acht Handwurzelknochen (Ossa carpalia) sind in einer proximalen und einer distalen Reihe angeordnet.

Von radial nach ulnar betrachtet wird die proximale Reihe durch das Kahnbein (Os scaphoideum), das Mondbein (Os lunatum), das Dreiecksbein (Os triquetrum) und das Erbsenbein (Os pisiforme) gebildet.

Zur distalen Reihe zählen von radial nach ulnar gesehen, das Große Vieleckbein (Os trapezium), das Kleine Vieleckbein (Os trapezoideum), das Kopfbein (Os capitatum) und das Hakenbein (Os hamatum).

Die Handwurzelknochen bilden ein Quergewölbe, das an der Daumenseite mit dem Tuberculum ossis scaphoidei und trapezii und ulnar mit dem Hamulus ossis hamati und dem Os pisiforme endet. Die Hohlhandrinne, Sulcus carpi, wird vom Retinaculum flexorum zum Karpalkanal (Canalis carpi) geschlossen.

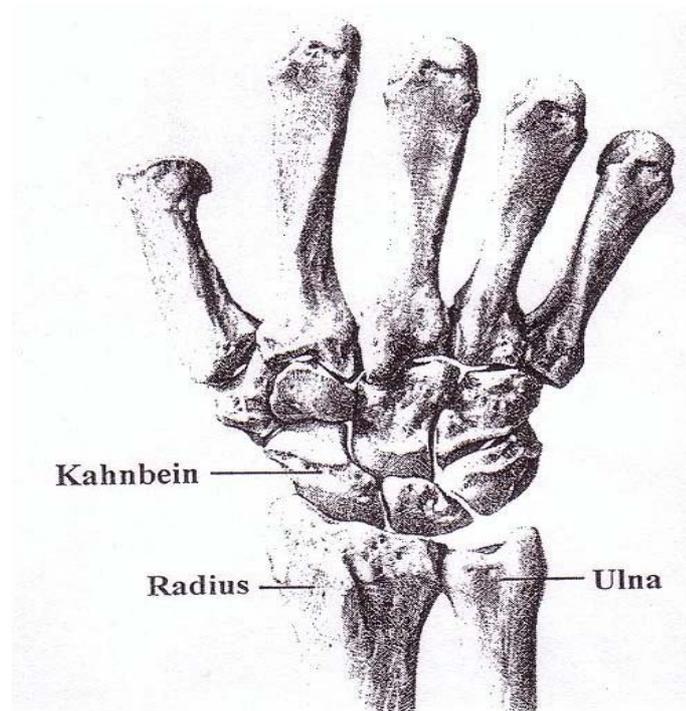
Durch sie ziehen die Sehnen der langen Beuger und der N. medianus. (2, S.57; 23, S.14)



**Abb. 1: Handwurzel- und Mittelhandknochen von palmar (20, S.46)**

*Von rechts nach links: proximale Reihe: Os scaphoideum mit Tuberkulum und Tuberositas, Os lunatum, Os triquetrum*

*Distale Reihe: Os trapezium, Os trapezoideum, Os capitatum, Os hamatum*



**Abb.2: Handwurzel- und Mittelhandknochen von dorsal (20, S.47)**

*Proximale Reihe: Os scaphoideum, Os lunatum, Os triquetrum*

*Distale Reihe: Os trapezium, Os trapezoideum, Os capitatum, Os hamatum*

### 2.1.2 Handgelenke

Man unterscheidet ein proximales und ein distales Handgelenk.

Im proximalen Handgelenk, *Articulatio radiocarpea*, artikuliert der Radius mit der proximalen Reihe der Handwurzelknochen. Die Gelenkpfanne wird vom Radius sowie von einer Bandscheibe, dem *Discus articularis* gebildet, der zwischen Ulna und Carpus liegt. Das *Os scaphoideum*, *Os lunatum* und *Os triquetrum* fügen sich zu einem relativ großem Gelenkkopf zusammen, dessen Form dem hier vorliegenden Eigelenk entspricht.

Das distale Handgelenk, *Articulatio mediocarpea*, liegt zwischen proximaler und distaler Handwurzelknochenreihe. Der Gelenkspalt verläuft S-bogenförmig. (13, S.140; 22, S.892)

Beide Handgelenke bilden eine funktionelle Einheit, in welcher die proximale Handwurzelknochenreihe die Aufgabe eines Diskus übernimmt. In den Gelenken können Beugung und Streckung (*Extension* und *Flexion*, zusammen  $170^\circ$ ) sowie Seitenbewegungen (*Radialabduktion* etwa  $15^\circ$  und *Ulnarabduktion* etwa  $40^\circ$ ) ausgeführt werden.

Das *Os pisiforme* hat keine Beziehung zu den Handgelenken. Es bildet ein selbständiges Gelenk auf dem *Os triquetrum*. Die am Erbsenbein inserierende Sehne des *M. flexor carpi ulnaris* setzt sich als *Lig. pisohamatum* zum *Hamulus ossis hamati* und als *Lig. pisometacarpeum* zur Basis des Metakarpalknochen V fort.

Der Bandapparat des Handgelenks wird am Handrücken vom *Lig. radiocarpeum dorsale*, auf der Beugeseite vom *Lig. radiocarpeum palmare*, *Lig. ulnocarpeum palmare* und *Lig. carpi radiatum* verstärkt. Außerdem gibt es wie bei jedem Scharniergelenk zur Sicherung zwei Seitenbänder, das *Lig. collaterale carpi ulnare* und *radiale*.

Die Handwurzelknochen sind untereinander durch die *Ligg. intercarpea dorsalia*, *palmaria* und *interossea* verbunden.

Die Handwurzel-Mittelhand-Gelenke, *Articulationes carpometacarpea*, sind straffe Gelenke, welche durch die *Ligg. carpometacarpea dorsalia* und *palmaria* gesichert werden.

Eine Ausnahme macht das Daumensattelgelenk, *Articulatio carpometacarpea pollicis*, in welchem der Metakarpalknochen I mit dem *Os trapezium* artikuliert. Es ist ein Sattelgelenk, das in zwei Hauptachsen beweglich ist. In ihm kann der Daumen ab- und adduziert sowie den anderen Fingern gegenübergestellt (*Opposition*) und wieder zurückgenommen werden (*Reposition*). (22, S.892)

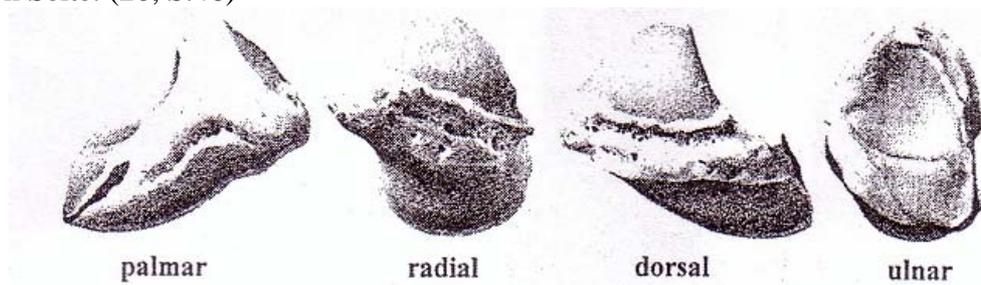
### 2.1.3 Das *Os scaphoideum*

Das Kahnbein selbst ist ein länglicher schlanker Knochen der von distal-palmar und ulnar leicht eingebuchtet ist. Es ist durchschnittlich 28 mm lang und 16,7 mm breit und ist gekennzeichnet durch das Tuberkulum, die Tuberositas, die Scaphoidtaille, den Korpus und den proximalen Pol (von distal nach proximal gesehen).

Das *Os scaphoideum* stellt ein Verbindungsglied zwischen proximaler und distaler Reihe der Handwurzelknochen dar. Es nimmt an allen Bewegungen des Handgelenks teil. Es weist eine vorwiegend in Längsrichtung angeordnete Spongiosasäulenarchitektur als Ausdruck der funktionellen Anpassung auf. Diese entspricht der Kraftübertragungsachse, die vom ersten Mittelhandknochen, über das Trapezium, zur Basis des Radius verläuft. (7, S.45)

Mit seinen konvex und konkav gekrümmten Gelenkflächen kommuniziert das Kahnbein mit dem Radius und den benachbarten Handwurzelknochen, dem *Os lunatum*, dem *Os capitatum*, dem *Os trapezoideum* und dem *Os trapezium*. (17, S.114)

Die knorpelfreien Areale mit zahlreichen, unterschiedlich großen Gefäßeintrittsöffnungen machen nur etwa ein Viertel der Oberfläche aus. Sie liegen auf der palmaren, radialen und dorsalen Seite. (20, S.46)



**Abb.3: *Os scaphoideum* (20, S.48)**

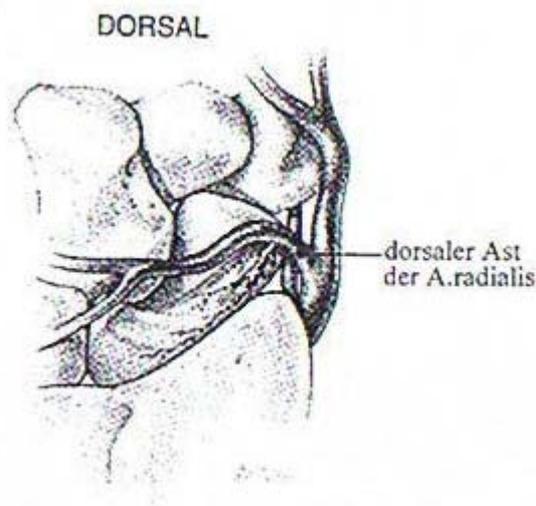
#### 2.1.3.1 Gefäßversorgung

Die Blutversorgung des *Os scaphoideum* erfolgt durch Äste der *A. radialis*. Diese verlaufen von distal her entlang der dorsoradialen Seite des Scaphoids nach proximal und treten durch den dorsalen Kamm in das mittlere Drittel des Kahnbeins ein. Von hier aus verzweigen sich die Äste der dorsalen Gefäße und versorgen retrograd über zahlreiche Anastomosen den proximalen Teil.

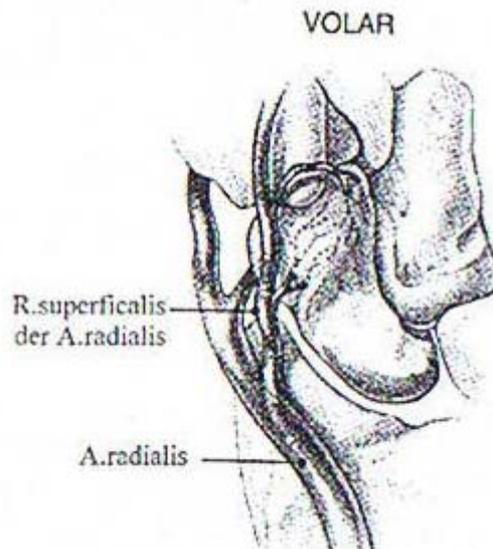
Der proximale Pol wird von 70-80% aus den Gefäßen die innerhalb der dorsalen Vertiefung des Scaphoids eintreten versorgt.

Die Tuberositas und die distalen 20-30% des Knochens werden von den palmaren Ästen der *A. radialis* versorgt.

Zwischen den palmaren und dorsalen Blutgefäßen gibt es keine Anastomosen, auch treten keine Gefäße in den proximalen Teil des Scaphoids ein. (8, S.513)



**Abb.4: Blutversorgung des Scaphoids von dorsal (1, S.801)**



**Abb.5: Blutversorgung von volar (1, S.801)**

### **2.1.3.2 Innervation**

Im Allgemeinen ist das Scaphoid von fünf Nerven sensibel versorgt.

1. Der Nervus interosseus dorsalis, der als sensibler Endast des Ramus profundus nervi radialis den dorsalen Bandapparat und den radiocarpalen Gelenkspalt versorgt.
2. Der Ramus superficialis nervi radialis innerviert den radiocarpalen Gelenkspalt und die intercarpalen Gelenke zwischen Scaphoid, Trapezium und Trapezoideum.
3. Der Nervus cutaneus antebrachii lateralis gibt Äste zum Tuberculum scaphoidei und zur radialen Seite der Handwurzelknochen ab.
4. Den radialeseitig volaren Handwurzelbereich und das scaphotrapeziale Gelenk wird vom Ramus palmaris nervi mediani innerviert.
5. Der Nervus interosseus palmaris anastomosiert mit seinen Ästen im Bereich des Scaphoids mit dem N. cutanei antebrachii radialis. (17, S.166f; 30, S.275ff)

## 2.2 Die Fraktur des Os scaphoideum

### 2.2.1 Definition

Bei der Scaphoidfraktur unterscheidet man zwischen einer frischen und älteren, außerdem einer stabilen und instabilen Fraktur.

Wird eine Fraktur innerhalb von 6 Wochen nach dem Unfallereignis diagnostiziert, wird diese als frisch bezeichnet, wird sie nach diesem Zeitpunkt diagnostiziert, so bezeichnet man sie als ältere Fraktur.

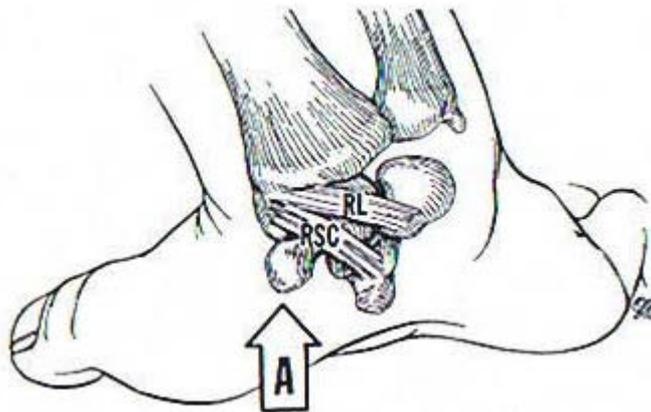
Als stabile Fraktur wird ein Bruch bezeichnet, bei dem die Frakturenden eine Distanz von weniger als 1mm aufweisen. Beträgt die Distanz mehr als 1 mm oder sind die Fragmente gegeneinander verkippt, so wird sie als instabile Fraktur bezeichnet. (1, S.804)

### 2.2.2 Pathomechanismus

Die Scaphoidfraktur wird in den meisten Fällen durch eine Hyperextension über 90° des Handgelenks ausgelöst. (1, S.800)

Nur in sehr wenigen Fällen von etwa 3% ist eine Extension nach palmar Auslöser für eine Fraktur. (6, S.829)

Bei einer Extension des Handgelenks von mehr als 95° wird das Kahnbein mit seiner konvexen Rückseite über die dorsale Radiusgelenkseite gebrochen. Die stärksten Biegekräfte konzentrieren sich dabei im Bereich der Scaphoidtaille, die dadurch frakturiert. (15, S.229)

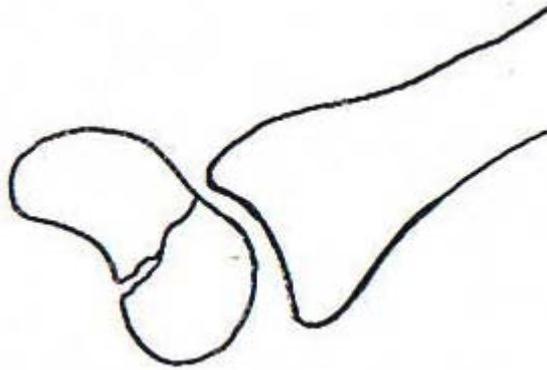


**Abb.6: Pathomechanismus der Scaphoidfraktur (1, S.800)**

Eine radialseitig auf das Handgelenk einwirkende Kraft (Pfeil A) bewirkt bei Dorsalflexion von mehr als 95° das Entstehen von Biegekräften im Bereich des distalen Scaphoids. Die proximale Scaphoidhälfte liegt geschützt zwischen Radius und palmaren radiocarpalen Bändern.

