

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen  
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. K. Weise

**Langfristige Nachuntersuchungsergebnisse**  
**operativ behandelter**  
**Olekranonfrakturen**

**Inaugural-Dissertation**

zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der

Medizinischen Fakultät  
der Eberhard-Karls-Universität  
Tübingen

vorgelegt von  
Patrick Oster  
aus Böblingen

2003

Dekan: Professor Dr. C. D. Claussen

1. Berichterstatter: Professor Dr. F. Maurer

2. Berichterstatter: Privatdozent Dr. E. Winter

Meinen Eltern





# Inhaltverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Entwicklungsgeschichte	3
1.2 Anatomie und Biomechanik des Ellenbogengelenkes	4
1.2.1 Articulatio cubiti	4
1.2.1.1 Articulatio humero-ulnaris	6
1.2.1.2 Articulatio humero-radialis	7
1.2.1.3 Articulatio radio-ulnaris proximalis	7
1.2.2 Gelenkkapsel und Bandapparat	8
1.2.3 Muskulatur des Ellenbogengelenkes	10
1.2.4 Gefäßversorgung des Ellenbogengelenkes	12
1.2.5 Nervenbahnen im Ellenbogengelenk	13
1.3 Olekranonfrakturen (Literatur)	15
1.3.1 Klassifikation	15
1.3.1.1 AO Klassifizierung	15
1.3.1.2 Morphologische Klassifizierungen	16
1.3.2 Verletzungsursachen / Unfallmechanismen	22
1.3.3 Begleitverletzungen	24
1.3.3.1 Knöcherne Begleitverletzungen	25
1.3.3.2 Haut- und Weichteilschäden	27
1.3.3.3 Begleitverletzungen von Muskeln und Sehnen	28
1.3.3.4 Nerven- und Gefäßläsionen	29
1.3.4 Diagnostik	29
1.3.4.1 Klinische Symptome	29
1.3.4.2 Radiologische Untersuchung	31
1.3.5 Therapie	33
1.3.5.1 Konservative Therapie	33
1.3.5.2 Operative Therapie	35
1.3.5.2.1 Indikation	36
1.3.5.2.2 Operationszeitpunkt	36
1.3.5.2.3 Lagerung	37
1.3.5.2.4 Operativer Zugang	37

1.3.5.2.5	Operationsverfahren	39
1.3.5.2.5.1	Theoretische Grundlagen der Zuggurtung	42
1.3.5.2.5.2	Operationstechnik	43
1.3.5.2.5.3	Einfragmentfrakturen (Querfrakturen)	44
1.3.5.2.5.4	Schrägfrakturen	46
1.3.5.2.5.5	Mehrfragmentfrakturen	47
1.3.5.2.5.6	Mehrgradig offene Trümmerfrakturen	47
1.3.5.3	Postoperative Behandlung	48
1.3.5.4	Funktionelle Nachbehandlung	49
1.3.5.5	Metallentfernung	50
1.3.5.6	Komplikationen	50
<b>2.</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>55</b>
2.1	Patientenkollektiv	55
2.2	Fragebogen	55
2.3	Erhebungsbogen	55
2.4	Nachuntersuchung	58
<b>3.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>60</b>
3.1	Epidemiologie	60
3.1.1	Alters- und Geschlechterverteilung	60
3.1.2	Beruf	61
3.1.3	Frakturlokalisierung	61
3.2	Diagnostik	62
3.2.1	Unfallhergang	62
3.2.2	Frakturtypen	63
3.2.2.1	Frakturtyp unter verschiedene Aspekten	65
3.2.2.2	Frakturtyp und Unfallart	66
3.3	Begleitverletzungen	67
3.3.1	Knöcherner Begleitverletzungen	67
3.3.2	Gefäß- und Nervenverletzungen	67
3.4	Haut- und Weichteilverletzungen	68
3.5	Behandlung	68
3.5.1	Präoperative Behandlung	68