RL: Lig. radiolunatum

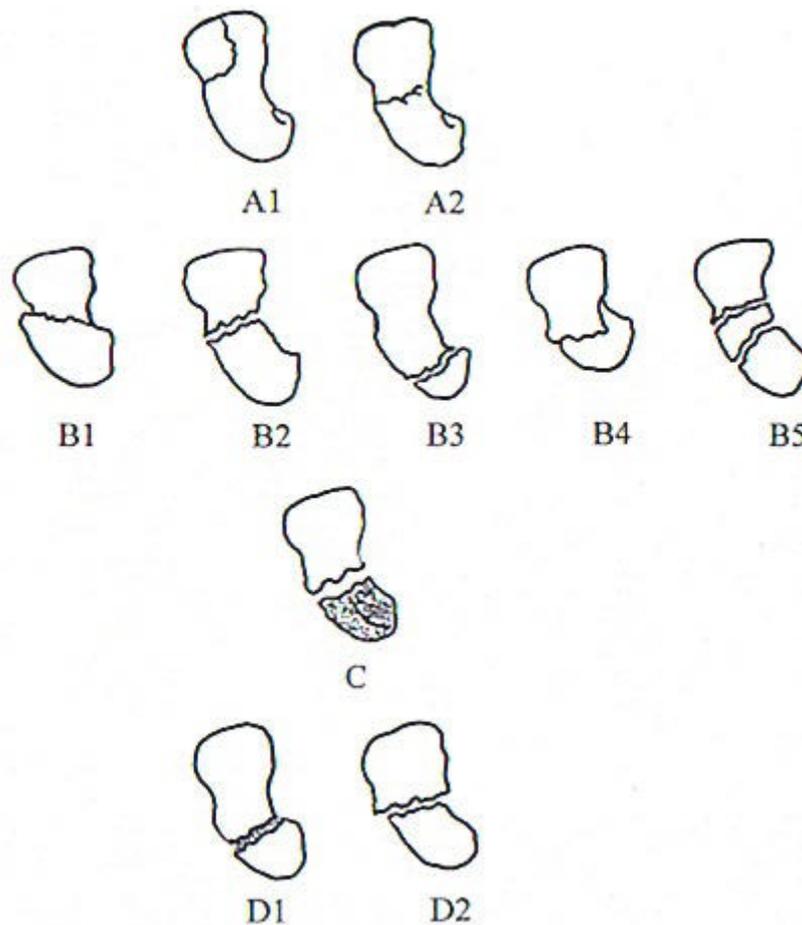
RSC: Lig. radioscapo-capitatum



*Abb.7: Pathomechanismus der Scaphoidfraktur (15, S.229)*

### 2.2.3 Frakturklassifikation

Nach Timothy Herbert:



*Abb.8: Klassifikation der Scaphoidfraktur nach Herbert (1, S.805)*

#### Einteilung in vier Hauptgruppen A-D

Typ A: Stabile Frakturen

- A1: Frakturen die durch das Tuberkulum laufen
- A2: Nicht-dislozierte Fraktur der Kahnbeintaille

Typ B: Instabile Frakturen

- B1: Schräg im mittleren Drittel verlaufende Fraktur
- B2: Dislozierte mittige Querfrakturen
- B3: Frakturen des proximalen Drittels
- B4: Perilunäre Luxationsfrakturen
- B5: Frakturen mit mehreren größeren Fragmenten

Typ C: Verzögert heilender Bruch jeglicher Lokalisation (nach 6 Wochen noch keine Zeichen einer knöchernen Durchbauung sichtbar)

Typ D: Pseudarthrose (auch 6 Monate nach Behandlungsbeginn keine Anzeichen einer knöchernen Ausheilung)

- D1: Straffe Pseudarthrose (fibröse non-union)
- D2: Mobile, atrophe Pseudarthrose (sclerotic non-union)

## **2.2.4 Diagnostik**

Zur Diagnostik der Scaphoidfraktur dient die klinische Untersuchung, in welcher man das Handgelenk auf Schmerzen, Druckschmerz in der Tabatière, Tuberkulum, axiale Kompression, Pronation gegen Widerstand, Schwellung und Bewegungseinschränkung hin untersucht. (4, S.88; 26, S.544f)

Die bildgebenden Verfahren sind ap und streng seitliche Aufnahmen, Scaphoidquartett, CT, Kinematographie oder Stecher-Aufnahme.

In der Akutdiagnostik hat das MRT keinen Stellenwert. (25, S.74)

### **2.2.4.1 Klinische Untersuchung**

Bei einer frischen Scaphoidfraktur berichten die Patienten meist über ein Ereignis oder einen Unfall, der zur übermäßigen Extension der betroffenen Hand geführt hat.

Die Patienten klagen über Schmerzen beim Grobgriff, beim Händedruck und bei Umwendbewegungen des Unterarms. Die Beweglichkeit des Handgelenks ist in allen Richtungen schmerzhaft eingeschränkt. (16, S.141)

Einfache klinische Befunde sind Schwellung und Druckschmerzhaftigkeit in der Tabatière, der schmerzauslösenden Kompressionstest des ersten unteren Strahls unter Radialabduktion, sowie eine Druckschmerzhaftigkeit ulnar der Daumenstrecksehne. (26, S.544)

### **2.2.4.2 Bildgebende Verfahren**

Aufgrund der gekippten Lage von ca. 45° zu den drei orthogonalen Raumebenen kommt das Scaphoid regelmäßig in den dorsopalmaren und seitlichen Aufnahmen der konventionellen Radiographie unvollständig einsehbar zur Darstellung. (14, S.812)

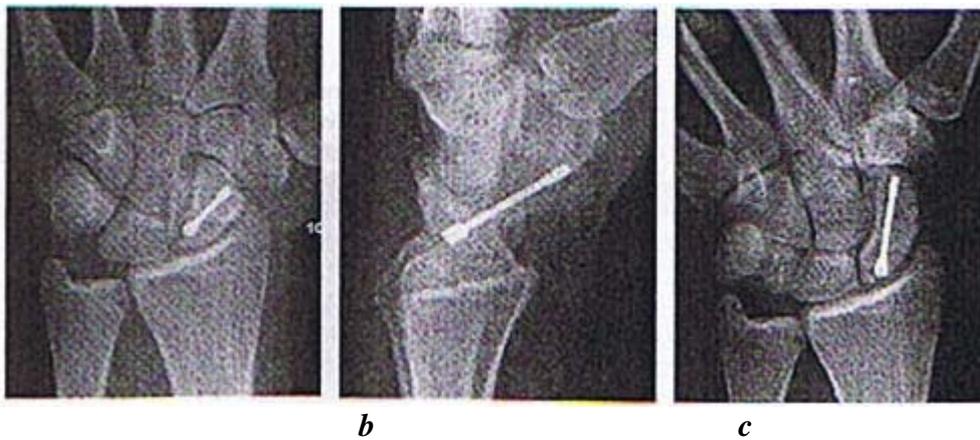
Eine diagnostisch wertvolle Ergänzungsaufnahme in Faustschluß und Ulnarabduktion ist die sogenannte „Stecher-Projektion“, bei der das Scaphoid filmparallel kommt und somit in gesamter Länge freiprojiziert zu liegen kommt.

Daher sollten die drei Röntgenstandardprojektionen, dorsopalmar, seitlich und die Stecher-Projektion immer die Basis im Rahmen der Erstdiagnostik und Verlaufskontrolle von Scaphoidfrakturen sein.

Die hochauflösende CT gewinnt zunehmend an Bedeutung in der Diagnostik der Scaphoidfrakturen. Beste Ergebnisse werden mit 1mm dicken, sequentiellen Schichten parallel zur Längsachse des Scaphoid mit hochauflösender Rekonstruktion und einem Abtastfeld von 6 cm erzielt.

Nach Krimmer (14) ist die CT der klassischen Kahnbeinquartettserie (Aufnahme in Stecher-Projektion, in Schreibfederhaltung, in Extension und in Hyperpronation) zum Nachweis der Fraktur und des Konsolidierungsgrades signifikant überlegen und sollte bereits frühzeitig veranlasst werden.

Die MRT ist ebenso gut für den Nachweis einer Scaphoidfraktur geeignet, weist aber im Vergleich zur CT in der Kahnbeindiagnostik einige Limitationen auf. Wie die Fraktur kommt auch die Knochenkontusion bzw. trabekuläre Mikrofraktur (sog. „bone bruise“) signalreich zur Darstellung und kann fehlgedeutet werden. Beim Frakturachweis kann die Frakturzone aufgrund der begrenzten Ortsauflösung in der Regel schlechter als mit der CT beurteilt werden. Schließlich persistiert in den Spinecho-(SE)-Sequenzen auch nach Frakturkonsolidierung regelmäßig eine lineare Zone herabgesetzten Signals, die fälschlicherweise zur Diagnose einer verzögerten Heilung bzw. Pseudarthrose führen kann. Daher ist die MRT am Kahnbein speziellen Fragestellungen vorbehalten und kann nur in Kenntnis des Traumaalters richtig interpretiert werden. (14, S.813)

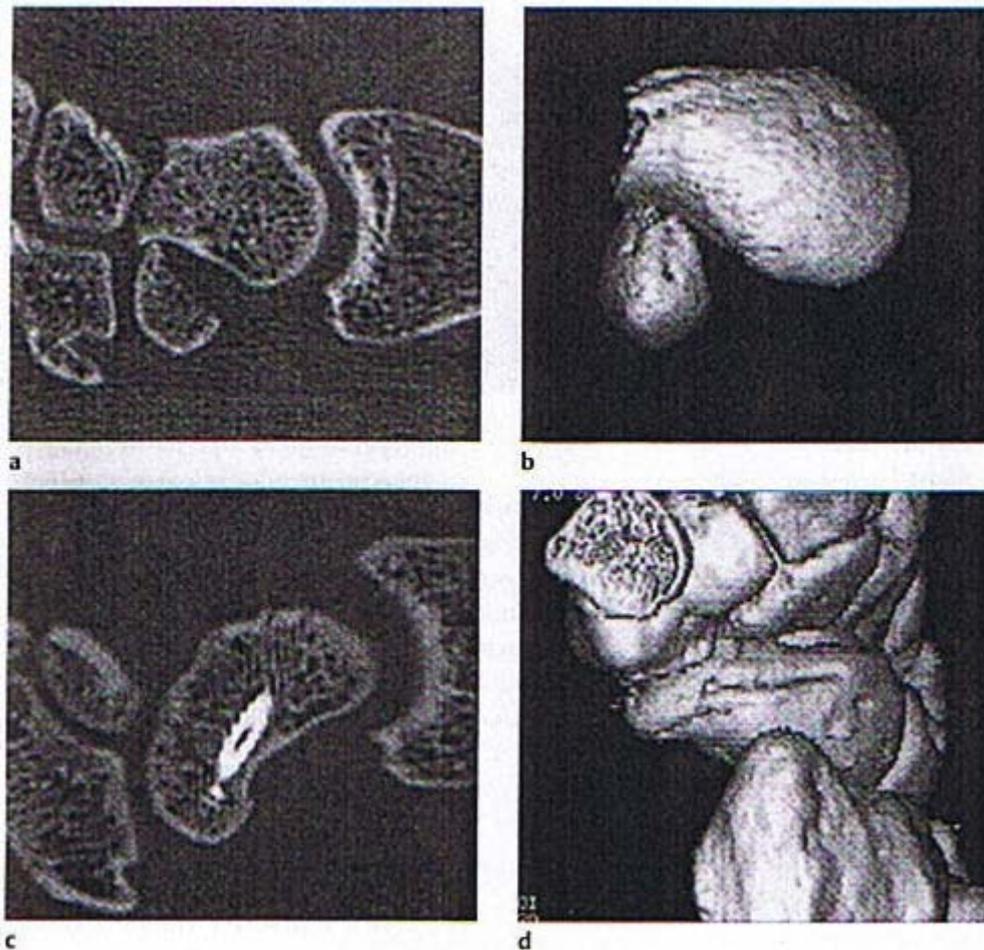


**Abb.9: Beispiel: Röntgenkontrolle 6 Wochen nach Osteosynthese mit Herbert-Schraube (21, S.216)**

*a dorsopalmar*

*b seitlich*

*c Stecher-Projektion*



**Abb.10: Prä- und postoperative CT- Diagnostik einer ausgeprägten dislozierten Scaphoidfraktur (21, S.216)**

*a präoperativ: in schräg-sagittaler Schichtführung*

*b präoperativ: im 3D-Oberflächenmodus, nach elektronischer Entfernung der übrigen Handwurzelknochen*

*c postoperativ: schräg-sagittal mit Anschnitt der eingebrachten Herbert-Schraube*

*d postoperativ: in 3D-Oberflächendarstellung*

### **2.3 Die Problematik der Scaphoidfraktur**

Die Scaphoidfraktur betrifft zumeist junge Patienten. (5, S.776)

Sie ist eine Gelenkfraktur und gekennzeichnet durch Instabilität, schlechte Nutrition, Angulation (Deformität, karpaler Kollaps) und der Möglichkeit der Ausbildung einer Pseudarthrose. (16, S.139; 17, S.114)

Dies führt zu einer langen Zeit der Arbeitsunfähigkeit, die mit wirtschaftlichen Problemen einhergeht. (5, S.776)

Komplikationen bei der Heilung der Scaphoidfraktur können eine verzögerte Knochenbruchheilung, die Ausbildung einer Pseudarthrose, eine proximale Polnekrose, eine Arthrose oder eine Heilung in Fehlstellung sein. (16, S.144; 27, S.4)

Um diese Komplikationen weitgehend ausschließen zu können bietet sich eine operative Therapie, aufgrund ihrer zahlreichen Vorteile an.

Diese sind:

- die Möglichkeit einer guten anatomischen Rekonstruktion,

- eine sichere Fixation der Frakturfragmente,
  - eine gute Stabilität,
  - eine bessere Durchblutung,
  - eine kurze Operationszeit,
  - keine Immobilisation,
  - eine frühfunktionelle Behandlung
- und eine kürzere Arbeitsunfähigkeit. (27, S.17; 28)

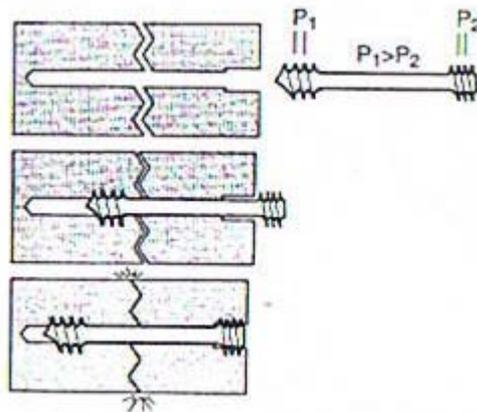
Die konservative Therapie nach Lorenz Böhler (4) besteht in 6-12 Wochen Unterarmgips mit Daumeneinschluß und mit oder ohne Ellbogeneinschluß. Es werden zwei Gruppen von Kahnbeinbrüchen unterschieden, die intra-artikulären Brüche des Kahnbeinkörpers und die extra-artikulären Brüche der Tuberositas. Die Brüche der Tuberositas sind harmlos und heilen immer knöchern. Die Brüche des Körpers werden nach zwei verschiedenen Gesichtspunkten unterteilt, nach der Lokalisation und nach der Bruchform (Verlauf des Bruchspalts). Die Einteilung nach der Lokalisation erfolgt in zentrales, mittleres und peripheres Drittel. Bei der Einteilung nach der Bruchform werden 3 Hauptgruppen von schrägen und queren Kahnbeinbrüchen unterschieden, wobei die Bezeichnung schräg oder quer immer im Verhältnis zur Kahnbeinachse verstanden werden muß. Dies sind horizontal schräge Kahnbeinbrüche (Bruchspaltverlauf von radial distal nach ulnar proximal), Querbrüche (Bruchspaltverlauf senkrecht zur Kahnbeinachse) und vertikal schräge Kahnbeinbrüche (Bruchspaltverlauf von radial volar proximal nach ulnar dorsal distal). Die Ruhigstellung von Kahnbeinbrüchen kann je nach Lokalisation und Bruchform gemäß einer einfachen Regel erfolgen. Kahnbeinbrüche im zentralen Drittel 10-12 Wochen und im mittleren und peripheren Drittel 6 Wochen ruhigstellen. Zur Fixation wird eine dorsale Gipsschiene empfohlen, wobei die Stellung der Hand die Mittelstellung zwischen Dorsal- und Palmarflexion und die Mittelstellung zwischen Radial- und Ulnarabduktion ist. (4, S.92ff) Jedoch ist diese Art der Behandlung aufgrund der langen Zeit der Immobilisation auch mit einigen Nachteilen, wie der Einsteifung des Handgelenks, einer Muskelatrophie, Kraftverlust, der Möglichkeit der Ausbildung einer Pseudarthrose und volkswirtschaftlicher Gründe, die aus einer längeren Arbeitsunfähigkeit (Verlust des Arbeitsplatzes) resultieren, verbunden. (27, S.17)

Deshalb entschieden sich viele Patienten in der Studie zu einer operativen Behandlung, zum Teil auch dann, wenn eine konservative Therapie ebenfalls möglich gewesen wäre.

### 3. Die Doppel-K-Draht Methode nach Werber

#### 3.1 Allgemeine Information

Timothy Herbert beschrieb 1984 (11) die Reposition und Osteosynthese des Scaphoids mit einer eigens dafür entwickelten Schraube. Die sog. Herbert-Schraube besitzt 2 endständige Gewinde unterschiedlicher Steighöhe, wobei das distale Gewinde eine geringere Steighöhe aufweist. Bei der Osteosynthese wird die Herbert-Schraube völlig im Knochen versenkt und bewirkt durch die unterschiedliche Gewindesteigung eine interfragmentäre Kompression.



**Abb.11: Darstellung des Wirkungsprinzips einer Doppelgewindeschraube am Beispiel der Herbert-Schraube (1, S.813)**

*Die unterschiedliche Steighöhe der beiden Gewinde P1 und P2 führt zu einer Kompression der beiden Frakturfragmente.*

Zur Reposition der Fragmente und der Einbringung der Schraube ist das Einsetzen eines speziellen Zielgeräts, dem sog. Jig, erforderlich. (11, S.116)

Die Verwendung des Jig erwies sich jedoch als problematisch, da beim palmaren Zugang zur korrekten Reposition der Scaphoidfraktur eine offene Freilegung erforderlich ist und das Scaphoid manchmal aus dem scaphotrapezialen Gelenk subluxiert werden muß. Dabei kann es durch Hebeln mit dem Zielgerät zur Verletzung der inter- und intrakarpalen Bandstrukturen, der Knorpelflächen des Scaphoids oder der Gefäßversorgung kommen. (5, S.777)

Im Gegensatz zu dem von Herbert (11) beschriebenen Verfahren wird die frische Scaphoidfraktur von Brauer, Dierking und Werber (5) ohne Verwendung des Zielgeräts von Herbert nach der sog. Freehand-Methode versorgt. (5, S.777)

Die Freehand-Methode wurde von Herbert für proximale Polfrakturen für die von retrograd und dorsal einzubringende Schraube verwendet. (5, S.777; 11, S.115)

Brauer, Dierking und Werber (5) verwenden die Freehand-Methode für alle Scaphoidfrakturen. Unter Durchleuchtungskontrolle wird in perkutaner Technik, mit minimalem operativen Trauma und ohne Freipräparation des Scaphoids, die Fraktur mit perkutan eingebrachten K-Drähten reponiert und mit der Herbert-Schraube osteosynthesiert. (5, S.777)

Die Doppel-K-Draht Methode ist eine Weiterentwicklung der Freehand-Methode. Sie bietet eine sichere Fixation der Fragmente, eine ausreichende Kompression auf den Frakturspalt, eine Verbesserung der Durchblutung und eine ausreichende Stabilität. Außerdem ist

postoperativ keine Immobilisation notwendig und es kann umgehend mit der frühfunktionellen Behandlung begonnen werden. (28)

### 3.2 Das operative Vorgehen in Einzelschritten

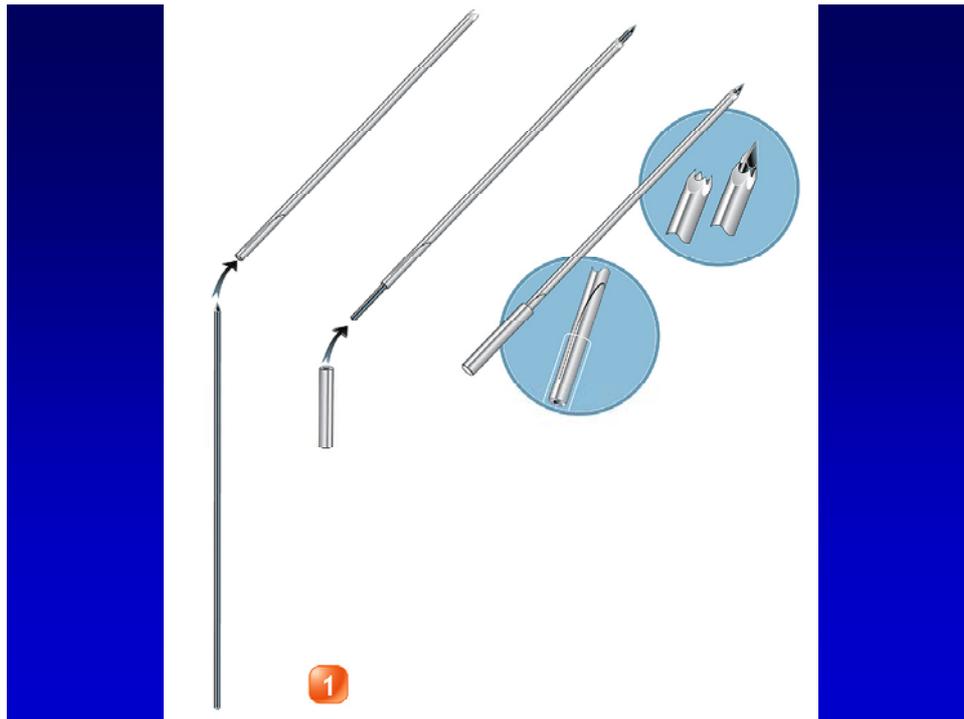
Der Eingriff erfolgt vorzugsweise in Plexusanästhesie.

Lagerung auf dem Handtisch.

Anzeichnung der gewünschten Schraubenposition von dorsal und radial.

Inzision 1 cm distal und 1 cm ulnar vom Tuberkulum Listeri, ca. 1 cm lang querverlaufend.

Präparation zum SL-Gelenk mit der Schere.



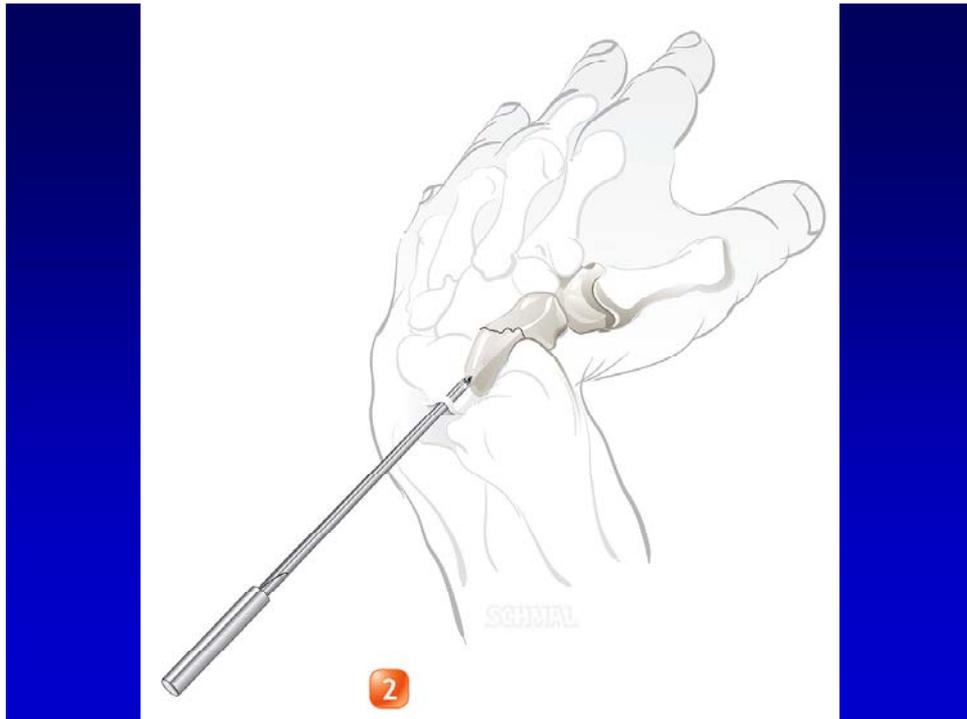
**Abb. 12: Instrumentarium**

Das Instrumentarium

Links: 2,0 mm Bohrdraht mit Trokarspitze und Federmechanismus, Länge 125 mm

Mitte: 0,9 mm Führungsdraht, Länge 140 mm

Rechts: Endkappe, Länge 35mm, 15 mm Innenweg

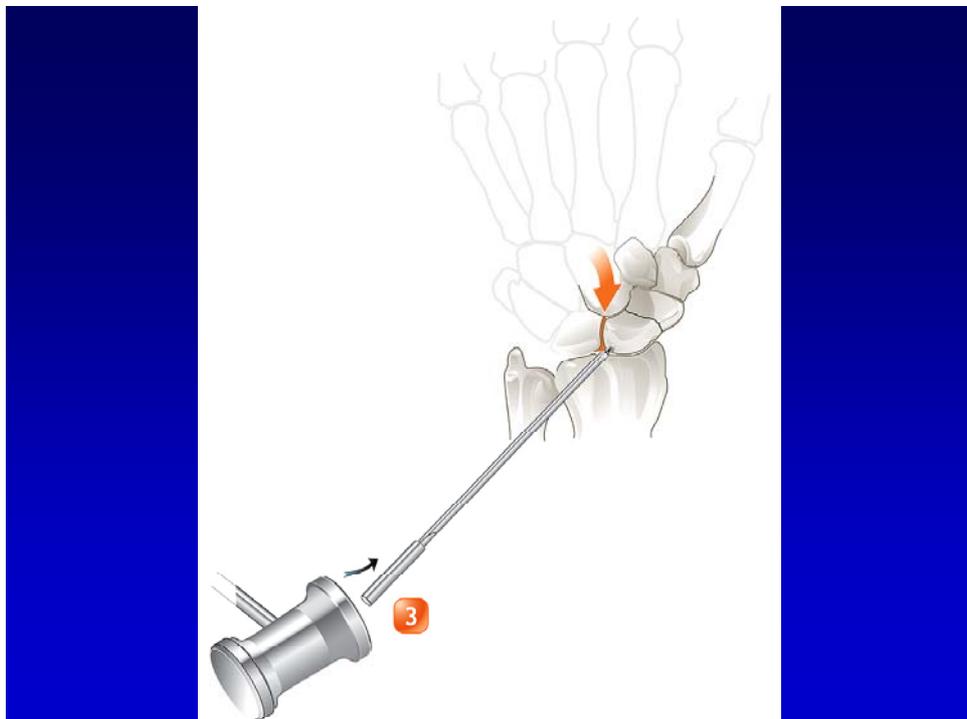


**Abb.13: Ansetzen des Bohrdrahts am Scaphoid**

Wenn möglich Bohrdraht 90° zur Fraktur ausrichten.

Ansetzen des Bohrdrahts am Scaphoid.

Wichtig: Im Bildwandler SL-Gelenk komplett einsehbar, keine Überlappungen



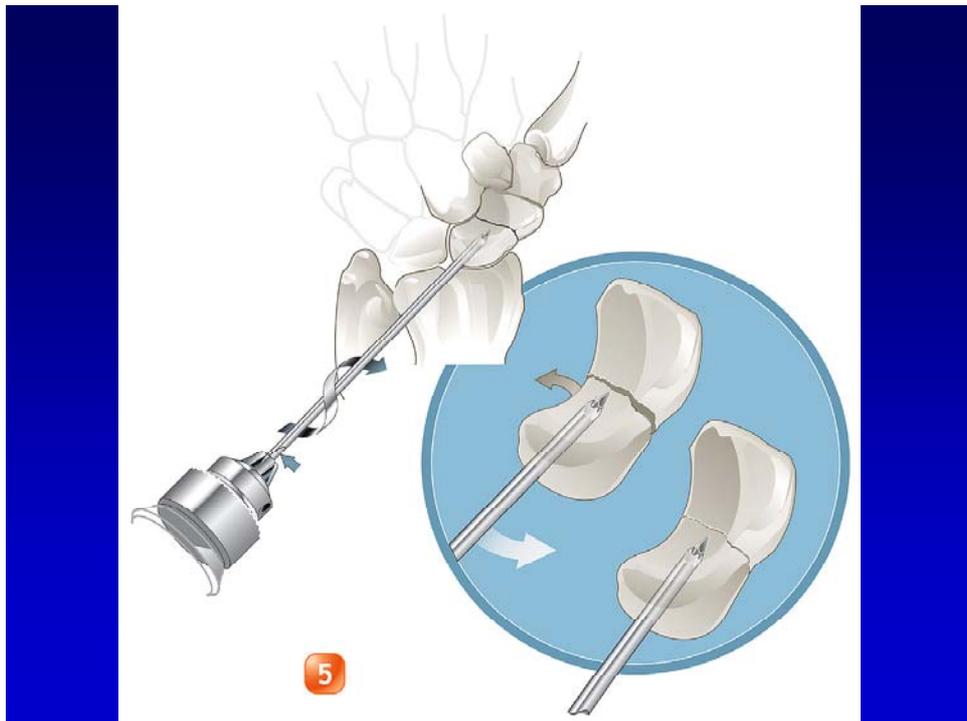
**Abb.14: Einklopfen der Bohrdrähte**

Einklopfen der Bohrdrähte in den Knorpel des proximalen Pols des Scaphoids.