3.5.2	Konservative Therapie	69
3.5.3	Operative Therapie	70
3.5.3.1	Operationszeitpunkt	70
3.5.3.2	Operationstechnik	71
3.5.3.2.1	Anästhesie	71
3.5.3.2.2	Lagerung und operativer Zugang	71
3.5.3.3	Osteosynthese	72
3.6	Nachbehandlung	74
3.6.1	Postoperative Behandlung	74
3.6.1.1	Postoperative Frakturruhistellung	75
3.6.1.2	Physiotherapeutische Nachbehandlung	75
3.6.2	Komplikationen	76
3.6.3	Krankenhausaufenthalt	79
3.6.4	Funktion bei Nachuntersuchungen / Gutachten	80
3.7	Metallentfernung	80
3.7.1	Metallverweildauer	81
3.7.2	Besserung nach der Metallentfernung	82
<b>4.</b>	<b>Nachuntersuchungsergebnisse</b>	<b>83</b>
4.1	Intervall der Nachuntersuchung	83
4.2	Fragebogen	84
4.3	Frakturlokalisierung	84
4.4	Beschwerden im Gelenk	85
4.4.1	Unterteilung der Beschwerdesymptomatik	86
4.4.1.1	Belastungsabhängigkeit	86
4.4.1.2	Wetterfühligkeit	87
4.4.1.3	Weitere Beschwerden	87
4.4.1.4	Stärke der Schmerzen	88
4.4.2	Belastungsprobleme	89
4.5	Arbeitsfähigkeit nach Unfall	89
4.6	Gesamtbeurteilung	89
4.7	Klinischer Befund	91
4.7.1	Lokale Inspektion	91

4.7.1.1	Gelenkkonfiguration	91
4.7.1.2	Haut, Weichteile, Narbenbild	91
4.7.1.3	Sensibilitätsstörungen	92
4.7.1.4	Druckschmerz	92
4.7.1.5	Arthrotisches Reiben	93
4.7.2	Grobe Kraft	93
4.7.3	Umfangsmessung	94
4.7.4	Muskelatrophie	94
4.7.5	Funktionsprüfung	95
4.7.5.1	Streckung	96
4.7.5.2	Beugung	97
4.7.5.3	Supination	97
4.7.5.4	Pronation	98
4.7.5.5	Übrige Gelenke des verletzten Armes	98
4.7.5.6	Funktionsgriffe	99
4.8	Radiologischer Befund	100
4.8.1	Beurteilung der Unfallbilder	100
4.8.2	Beurteilung der Röntgenbilder nach Osteosynthese	101
4.8.2.1	Osteosynthesematerial	101
4.8.2.2	Implantat-Fraktur-Winkel	102
4.8.2.3	Lage der Kirschner-Drähte	103
4.8.3	Röntgenbilder bei Nachuntersuchung	104
4.8.3.1	Fehlstellungen im Gelenk	104
4.8.3.2	Gelenkspalt	105
4.8.3.3	Artikuläre Veränderungen	105
4.8.3.4	Arthrotische Veränderungen	107
4.9	Gesamtbeurteilung	107
<b>5.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>111</b>
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>136</b>
<b>7.</b>	<b>Fallkasuistiken</b>	<b>137</b>
<b>8.</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>161</b>
<b>9.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>162</b>

<b>10. Anhang</b>	<b>173</b>
10.1 Bewertungsschemata	173
10.2 Fragebogen	175
10.3 Erhebungsbogen	176



### **1. Einleitung**

Als typische Verletzung im Ellenbogengelenk weist die Fraktur des Olekranons besondere Probleme hinsichtlich ihrer Behandlung auf, die auf den anatomischen Gegebenheiten beruhen. Einerseits steht das Olekranon bei den Bewegungen im Ellenbogengelenk durch den breit an seiner Spitze ansetzenden M. triceps brachii immer unter Einwirkung starker Zug- und Biegunskräfte, andererseits kommt es bei Verletzungen des Ellenhakens fast regelmäßig zu Gelenkeröffnungen, da die Gelenkkapsel das Olekranon weit umgreift.