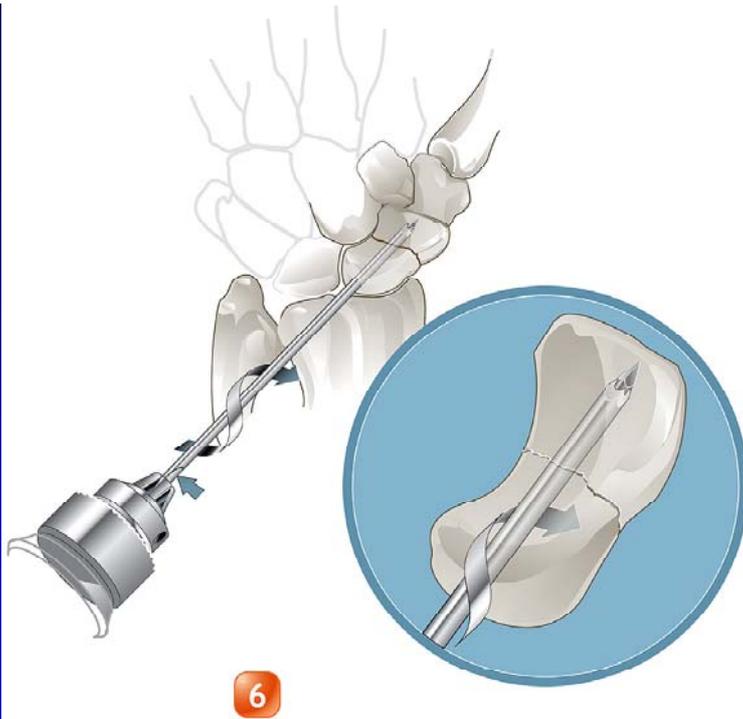
**Abb.15: Aufsetzen der Bohrmaschine**

Entfernung der Kappe und Aufsetzen der Bohrmaschine im Federbereich.



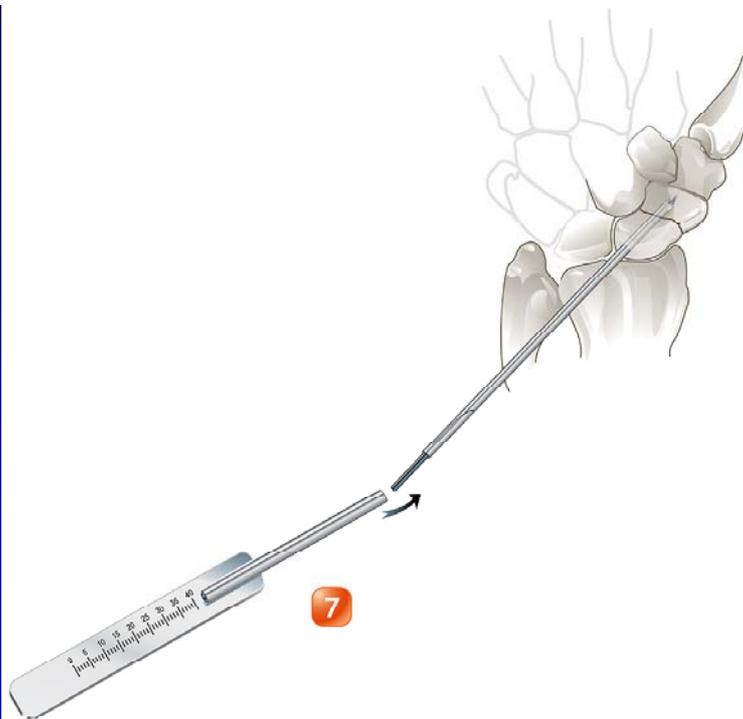
**Abb.16: Bohrung**

Bohren bis zur Frakturlinie, evtl. Reposition.



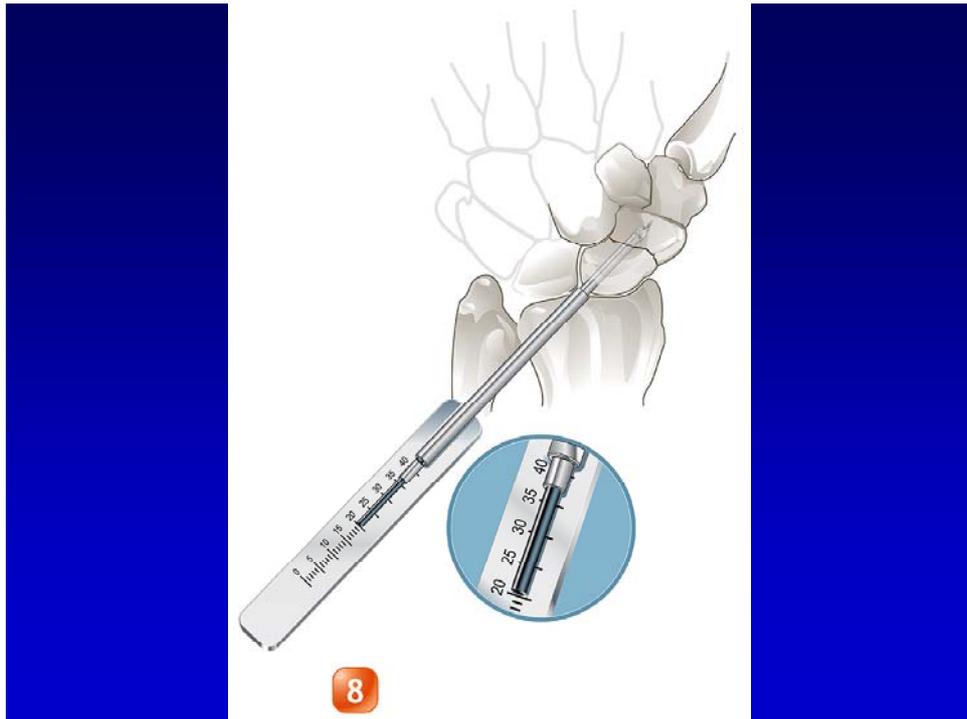
**Abb.17: Bohrung**

Vorbohren bis zur Gegenkortikalis.



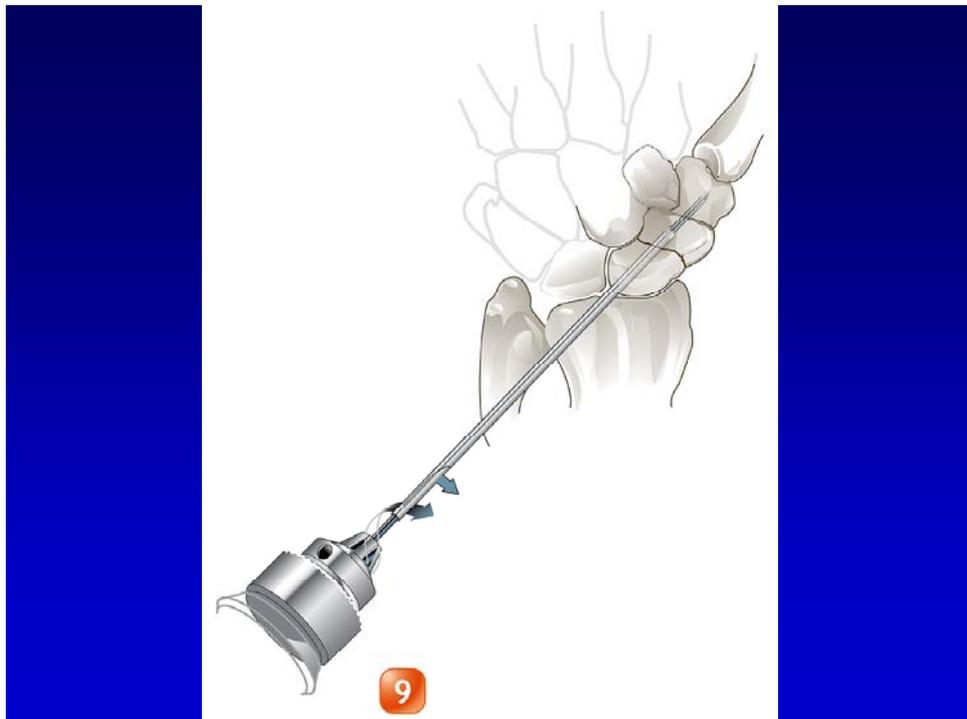
**Abb.18: Längenmessung**

Längenmessung der zukünftigen Doppelgewindeschraube.



**Abb.19: Schraubenlänge**

Ablesen der Schraubenlänge.



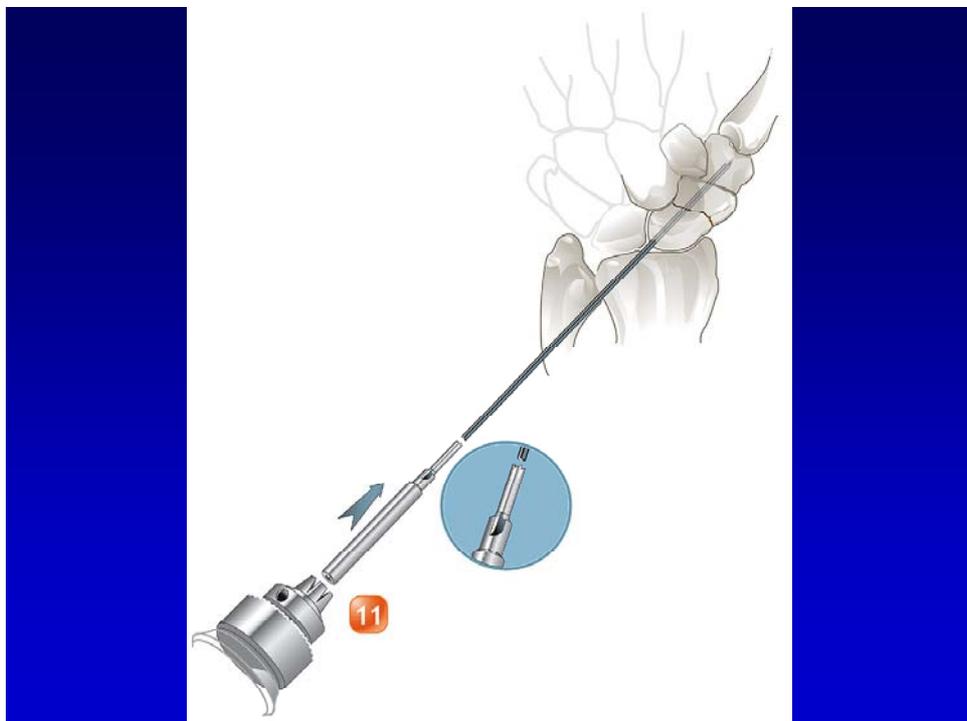
**Abb.20: Vorbohren des Führungsdrahts**

Vorbohren des 0,9 mm Führungsdrahts (geschützt in der 2,0 mm Bohrkanüle) bis ins Os trapezium.



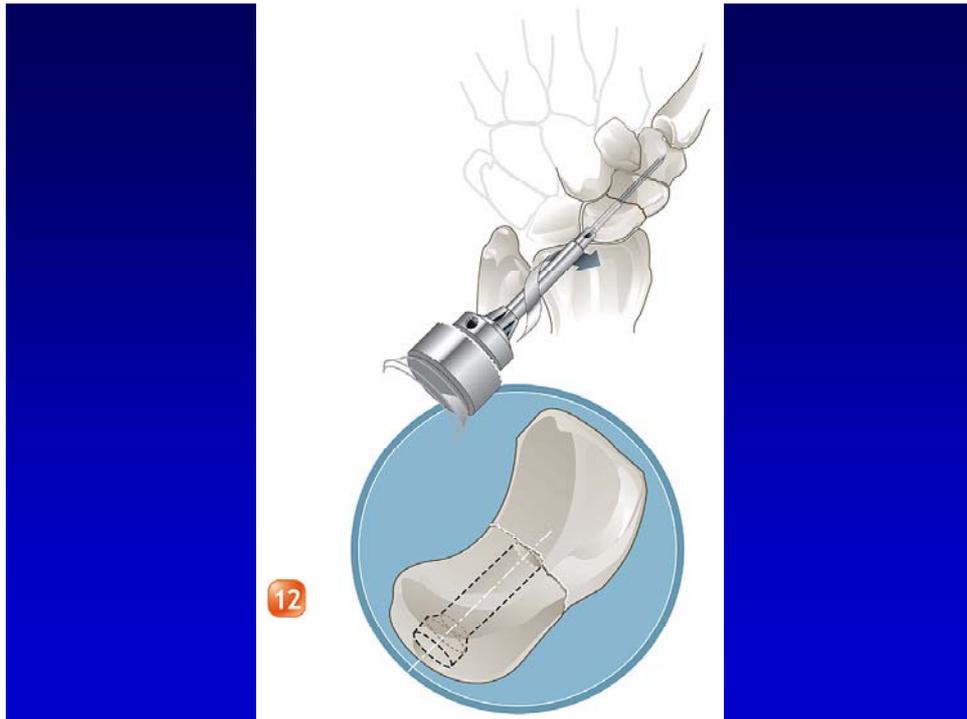
**Abb.21: Entfernung des Bohrdrachts**

Entfernung des 2,0 mm Bohrdrachts durch mittiges Aufsetzen der Bohrmaschine (der 0,9 mm K-Draht verbleibt in situ).  
Lagekontrolle des im Os trapezium verankerten Führungsdrahts.



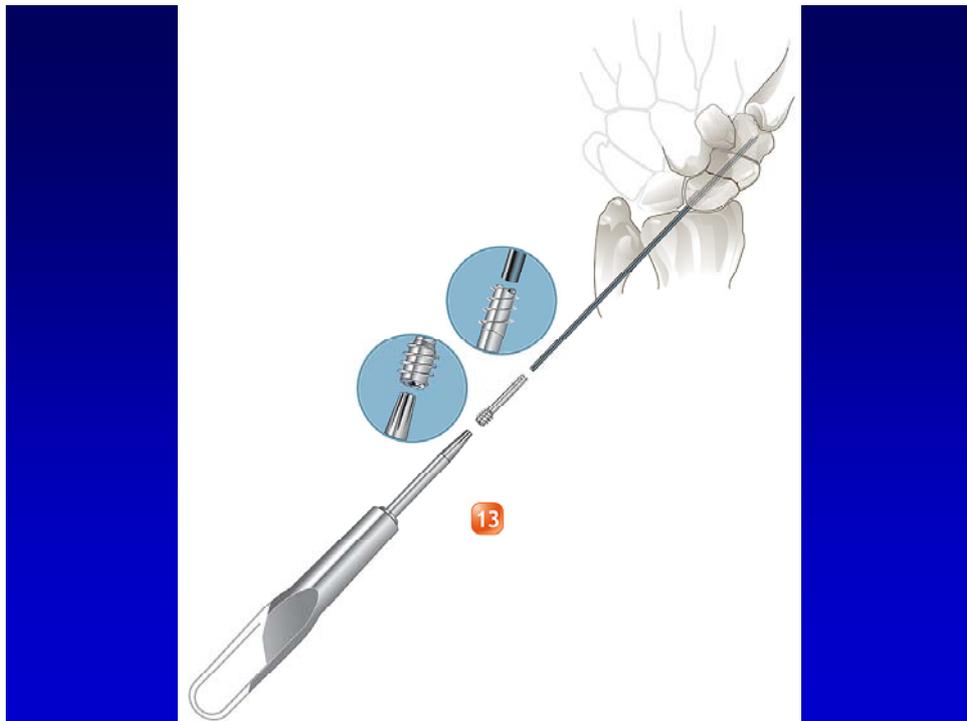
**Abb.22: Aufbohren für Schraubenkopf**

Aufbohren für den größeren Schraubenkopf über den Führungsdraht.



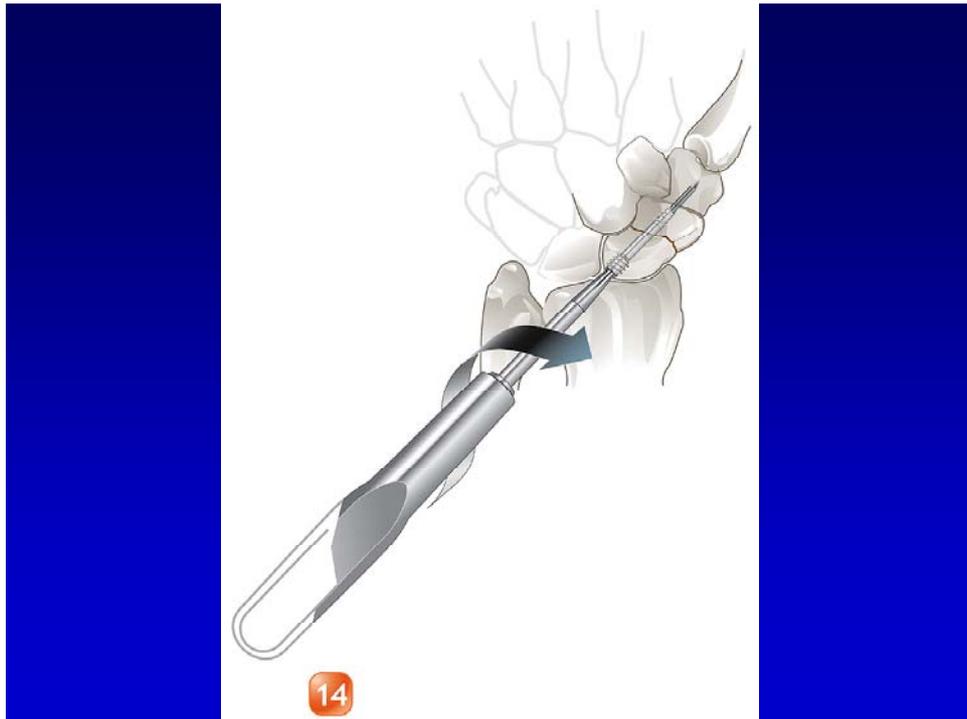
**Abb.23: Proximaler Teil des Scaphoids aufgebohrt**

Proximaler Teil des Scaphoids aufgebohrt für den Schraubenkopf.



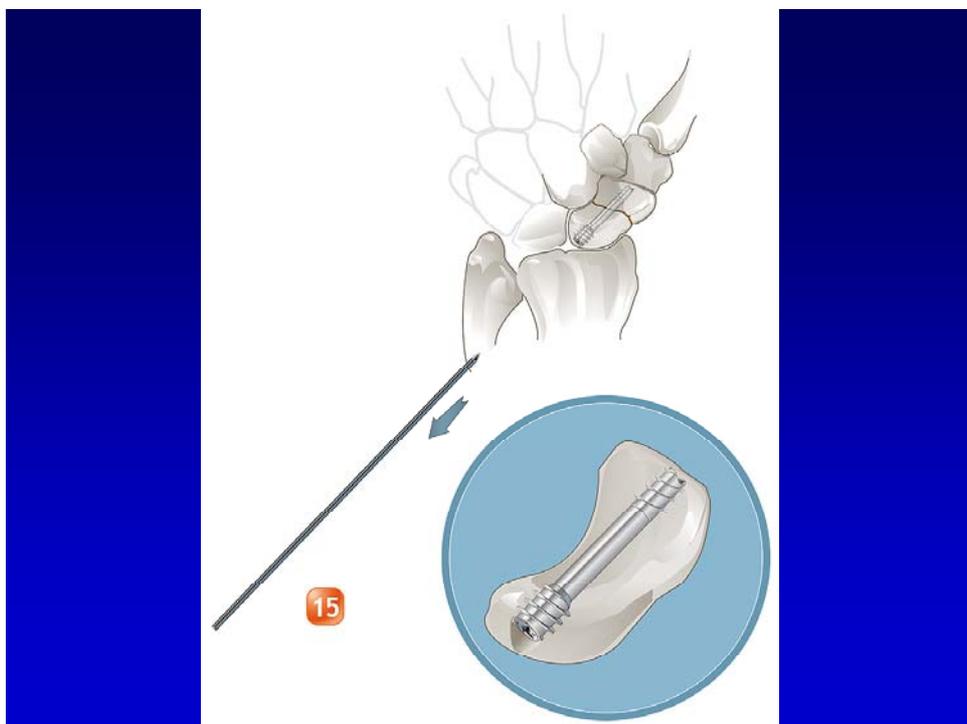
**Abb.24: Auswahl der Schraube**

Schraubenentnahme aus dem Rack, Schraubenlängenmessung (Skala).



**Abb.25: Einbringung der Doppelgewindeschraube**

Schraubeneinbringung über den Führungsdraht mit dem kanülierten Schraubendreher. Doppelgewindeschraube in gewünschter Lage positionieren.



**Abb.26: Entfernung des Führungsdrahts**

Entfernung des Führungsdrahts.



**Abb.27: Lagekontrolle im Bildwandler (dorsal)**

Lagekontrolle der Schraube im Bildwandler von dorsal.



**Abb.28: Lagekontrolle im Bildwandler (radial)**

Lagekontrolle der Schraube im Bildwandler von radial.

Wundverschluß mittels zweier Einzelknopfnähte.

Anlegen einer Dynacast-Schiene.

## 4. Methode und Patientenkollektiv

### 4.1 Methode

Zur Erfassung der Ergebnisse wurde ein Untersuchungsbogen erstellt, welcher folgende Parameter enthielt:

#### 1. Patientendaten

- Name, Vorname
- Geburtsdatum
- Geschlecht
- Alter
- Adresse
- Beruf
- Sport

#### 2. Anamnese

- Unfallzeitpunkt
- Unfallursache/-mechanismus
- Bisherige Behandlung (Wo, Welcher Art)
- Allgemeinerkrankungen
- Alkohol
- Rauchen
- Rechts-/Linkshänder
- Früherer Unfall (Folgen)
- Nervenschädigung(en)

#### 3. Befund

- Verletzung
- Betroffene Hand
- Weichteilverletzungen
- Fraktur (Klassifikation, Lokalisation, Dislokation, Fehlstellung, Schwellung, Hämatom)
- Röntgendiagnostik

#### 4. Therapie

- Sofort/ Verzögert
- Vorbehandlung (Art der Ruhigstellung, Instruktionen)
- Operative Therapie
- Weitere Angaben
- Arbeitsunfähigkeit
- Komplikationen/ Besonderheiten

#### 5. Bewegungsausmaß der Hand postoperativ (gemessen mit der Neutral-0-Methode)

- Unterarmdrehung
- Handgelenk
- Daumengelenk
- Fingergelenke
- Handspanne
- Grobe Kraft
- Knöcherner Durchbauung
- Stufenlose Reposition

Karpalinstabilität  
 Schmerzen (in Ruhe, bei Bewegung, bei Belastung)  
 Komplikationen

6. Heilung

Zeitraum  
 Knöcherne Konsolidierung  
 Restitutio ad integrum  
 Bewegungseinschränkung  
 Funktionseinschränkung  
 Infektion  
 Wundheilungsstörungen  
 Sensibilitätsstörungen  
 Nervenschädigung  
 Besonderheiten/ Komplikationen

7. DASH-Score (9)

<b>TEIL A:</b>	<i>Keine Schwierigkeiten</i>	<i>Wenig Schwierigkeiten</i>	<i>Merkliche Schwierigkeiten, aber machbar</i>	<i>Erhebliche Schwierigkeiten</i>	<i>Nicht möglich</i>
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 Kopf 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 (>10kg)	1	2	3	4	5
12. eine Glühbirne über Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
13. Haare waschen oder föhnen	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 körperl. Anstrengung verlangen (z.B. Karten spielen, Stricken,...)	1	2	3	4	5
18. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie ihren Arm mit mehr o. weniger Anstrengung benutzen (z.B. Golf oder Tennis)	1	2	3	4	5
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie ihren Arm frei bewegen (Badminton, Squash)	1	2	3	4	5
20. am Straßenverkehr teilnehmen oder öffentliche Verkehrsmittel benutzen	1	2	3	4	5
21. sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5
	<i>Überhaupt nicht</i>	<i>kaum</i>	<i>merklich</i>	<i>deutlich</i>	<i>extrem</i>
22. In welchem Ausmaß haben ihre Handprobleme ihren normalen sozialen Kontakt während der letzten Woche beeinflusst?	1	2	3	4	5
23. Einschränkungen der Arbeit oder anderer Aktivitäten durch ihre Handprobleme in der vergangenen Woche?	1	2	3	4	5
<b><u>TEIL B:</u></b>	<i>Keine</i>	<i>wenig</i>	<i>mittel</i>	<i>erheblich</i>	<i>extrem</i>
24. Schmerzen in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
25. Schmerzen in Schulter, Arm, Hand, nach Ausführen einer Tätigkeit	1	2	3	4	5
26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5

27. Schwächegefühl in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
28. Steifheit in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
29. Hatten Sie in der letzten Woche Schlafstörungen wegen der Schmerzen in Schulter, Arm, Hand?	1	2	3	4	5
30. Durch meine Probleme in Schulter, Arm, Hand fühle ich mich weniger fähig, mein Selbstvertrauen ist eingeschränkt, ich kann mich weniger nützlich machen (→Zustimmung?)	1	2	3	4	5
<b><u>TEIL C:</u></b>	<i>Keine</i>	<i>wenig</i>	<i>mittel</i>	<i>erheblich</i>	<i>extrem</i>
Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:					
1. in der üblichen Art und Weise ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
2. wegen der Schmerzen in Schulter / Arm / Hand ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
3. so gut, wie gewohnt, ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
4. ihre gewohnte Zeit mit dem Spielen ihres Musikinstruments oder mit Sporttreiben zu verbringen?	1	2	3	4	5

**DASH-Punktwert:** nach dem DASH-Score von Prof. Dr. med. Günter Germann (9, S.150ff)

## **4.2 Patientenkollektiv**

Für diese Studie wurden diejenigen Patienten nachuntersucht, die im Zeitraum vom 01.01.2000 bis zum 31.12.2002 in der Chirurgischen Klinik und Poliklinik der Technischen Universität München, Klinikum rechts der Isar, Handchirurgie mit der Doppel-K-Draht Methode operiert wurden, eine frische instabile Scaphoidfraktur aufwiesen und sich zu der Teilnahme an dieser Studie bereiterklärt haben.

Weitere Auswahlkriterien waren der Ausschluß von Begleitverletzungen an der betroffenen Hand, welche die Ergebnisse der Nachuntersuchung beeinflusst hätten.

## 5. Eigene Ergebnisse

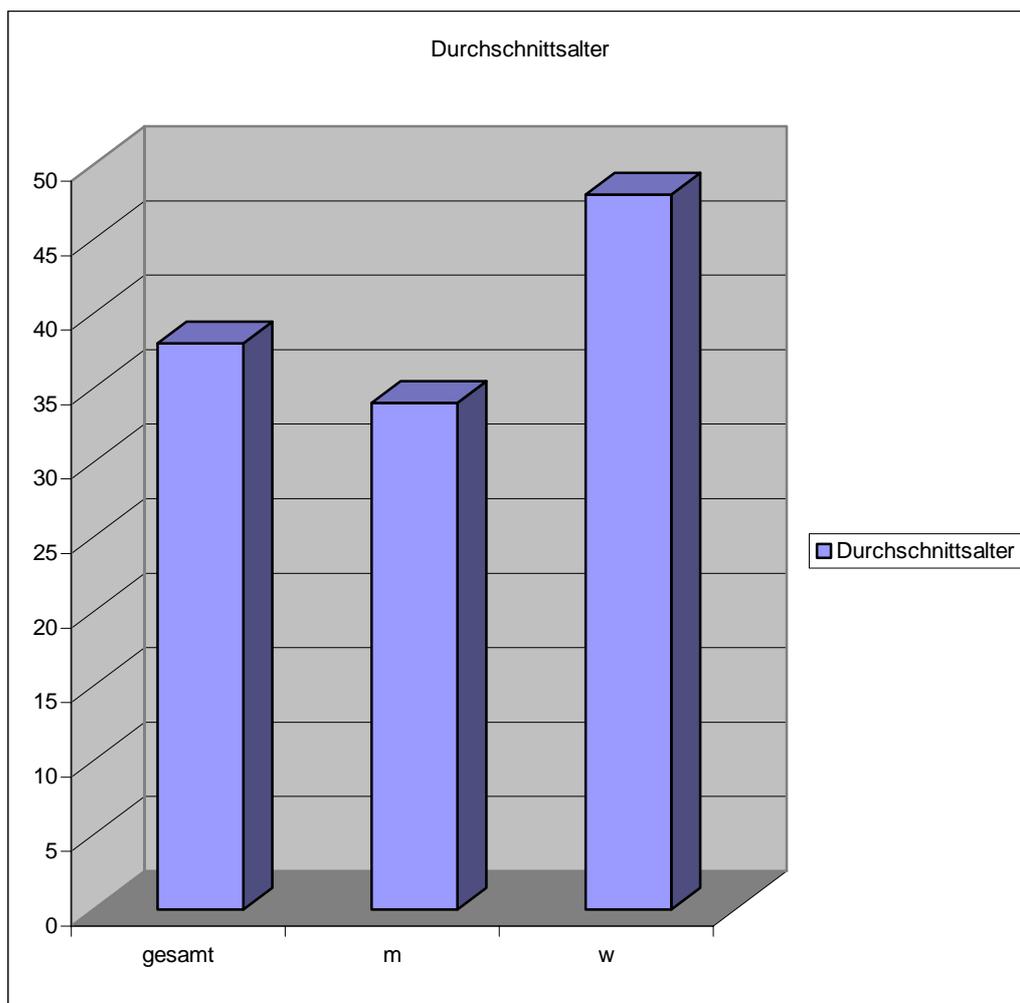
### 5.1 Patientenzahl und Geschlechtsverteilung

30 Patienten wurden im Klinikum rechts der Isar nachuntersucht die im Zeitraum vom 1.01.2000 bis zum 31. 12. 2002 mit der Doppel-K-Draht Methode operiert wurden. Davon waren 21 Patienten männlichen und 9 Patienten weiblichen Geschlechts. Dies entspricht einem Verhältnis von 70%: 30%.

### 5.2 Altersverteilung

Die untersuchten Patienten wiesen im Durchschnitt ein Alter von 38 Jahren auf, wobei der jüngste Patient 17 Jahre und der älteste Patient 73 Jahre alt war. Das Durchschnittsalter der männlichen Patienten betrug 34 Jahre, das der weiblichen Patienten 48 Jahre.