In der Literatur sind sehr unterschiedliche Behandlungsmöglichkeiten beschrieben. Die Empfehlungen reichen von der konservativen Behandlung bis zur Operationsindikation für jede Olekranonfraktur. Seit längerem besteht jedoch weitgehende Einigkeit darüber, daß zur vollständigen Wiederherstellung der Funktion des Ellenbogengelenkes eine feste Vereinigung und stufenlose Adaptation der Frakturfragmente notwendig ist. Die in vielen Fällen wenig befriedigenden Ergebnisse der konservativen Therapie haben zahlreiche Autoren zur Suche nach brauchbaren Operationsverfahren veranlaßt [6].

Die Grundlage für den Beginn einer operativen Therapie bestand in der von Lister [51] beschriebenen Drahtnaht und wird von Wolfgang et al. [107] als „Meilenstein“ in der modernen Chirurgie angesehen.

Die operativen Verfahren kann man in drei Gruppen zusammenfassen:

Fiolle (1918) beschrieb das Verfahren der Exzision von proximalen Fragmenten. Über gute Resultate bei der Exzision und Naht der Trizepssehne an das distale Fragment berichteten einige Autoren [14, 25, 100], während Hey Groves (1936) dieses Vorgehen ablehnte, weil der betroffene Ellenbogen durch Verkleinerung des Hebelarmes für den M. triceps brachii an Kraft verliere.

Es besteht die Möglichkeit, die Fraktur durch eine intramedulläre Fixierung zu behandeln. Zu diesen Methoden zählt die Schraubenosteosynthese, der Rush-pin, Küntscher-, Tapezier- und Smith-Peterson-Nagel und der Kirschner-Draht.

Bei der Maatz'schen Federschraube findet durch den Federdruck eine Fragmentadaptation statt.

Bei den extramedullären Behandlungsmöglichkeiten wäre die, wie schon oben von Lister [51] beschriebene, Drahtnaht zuerst zu erwähnen, weil sie die Grundlage für die operative Therapie darstellte und am häufigsten angewendet wurde. Sie wird entweder durch den Knochen oder bei kleineren Fragmenten subperiostal angelegt. Zu den Methoden zählen außerdem der U-Nagel, die Zuelzer-Klammer, sowie die Plattenosteosynthese und die von Weber [102] beschriebene Zuggurtungsosteosynthese. Dabei nimmt der Zuggurtungsdraht auftretende Zugkräfte auf, und Druckkräfte werden vom Knochen abgestützt, wodurch die Tragfähigkeit wiederhergestellt wird. Die axiale interfragmentäre Kompression wird dabei durch die Vorspannung des Drahtes erzeugt und durch die Belastung verstärkt.

Viele der erwähnten Behandlungsverfahren führen zu einer unzureichenden Fragmentretention und den damit verbundenen Nachteilen. So lässt sich zwar immer eine günstige und auch gelenkgerechte Fragmentstellung erzielen. Aber schon kurze Zeit nach der Operation kommt es häufig durch die weiter auf das Frakturgebiet einwirkenden Zug- und Biegunskräfte durch den M. triceps brachii zur Dislokation, Diastase und Stufenbildung der Fragmente. Es können eine Pseudarthrose und als Spätergebnis eine Arthrose im Ellenbogengelenk auftreten. Die mit den jeweiligen Operationsverfahren und vor allem bei der konservativen Behandlung verbundenen, relativ langen Ruhigstellung im Gipsverband trägt zu den insgesamt gesehen mäßigen Behandlungsergebnissen bei.

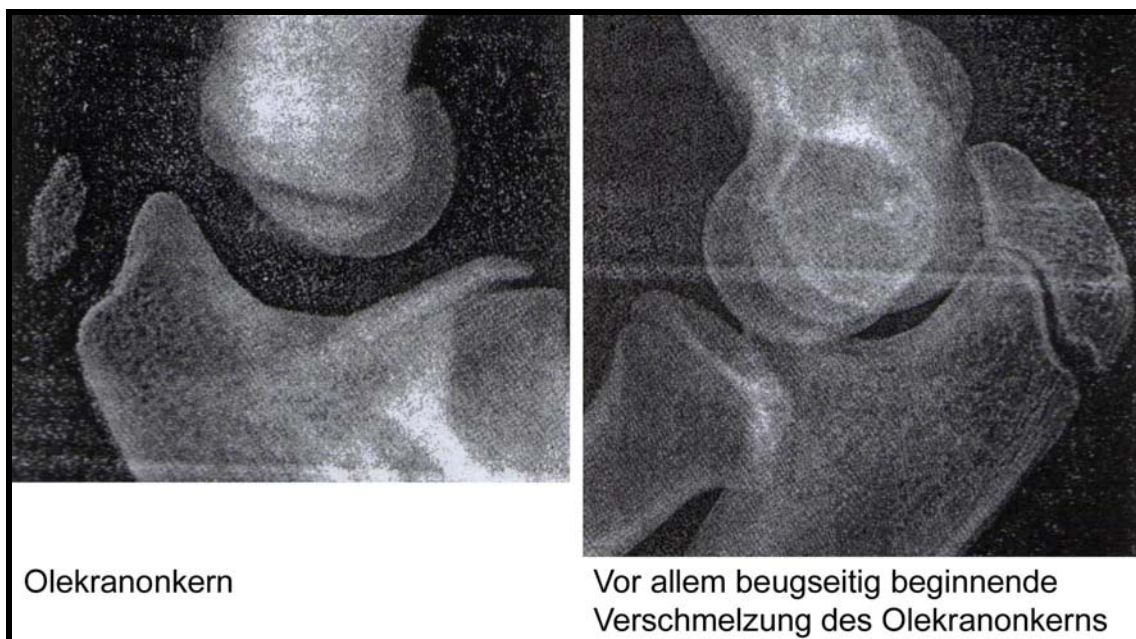
Die Komplikationsrate nach Olekranonfrakturen ist somit abhängig von der Art der Verletzung, vom gewählten Behandlungsverfahren und von den Begleitverletzungen.

Die Zielsetzung dieser Arbeit liegt darin, anhand einer retrospektiven Studie die im Zeitraum von 1979 bis 1993 an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen behandelten Olekranonfrakturen zu beschreiben, die verwendeten Behandlungskonzepte darzulegen, und die erhobenen Daten mit anderen Studien zu vergleichen.