Diagramm 1:



### 5.3 Verteilung rechte/ linke Hand

Bei den 30 untersuchten Scaphoidfrakturen war 11 mal die rechte und 19 mal die linke Hand betroffen.

Dabei war bei den elf Scaphoidfrakturen rechts jeweils die dominante Hand betroffen.

Bei den 19 Scaphoidfrakturen links, war 17 mal die nicht-dominante Hand und 2 mal die dominante Hand betroffen.

### 5.4 Unfallursache

Die Unfallursache war in 29 von 30 Fällen ein Sturz, jedoch unterschiedlicher Art. Am häufigsten war ein Sturz aufgrund von Stolpern die Ursache, jedoch auch bei unterschiedlichen sportlichen Betätigungen kam es zur Scaphoidfraktur aufgrund eines Sturzes.

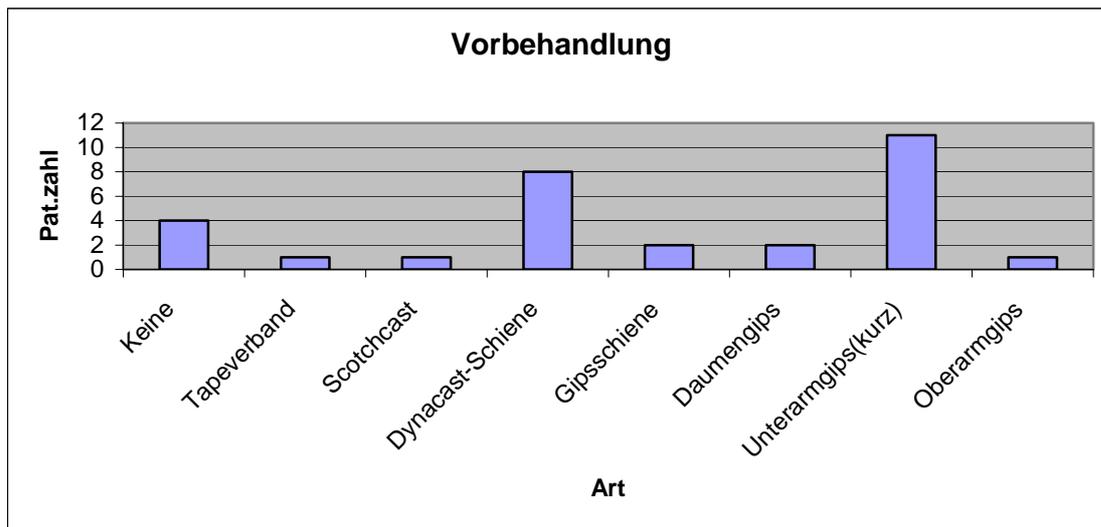
Ein Patient zog sich eine Scaphoidfraktur beim Reifenwechsel zu. Er beschrieb beim Anziehen der Schrauben ein plötzliches Nachgeben im Handgelenk begleitet von starken Schmerzen.

Unfallursache	
<b>• Sturz :</b>	<b>29x</b>
– Stolpern:	10x
– Fahrrad:	8x
– Ski/ Snowboard:	4x
– Motorrad:	2x
– Inlineskates/ Skateboard:	3x
– Fussball:	1x
– Sturz vom Baum:	1x
<b>• Andere:</b>	<b>1x</b>
– Reifenwechsel:	1x

## 5.5 Vorbehandlung

Die Erstversorgung erfolgte in der Regel nicht im Klinikum rechts der Isar in München. Die Patienten wurden in vier Fällen aus uns unbekanntem Gründen nicht vorbehandelt. Die übrigen Patienten erhielten eine Vorbehandlung mit Tapeverband (1x), Scotchcast (1x), Dynacast-Schiene (8x), Gipsschiene (2x), Daumengips (2x), Unterarmgips/ kurz (11x) oder Oberarmgips (1x).

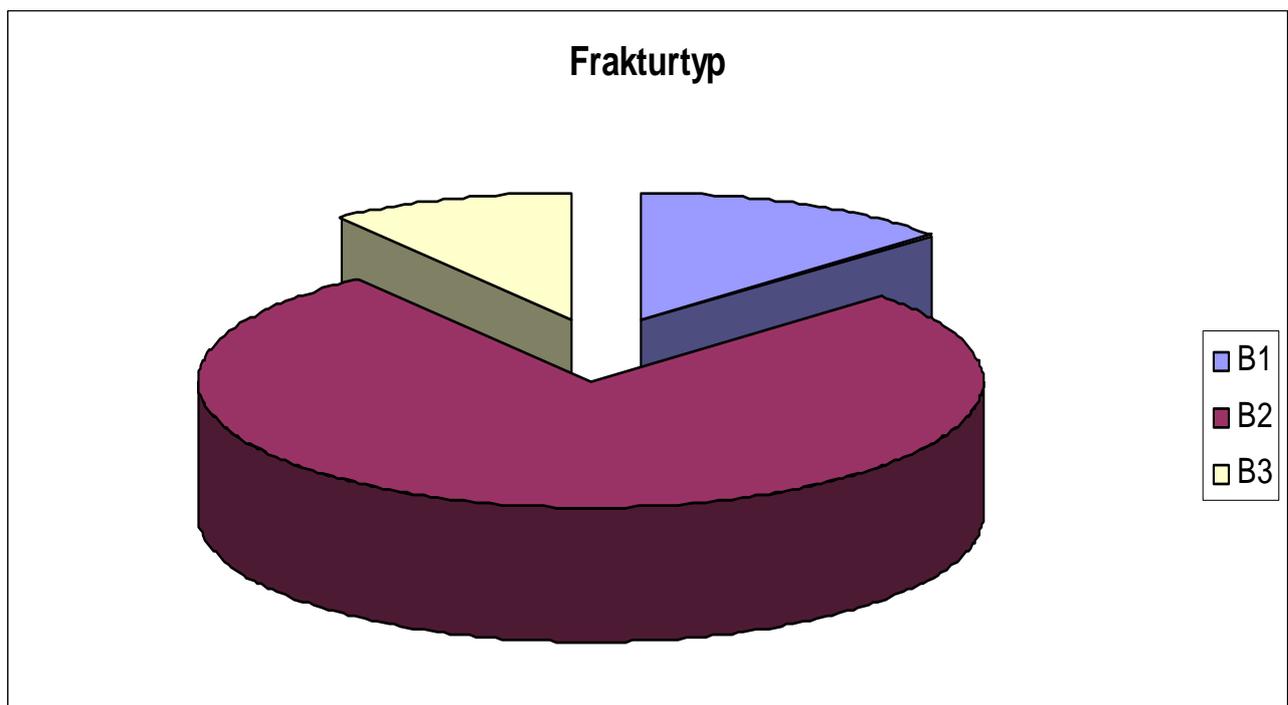
Diagramm 2:



## 5.6 Frakturtyp

Bei den vorliegenden Frakturen handelt es sich um instabile Frakturen. Dies entspricht in der Frakturklassifikation von Timothy Herbert<sup>11</sup> dem Typ B. Es lag 4 mal der Typ B1 (schräg im mittleren Drittel verlaufende Fraktur), 23 mal der Typ B2 (dislozierte mittige Querfraktur) und 3 mal der Typ B3 (Frakturen des proximalen Drittels) vor.

Diagramm 3:



## 5.7 Frakturalter

Das Frakturalter der nachuntersuchten Patienten betrug durchschnittlich 11,7 Tage. Die kürzeste Zeitspanne vom Unfallereignis bis zur operativen Therapie war ein Tag, die längste betrug 31 Tage.

Die männlichen Patienten wiesen im Durchschnitt ein Frakturalter von 11 Tagen auf, wobei die frischeste Fraktur einen Tag alt, die älteste 26 Tage alt war.

Bei den weiblichen Patienten betrug das durchschnittliche Frakturalter 13,4 Tage, wobei die frischeste Fraktur 7 Tage, die älteste 31 Tage alt war.

## 5.8 Nachbehandlung

Von den 30 nachuntersuchten Patienten erhielten 13 eine Nachbehandlung im Sinne von Krankengymnastik oder Ergotherapie, 17 Patienten erhielten keine Nachbehandlung.

## 5.9 Follow-up

Das Follow-up, also der Zeitraum von der Operation bis zur Nachuntersuchung, betrug im Durchschnitt 16 Monate (5-33 Monate).

## 5.10 Knöcherner Ausheilung

In allen 30 Fällen liegt nach Auswertung der Röntgenkontrollaufnahmen eine knöcherner Ausheilung vor.

Bei drei Patienten wurde auf eigenen Wunsch nach der Ausheilung eine Schraubenentfernung vorgenommen.

## 5.11 Beweglichkeit

Die Beweglichkeit wurde mit der Neutral-0-Methode gemessen. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgt im Vergleich zur kontralateralen gesunden Seite.

Die durchschnittliche Beweglichkeit wurde also wie folgt ermittelt:

(durchschnittl. Bewegl. betroffene Hand : durchschnittl. Bewegl. gesunde Hand) x 100%.

In keinem Fall wurde zum Untersuchungszeitpunkt im Vergleich zur gesunden Hand eine auffallende Bewegungseinschränkung festgestellt.

<b>Beweglichkeit</b>	
• Durchschnittliche Beweglichkeit bei allen 30 Patienten:	
– Unterarmdrehung:	94 %
– Extension und Flexion des Handgelenks:	
Extension:	96,5%
Flexion:	98,4%
– Radiale und ulnare Deviation des Handgelenks:	
Radial:	84%
Ulnar:	98%
– Messung der palmaren und radialen Abduktion des Daumens:	
Palmar:	98,5 %
Radial:	98,5%
Gemessen nach der Neutral-0-Methode	

## 5.12 Arbeitsunfähigkeit

Die Arbeitsunfähigkeit betrug im Mittel 16 Tage, wobei im Minimum keine Arbeitsunfähigkeit vorlag und im Maximum eine von 60 Tagen.

Arbeitsunfähigkeit	
• Durchschnittlich:	16 d
• Min.:	0 d
• Max.:	60 d
• M: Durchschnittlich:	14 d
Min:	0 d
Max:	60 d
• W: Durchschnittlich:	22 d
Min.:	2 d
Max.:	60 d

Die statistischen Berechnung ergibt bezüglich der Arbeitsunfähigkeit beim Vergleich der männlichen und weiblichen Patienten einen nicht signifikanten Unterschied im Mann-Whitney Test ( $p=0,2$ ).

## 5.13 Grobe Kraft

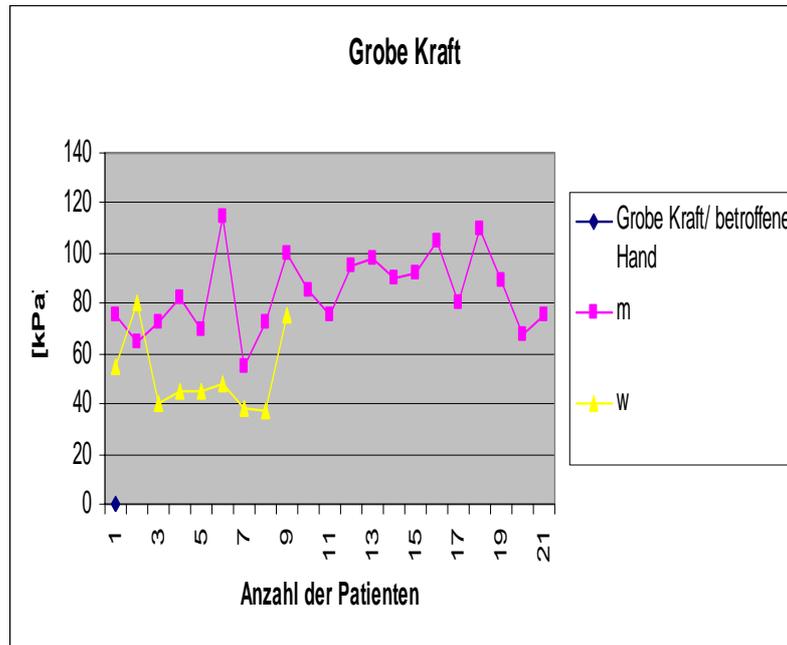
Bei der Messung der groben Kraft mit dem Vigorimeter (Fa. Martin) war in der Regel die dominante Hand etwas stärker. Es lag jedoch keine nennenswerte Diskrepanz zwischen betroffener und gesunder Hand vor.

Im Durchschnitt erzielten Männer 84 kPa und Frauen 51 kPa.

Grobe Kraft	
• Grobe Kraft:	
– In der Regel dominante Hand etwas stärker	
– Keine nennenswerte Diskrepanz von betroffener und gesunder Hand	
– M: durchschnittlich	84 kPa
– W: durchschnittlich	51 kPa

Die statistische Berechnung bezüglich der Kraftwerte (Vergleich betroffene/gesunde Hand) ergibt im gepaarten t-Test bei den Männern einen nicht signifikanten Unterschied,  $p=0,08$  (entspricht aber einem Trend, bei größerer Fallzahl wahrscheinlich signifikant), bei den Frauen keinen signifikanten Unterschied,  $p=0,4$ .

Diagramm 4: Grobe Kraft



### 5.14 Komplikationen

Komplikationen im Sinne von Missempfindungen, Wetterfühligkeit oder Fremdkörpergefühl traten in keinem Fall auf. Auch wurden keine Sensibilitätsausfälle festgestellt. Nach knöcherner Ausheilung lag nur in einem Fall das Auftreten von Schmerzen in Ruhe, bei Bewegung und Belastung vor. Ansonsten gaben 13 Patienten leichte Schmerzen bei starker Belastung an.

### Schmerzen

- **In Ruhe:**
  - nein: 29 x
  - ja: 1 x
- **Bei Bewegung:**
  - nein: 29 x
  - ja: 1 x
- **Bei Belastung:**
  - nein: 17 x
  - ja: 13 x

Kein Druckschmerz in der Tabatière

## 5.15 DASH- Score

Der DASH- Score (Disability of Arm, Shoulder and Hand) ist ein „self-report“-Fragebogen der vom Patienten selbst beantwortet werden kann und die Globalfunktionen der oberen Extremität erfasst.

Hierbei wird die beste Funktion mit dem Punktwert 1, die schlechteste mit dem Punktwert 5 bewertet.

Somit ermöglicht es der DASH- Score die subjektive Wahrnehmung des Betroffenen in Bezug auf seinen derzeitigen Zustand festzuhalten.

Inhaltlich gliedert sich der DASH- Score in drei Teile:

1. Funktion,
2. Symptomatik,
3. Spezielle Aktivität ( Musiker, Athleten).

Zur Auswertung wird ein sogenannter DASH- Punktwert ermittelt. Die Berechnungsformel für den Bewertungsmaßstab setzt sich aus dem Quotienten der Gesamtpunktzahl abzüglich des Minimal scores (30) und der sogenannten „Score range“ (1,2) zusammen.

DASH-Punktwert = (Gesamtpunktzahl-30 (Minimalpunktzahl)): 1,20 (Bandbreite)

Ein Wert von 0 entspricht dabei einer optimalen Funktion ohne Behinderung, ein Wert von 100 würde einer maximalen Behinderung entsprechen. (9, S.149)

### DASH-Score

Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand  
Instrument, Deutsche Version 2.0

Einschätzung des gegenwärtigen  
Gesundheitszustandes

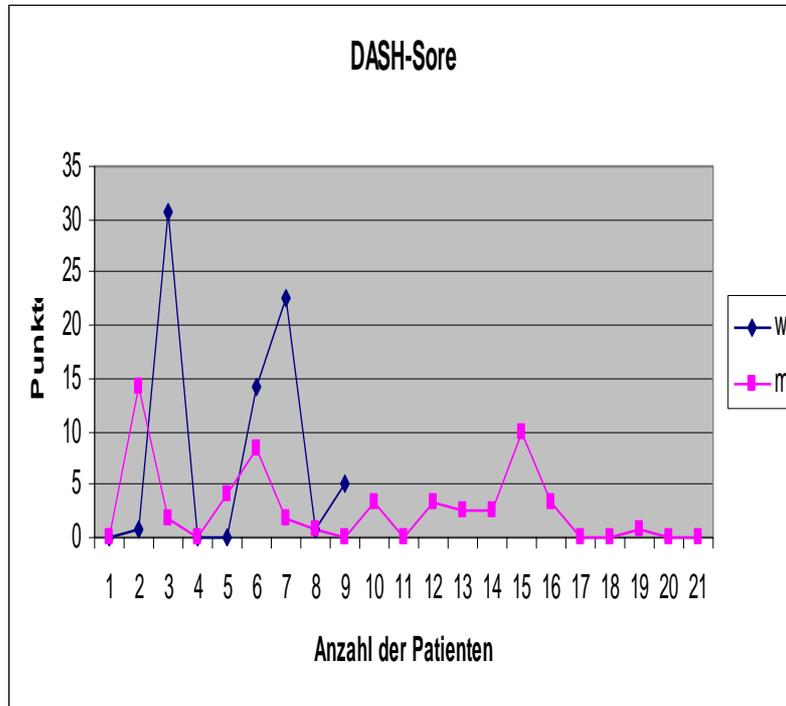
Durchschnittswert: 4,4

Durchschnitt männlich: 2,7

Durchschnitt weiblich: 8,2

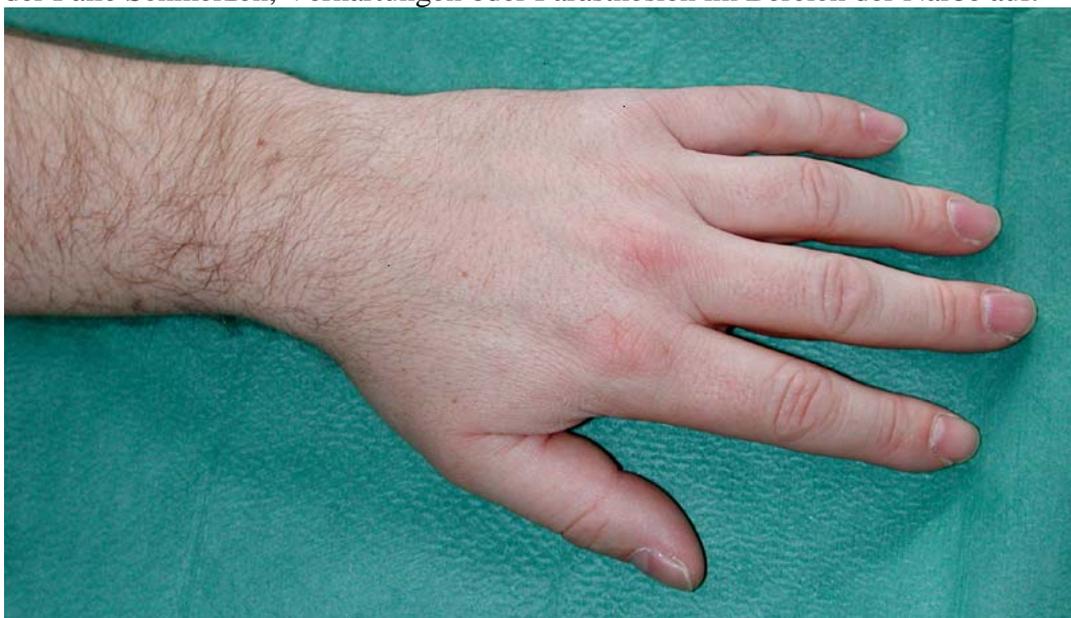
Der DASH-Punktwert beträgt im Durchschnitt 4,4 Punkte. Der durchschnittliche Punktwert der männlichen Patienten ist 2,7 Punkte, wobei die niedrigste Punktzahl 0 und die höchste Punktzahl 14,2 beträgt. Der durchschnittliche Punktwert der weiblichen Patienten ist 8,2 Punkte, wobei die niedrigste Punktzahl 0 und die höchste Punktzahl 30,8 beträgt.

Diagramm 5: DASH-Score



### 5.16 Narbe

In allen 30 Fällen war die ca. 1 cm lange Narbe so gut wie nicht sichtbar. Es traten in keinem der Fälle Schmerzen, Verhärtungen oder Parästhesien im Bereich der Narbe auf.



**Abb.29: Beispiel: Narbe**

Lokalisation: 1cm distal und 1 cm ulnar vom Tuberkulum Listeri, ca. 1 cm lang, querverlaufend

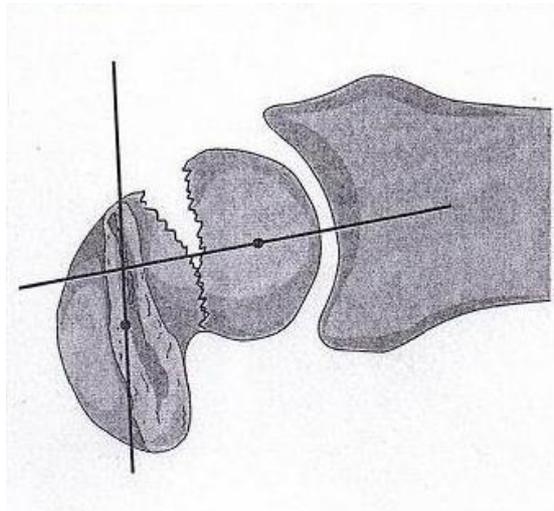
## 6. Diskussion

Immer noch werden 60% der Scaphoidfrakturen konservativ behandelt. (28)

Seit es durch die von Timothy Herbert eingeführte Herbert-Schraube möglich ist die Scaphoidfraktur operativ zu versorgen ist die Zugschraubenosteosynthese immer weiter entwickelt und verbessert worden. (5, S.776; 28)

### 6.1 OP-Indikation

Die Indikation zur operativen Therapie von Kahnbeinbrüchen ist bei instabilen und dislozierten Frakturen gegeben. Instabile Frakturen neigen als Folge der physiologischen Biegemomente, die eine Kompression der palmaren Kortikalis erzeugen, zur Ausheilung in der charakteristischen Fehlstellung, der sog. „humpback malunion deformity“. (18, S.274f; 29)



**Abb.30: Scaphoidfraktur mit „Humpback“-Rotation der Fragmente (21, S.215)**

Aber auch bei stabilen Brüchen ist die Indikation zur operativen Therapie möglich, wenn der Patient eine nicht immobilisierende Behandlung wünscht. (11, S.114; 12, S.418; 29)

### 6.2 Methoden

Die von Lorenz Böhler<sup>3</sup> vertretene konservative Therapie beinhaltet 6-12 Wochen der Immobilisation und den damit verbundenen Nachteile. (4, S.98; 5, S.776)

Die offene Osteosynthese der Scaphoidfraktur über einen palmaren Zugang birgt das Risiko der Verletzung des palmaren karpalen Bandapparates und der Gefäßversorgung des Scaphoids. (10, S.95; 5, S.777)

Die Verwendung des Zielgerätes für die Herbertschraube kann zu Knorpelläsionen führen. (5, S.777)

Die bisher durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass die operative minimalinvasive Versorgung im Hinblick auf den Erhalt der Beweglichkeit, einer verkürzten Arbeitsunfähigkeit und einer daraus resultierenden besseren Lebensqualität ein besseres Ergebnis zeigen.

Eine Möglichkeit die verschiedenen operativen Techniken der minimalinvasiven perkutanen Schraubenosteosynthese einzuteilen ist nach dem gewählten Zugang. Die unterschiedlichen Zugangsmöglichkeiten sind palmar, dorsopalmar und dorsal. (28)

1. **Palmar / H. Krimmer (14),**
2. **Dorsopalmar / J. F. Slade (24) und**
3. **Dorsal / K-D. Werber (28).**

### 6.3 Das operative Vorgehen im direkten Vergleich

<b>Palmar (H. Krimmer)</b>	<b>Dorsopalmar (J. F. Slade)</b>	<b>Dorsal (K-D. Werber)</b>
Plexusanästhesie	Plexusanästhesie/ ITN	Plexusanästhesie
Lagerung auf dem Handtisch/ Handrücken aufliegend	Lagerung auf dem Handtisch/ Handinnenfläche aufliegend	Lagerung auf dem Handtisch/ Handinnenfläche aufliegend
Kurzer Hautschnitt in Höhe des SST- Gelenks	Inspektion unter Bildwandlerkontrolle; Handgelenk in Pronation und Flexion Hautschnitt	Inzision 1 cm distal des Tuberculum Listeri
Präparation unter Bildwandlerkontrolle	Präparation unter Bildwandlerkontrolle	Präparation zum SL-Gelenk; Bildwandlerkontrolle (Wichtig: SL-Gelenk komplett einsehbar)
Führungsdraht von palmarseits in Längsachse in das Scaphoid bohren (Durchmesser 1,6-2,0 mm)	Der Führungsdraht wird von retrograd eingebracht und sichert so die Position des proximalen Pols	0,9 mm dicken K-Draht im 2 mm kanülierten versenken und entsprechend der Markierungen von dorsal in das Scaphoid bohren
Kanal bohren	0.045“ Führungsdraht perkutan von dorsalen Handgelenk im den proximalen Pol des Scaphoid einbringen, bis er am distalen Scaphoid palmar im Trapezium oder im radialem Ende des Daumens austritt	2 mm K-Draht entfernen und 0,9 mm K-Draht weiter ins Trapezium bohren zur stabilen Verankerung
Schraube einbringen in Freihandtechnik (HBS-Schraube, Mini-Herbert-Schraube)	Einbringen einer Standard Acutrak Screw oder einer Mini-Acutrak Screw	Einbringen einer Doppelgewindeschraube über diesen Führungsdraht
Entfernung des Führungsdrahts	Entfernung des Führungsdrahts	Entfernen des Führungsdrahts
Wundverschluss mittels Einzelknopfnähten	Wundverschluss mittels Einzelknopfnähten	Wundverschluss mittels zweier Einzelknopfnähte
Anlegen eines Splints	Anlegen eines Splints	Anlegen eines Splints

#### **6.4 Palmarer Zugang / H. Krimmer (14)**

Scaphoidfrakturen im mittleren und distalen Drittel werden von Dr. Krimmer von palmar in offener oder minimalinvasiver Technik versorgt, Frakturen im proximalen Drittel von dorsal. Bei dislozierten Frakturen ist ein offenes Vorgehen indiziert, instabile Frakturen werden minimalinvasiv versorgt.

Hierbei wird über einen kurzen Hautschnitt in Höhe des STT-Gelenks unter Bildwandlerkontrolle ein Führungsdraht in der Längsachse des Scaphoid eingebracht. Wichtig ist die Lagekontrolle in der seitlichen Projektion, da bei zu flachem Verlauf eine unzureichende Fixation resultiert und bei zu steilem Verlauf das proximale Fragment nicht ausreichend gefasst wird und die Schraube dorsal überstehen kann. Zur Versorgung der Fraktur wird bei Verwendung der herkömmlichen Herbert-Schraube zunächst ein Draht mit Durchmesser 1,6 - 2,0 mm gewählt und anschließend in diesem Kanal gebohrt, Gewinde geschnitten und die Schraube eingebracht. Kanülierte Schrauben erlauben das Einbringen über den gebohrten Draht mit Durchmesser 0,8 - 1,1 mm.

Der Eingriff beginnt mit einem Hautschnitt schräg über dem radio-scaphoidalen Gelenksabschnitt. Zwischen radialen und ulnaren Handgelenksstrecker wird der proximale Kahnbeinanteil dargestellt, hierzu ist eine maximale Flexion des Handgelenks nötig. Als Implantat wird eine Mini-Herbert-Schraube gewählt, die subchondral mittels Freihandtechnik versenkt wird.

Die Nachuntersuchung umfasst 32 Patienten die im Zeitraum von Januar 1995 bis März 2000 operiert wurden. Die Frakturen wiesen ein mittleres Alter von 21 Tagen auf. 5 Frakturen der Klasse B3 wurden von dorsal operiert, 27 von palmar, davon 16 minimalinvasiv versorgt mit einer HBS-Schraube, 2 offen operiert und mit einer kanülierten AO-Schraube versorgt und 8 klassisch mittels eines Jig.

Im Mittel folgte nach 8 Monaten die Kontrolluntersuchung. Die durchschnittliche Ruhigstellungszeit betrug im Mittel 21 Tage, bei offenem Vorgehen länger. Bei minimalinvasivem Vorgehen nur 2 Wochen.

Fünf Patienten klagten über Schmerzen bei extremer Extension, sechs Patienten über Überempfindlichkeit der Narbe nach palmarem Zugang.

Als Fazit geht hervor, dass insgesamt die negativen Auswirkungen des operativen Eingriffs als gering bewertet werden. (14, S.813ff)

#### **6.5 Dorsopalmarer Zugang / J. F. Slade (24)**

Dr. Slade verwendet bei der perkutanen Schraubenosteosynthese die Standard Acutrak Screw, eine kopflose kanülierte spitz zulaufende Schraube mit stetig steigendem Gewinde.

Die akkurate Platzierung des Führungsdrahts ist der Schlüssel bei der perkutanen Schraubenosteosynthese. Der Eingriff erfolgt in Plexusanästhesie oder ITN, bei üblicher Lagerung auf dem Handtisch.

Unter Bildwandlerkontrolle wird das Handgelenk in posterior-anteriorer Richtung untersucht. Anschließend wird das Handgelenk in Pronation und Flexion gebracht, bis sich der proximale und distale Pol auf einer Linie befinden und sich das Scaphoid als eine Art Zylinder darstellt. Das Zentrum dieses Zylinders („bull eye“) ist die exakte Position für den Führungsdraht. Der 0.045“ Führungsdraht wird perkutan von dorsal in den proximalen Pol eingebracht und verlässt das Scaphoid palmar durch das Trapezium und der radialen Begrenzung des Daumens. Der Führungsdraht wird nun soweit zurückgezogen, bis das Radiocarpalgelenk ungehindert ausgestreckt werden kann.

Die Schraubenlänge wählt man 4 mm kürzer als die Länge des Scaphoids. Die Scaphoidlänge wird ermittelt indem der Längenunterschied zweier paralleler K-Drähte gemessen wird, wobei der erste im distalen Kortex und der zweite im proximalen Pol verankert wird. Jetzt wird eine

Standard Acutrak Screw eingebracht, wobei bei instabilen Frakturen die Fragmente mit einem Joystick in Position gehalten werden können. (24, S.3ff)

## **6.6 Dorsaler Zugang / K-D. Werber (28)**

Das operative Vorgehen wurde bereits in Kapitel 5 eingehend beschrieben.

## **6.7 Die Vorteile des Zugangs von dorsal**

Als wesentliche Vorteile eines Zugangs von dorsal bei der Schraubenosteosynthese ergeben sich aus dieser Studie:

- eine bessere und genauere Platzierung der Schraube,
- eine einfachere Handhabung durch das verbesserte Instrumentarium,
- einfacher zu assistieren,
- die Möglichkeit der Reposition von der Humpback Deformity in eine anatomische Stellung,
- keine Störung der Blutzirkulation,
- keine störende Narbe auf der Palmarseite,
- nur eine geringe Gefahr der Nervenverletzung,
- Belassung der Spongiosa

und eine kurze Operationszeit. (28)

Ein direkter Vergleich der Ergebnisse zu Studien zum palmaren und dorsopalmaren Zugang aus der Literatur ist nicht möglich, da keine übereinstimmenden Kriterien zur Beurteilung der Ergebnisse festgelegt sind.

Eine prospektive randomisierte Studie wäre hierzu wünschenswert.

Die Überlegung das System zu vereinfachen hat sich in der Praxis bewährt.

1. Bei Anwendung der Doppel-K-Draht Methode wird eine Fehlbohrung vermieden (28). Bei alleiniger Einbohrung des dünneren sehr flexiblen K-Drahts kann es häufiger zu einer Fehlbohrung kommen, da dies technisch deutlich schwieriger ist. Durch die Kombination des dünneren 0,9 mm K-Drahts mit dem kanülierten 2,0 mm K-Draht ist eine steifere Führung bei der Bohrung möglich. Der 2,0 mm K-Draht ist auch weniger flexibel als ein 2,0 mm Bohrer und daher sicherer zu platzieren.
2. Die Platzierung von dorsal ergibt die bessere Möglichkeit gemäß den Richtlinien der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) vorzugehen (19, S.8). Es gibt kein Hindernis wie zum Beispiel bei der palmaren Methode, hier behindert das Trapezium eine freie Platzierung der Schraube. Sie ist vielmehr durch den Zugang automatisch vorgegeben.

Als Fazit dieser Studie ist zu erwähnen, dass mit Hilfe des verbesserten Instrumentariums in Kombination mit dem Zugang von dorsal (Schraube kann 90° zur Frakturlinie eingebracht werden) die frische instabile Scaphoidfraktur erfolgreich operativ versorgt werden kann. Daher ist diese Methode in der Handchirurgie des Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München Standard.

## 7. Zusammenfassung

In dieser Studie wurden 30 Patienten nachuntersucht die im Zeitraum vom 01.01.2000 bis zum 31.12.2002 im Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München mit der Doppel-K-Draht Methode operiert wurden.

Es handelt sich um 21 Männer und 9 Frauen.

Das Durchschnittsalter betrug 38 Jahre.

Es war 19 mal die linke und 11 mal die rechte Hand betroffen.

Die Unfallursache war in 29 von 30 Fällen ein Sturz mit jedoch unterschiedlicher Ursache.

Der häufigste Frakturtyp war der Typ B2, welchen 23 der Patienten aufwiesen.

In allen Fällen kam es zur knöchernen Ausheilung der Fraktur.

Eine Früharthrose entwickelte sich in keinem der Fälle.

Die Arbeitsunfähigkeitszeit betrug im Mittel 16 Tage. In dieser Zeit kam es zu keinem Arbeitsplatzwechsel oder zum Verlust des Arbeitsplatzes. Auch wurden von den Patienten keine Einschränkungen im „daily life“, Sport oder Beruf angegeben (DASH-Score). Die Auswertung der DASH-Score Ergebnisse ergab einen Durchschnittswert von 4,4 Punkten.

Das Follow-up betrug im Durchschnitt 16 Monate.

In keinem Fall wurde im Vergleich zur gesunden Hand eine Bewegungseinschränkung festgestellt.

Nach knöcherner Ausheilung kam es nur in einem Fall zum Auftreten von Schmerzen in Ruhe, bei Belastung der betroffenen Hand gaben 13 Patienten Schmerzen an.

Bei der Messung der groben Kraft traten weder bei den Männern noch bei den Frauen nennenswerte Unterschiede im Vergleich der betroffenen zur gesunden Hand auf.

In allen Fällen ist die ca. 1 cm lange Narbe auf dem Handrücken so gut wie nicht sichtbar.

Mit der Doppel-K-Draht Methode wurde eine Operationsmethode gefunden, bei der das ursprüngliche operative Vorgehen und die Weiterentwicklung der Kanülierung als Grundlage genommen wurden.

Aufgrund der Untersuchungen hat sie sich bewährt. Sie wird im Klinikum rechts der Isar von Dr. K-D. Werber durchgeführt und ist hier mittlerweile Standard.

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Handwurzel- und Mittelhandknochen von palmar (20, S.46)	5
Abb.2: Handwurzel- und Mittelhandknochen von dorsal (20, S.47)	6
Abb.3: Os scaphoideum (20, S.48)	7
Abb.4: Blutversorgung des Scaphoids von dorsal (1, S.801)	8
Abb.5: Blutversorgung des Scaphoids von volar (1, S.801)	8
Abb.6: Pathomechanismus der Scaphoidfraktur (1, S.800)	9
Abb.7: Pathomechanismus der Scaphoidfraktur (15, S.229)	10
Abb.8: Klassifikation der Scaphoidfraktur nach Herbert (1, S.805)	10
Abb.9: Beispiel: Röntgenkontrolle 6 Wochen nach Osteosynthese mit Herbert-Schraube (21, S.216)	12
Abb.10: Prä- und postoperative CT- Diagnostik einer ausgeprägten dislozierten Scaphoidfraktur (21, S.216)	13
Abb.11: Darstellung des Wirkungsprinzips einer Doppelgewindeschraube am Beispiel der Herbert-Schraube (1, S.813)	15
Abb.12: Instrumentarium	16
Abb.13: Ansetzen des Bohrdrahts am Scaphoid	17
Abb.14: Einklopfen der Bohrdrähte	17
Abb.15: Aufsetzen der Bohrmaschine	18
Abb.16: Bohrung	18
Abb.17: Bohrung	19
Abb.18: Längenmessung	19
Abb.19: Schraubenlänge	20
Abb.20: Vorbohren des Führungsdrahts	20
Abb.21: Entfernung des Bohrdrahts	21
Abb.22: Aufbohren für Schraubenkopf	21

Abb.23: Proximaler Teil des Scaphoids aufgebohrt	22
Abb.24: Auswahl der Schraube	22
Abb.25: Einbringung der Doppelgewindeschraube	23
Abb.26: Entfernung des Führungsdrahts	23
Abb.12-26: Erstellt von der Graphischen Abteilung des Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München	
Abb.27: Lagekontrolle im Bildwandler (dorsal)	24
Abb.28: Lagekontrolle im Bildwandler (radial)	24
Abb.29: Beispiel: Narbe	37
Abb.27-29: Patientenbeispiele, erstellt im Klinikum rechts der Isar der TUM	
Abb.30: Scaphoidfraktur mit „Humpback“-Rotation der Fragmente (21, S.215)	38

## 9. Diagrammverzeichnis

<b>Diagramm</b>	<b>1: Altersverteilung</b>	<b>30</b>
	<b>2: Vorbehandlung</b>	<b>32</b>
	<b>3: Frakturtyp</b>	<b>32</b>
	<b>4: Grobe Kraft</b>	<b>35</b>
	<b>5: DASH- Score</b>	<b>37</b>

## 10. Literaturverzeichnis

1. Amadio P.C., Taleisnik J.: Fractures of the carpal bone (1993), In: Green, D. P.: Operative Hand Surgery, 3. Auflage , Vol.1, Churchill Livingstone New York, Edinburgh, London, Melbourne, Tokio, 799- 860
2. Bertolini R., Leutert G., Rother P., Scheuner G., Wendler D.: Systematische Anatomie des Menschen (1995), 5. Auflage, Ullstein Mosby GmbH&Co. KG, Berlin/ Wiesbaden, 57
3. Böhler L.: Konservative und operative Therapie der Fraktur des Os naviculare carpi (1933),Wien med. W.schr. 85, 1085
4. Böhler L., Trojan E., Jahna H.: Behandlungsergebnisse von 734 frischen, einfachen Brüchen des Kahnbeinkörpers der Hand, WiederherChir. Traum. 2, 86-111; S. Karger, Basel-New York1954.
5. Brauer R.B., Dierking M., Werber K-D.: Die Anwendung der Herbert-Schraube mit der Freehand-Methode zur Osteosynthese der frischen Scaphoidfraktur, Unfallchirurg 1997;100:776-781
6. Clay N.R., Dias J.J., Costigan P.S., Greeg P.J., Barton N.J.: Need the thumb be immobilized in scaphoid fractures? A randomized prospective trial (1991), J. Bone Joint Surg. 73B , 828-832
7. Eitenmüller J.P., Haas H.G.: Behandlungsergebnisse bei 258 Kahnbeinverletzungen (1978), Arch. Orthop. Traum. Surg. 91, 45-51
8. Gelbermann R.H., Menon J.: The vascularity of the scaphoid bone (1980), J. Hand. Surg. 5, 508-513
9. Germann G., Wind G., Harth A.: Der DASH-Fragebogen - Ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität, Handchir. Plast. Chir. (1999) 149-152, Hippokrates Verlag Stuttgart
10. Haddad F.S., Goddard N.J.: Acute percutaneous scaphoid fixation. A pilot study. J Bone Surg [Br] 1998; 80: 95-99

11. Herbert T.J. , Fisher W.E.: Management of the fractured scaphoid using a new bone screw (1984), J. Bone Jt. Surg. 66 B, 114-123
  
12. Inoue G., Shionoya K.: Herbert screw fixation by limited access for acute fractures of the scaphoid. J Bone Joint Surg [Br] 1997 ; 79: 418-421
  
13. Kapandji I.A. : Funktionelle Anatomie der Gelenke, Schematisierte und kommentierte Zeichnungen zur menschlichen Biomechanik, Band 1 : Obere Extremität (1984), Bücherei des Orthopäden, Enke Verlag Stuttgart, 130-157, 164-175
  
14. Krimmer H., Schmitt R., Herbert T.: Kahnbeinfrakturen- Diagnostik, Klassifikation und Therapie (2000), Unfallchirurg 103, 812-819
  
15. Mayfield J.K., Johnson R.P., Kilcoyne R.K.: Carpal dislocations: Pathomechanics and progressiv perilunar instability (1980), J. Hand Surg.5 , 226-241
  
16. Roesgen M., Hierholzer G.: Die klinische Problematik der Kahnbeinfraktur (1988), Unfallchirurgie 14, 139-147
  
17. Rudigier J.: Kurzgefasste Handchirurgie, Klinik und Praxis (1997), Hippokrates Verlag Stuttgart, 114
  
18. Schädel-Höpfner M., Böhringer G., Gotzen L.: Die perkutane Osteosynthese der Scaphoidfraktur mit der Herbert-Whipple-Schraube, Technik und Resultate, Handchir Mikrochir Plast Chir 2000; 32: 271-276
  
19. Schauwecker F.: Osteosynthese Praxis – Ein Atlas zur Unfallchirurgie (1972), Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 8
  
20. Schmidt H.M., Lanz U.: Chirurgische Anatomie der Hand (1992), 1. Auflage; Hippokrates Verlag Stuttgart, 46-77
  
21. Schmitt R., Lanz U.: Bildgebende Diagnostik der Hand (2004), 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York
  
22. Schumacher G-H.: Anatomie für Zahnmediziner (1997), Lehrbuch und Atlas, 3. Auflage, Hüthig Verlag Heidelberg, 890-899
  
23. Sennwald G.: Das Handgelenk (1987), Springer Verlag Berlin-Heidelberg, 13-46

24. Slade J.F.: Arthroscopic Assisted Dorsal Percutaneous Scaphoid Fixation: Surgical Technique, American Society for Surgery of the Hand, 56<sup>th</sup> Annual Meeting, October 4-6, 2001 Baltimore, Maryland, Kongressschrift, 1-8
25. VBG-Verwaltungsgenossenschaft: Standards für Heilverfahren und Rehabilitation, Schriften zur Rehabilitation und Entschädigung, Band 2, 74-78
26. Weller S.: Zur Behandlung von frischen Kahnbeinfrakturen der Hand (1960), Deutsche Medizinische Wochenschrift, 544-546
27. Werber K-D.: The Early Treatment of Scaphoid Fracture With A Scaphoid Screw (Herbert ASSH Meeting, 26- 29. Oct. 1994, Cincinnati), Kongressschrift, 1-20
28. Werber K-D.: Operative Behandlung – Doppel-K-Draht Methode (44. Symposium DAH, 23.-25.10.2003, Liederhalle Stuttgart), Kongressvortrag
29. Whipple T.L.: Stabilisation of the fractured scaphoid under arthroscopic control, Orthop Clin North Am 1995;26: 749-754
30. Wilhelm A.: Gelenkdenervation und ihre anatomischen Grundlagen (1966), Hefte Unfallheilkunde 86, 1-109

## 11. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt

Herrn Dr. K-D. Werber  
für die Vergabe des Themas und die Unterstützung während der Arbeit,  
dafür auch ein großes Dankeschön an das ganze Team der Handchirurgie,

Herrn Univ.-Prof. Dr. Dr.h.c. J. R. Siewert  
für die Möglichkeit, die vorliegende Arbeit an der von ihm geleiteten Klinik durchzuführen,

Herrn Prof. Dr. B. Kinner für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung und die  
Korrektur der Arbeit,

meinen Freund Stefan Stübinger und dessen Vater Herrn Prof. Dr. B. Stübinger für die  
Vermittlung der Arbeit,

meinen Eltern, besonders meinem Vater, der mir immer eine große Hilfe war

und meinem Mann Albert Mayer für seine Geduld und sein Verständnis.

## 12. Lebenslauf

Name: Mayer, Simone Xenia  
Geburtsname: Wartenberg  
Geburtsstag: 20.06.1979  
Geburtsort: Ingolstadt  
Adresse: Albert-Schweitzer-Str. 32, 85049 Ingolstadt  
Bekenntnis: römisch-katholisch

Name und Beruf des Vaters: Dr. Sebastian Wartenberg  
Allgemeinarzt

Name, Geburtsname und Beruf der Mutter: Beate Wartenberg, geb. Mayer  
Hörgeräteakustikerin  
Adresse: Albert-Schweitzer-Str. 32, 85049 Ingolstadt  
Geschwister: Sebastian Wartenberg, geb. 22.02.1981

Heirat: Standesamt 18.06.1998  
Kirche 20.06.1998  
mit Albert Mayer, geb. 01.04.1970,  
Bankkaufmann

Kinder: Christiane Mayer, geb. 03.01.2006

Bildungsweg:  
Schulzeit: Grundschule an der Stollstrasse ab September 1985  
Christoph-Scheiner-Gymnasium ab September 1989  
Ende des Schulbesuchs: Abitur 26.06.1998  
Studium der Zahnmedizin: Beginn Wintersemester 1998/1999 an der  
LMU München  
14.10.1999 Naturwissenschaftliche Zahnärztliche  
Vorprüfung  
01.10.2001 Zahnärztliche Vorprüfung  
26.05.2004 Zahnärztliche Prüfung  
03.06.2004 Approbation als Zahnärztin

Berufstätigkeit: Seit 01.07.2004 Vorbereitungsassistentin bei Dr. Klaus  
Kleinbauer, Schöffbräustr.11, 85049 Ingolstadt  
03.03.2006 Beginn der Elternzeit