### 1.1. Entwicklungsgeschichte

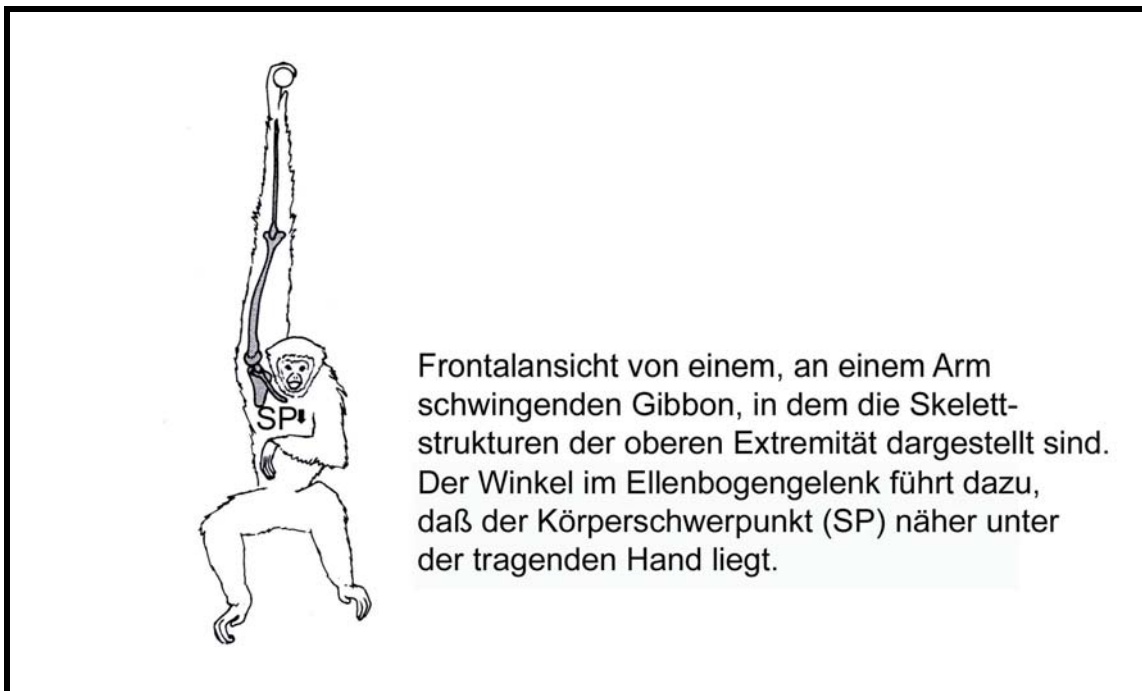
Die Extremitäten entstehen gegen Ende der vierten Woche als Auswüchse der ventrolateralen Körperwand. Die Armknospen sind am 26. Tag nach der Ovulation sichtbar [62, 63]. Zwei Drittel des Olekranons werden von einem frühembryonal angelegten, perichondralen Ossifikationszentrum des Schaftes ausgehend bereits im kindlichen Alter zunehmend verknöchert. Der Epiphysenkern, der sich zwischen dem 4. und 11. Lebensjahr im Olekranon bildet, trägt nur zur Ausformung der Ellenhakenspitze bei, und seine sich zwischen dem 13. und 17. Lebensjahr schließende Epiphysenfuge markiert eine knorpelarme bzw. knorpelfreie Linie im Gelenk [53]. Nach Brossmann et al. [5] endet die proximale Ulna bis zum 10.-11. Lebensjahr plump, erst jenseits dieser Altersspanne tritt dann ein röntgenologisch nachweisbarer kleiner Olekranonkern auf, der auch mehrfach angelegt sein kann.



**Abbildung 1: Olekranonkern [5]**

In der Vertebratenentwicklung ist das Olekranon, individuellen Erfordernissen entsprechend, in Form und Stärke sehr unterschiedlich ausgebildet [53]. Der Mensch besitzt wie die Brachiatoren (Primaten mit überwiegender Fortbewegung auf den vorderen Gliedmaßen) ein kurzes Olekranon und eine geringere

Masse des Streckmuskels (*M. triceps brachii*) als die Quadrupeden (Primaten mit ausgewogenen Vierbeinigkeit). Bei diesen wird das Körpergewicht durch eine Streckung im Ellenbogengelenk fortbewegt, wodurch ein zapfenartiges überstehendes Olekranon als kraftsparender Hebelarm dient [36]. So findet man nach Lugger und Russe [53] bei den Carnivora (Raubtiere) als ausgeprägtem Beispiel einer Zugepiphyse einen überdurchschnittlich langen Ellenhöcker, wie er zu schnellen und ausdauernden Bewegungen auf dem Land erforderlich ist. Ein hohes Olekranon würde hingegen verhindern, daß der Arm bis zur völligen Geraden gestreckt werden kann. Die Streckbarkeit ist beim Hangeln vom Vorteil: Erhöhung der Reichweite sowie das Verlaufen der Kräfte resultierende des pendelnden Körpers fast genau durch die Körperachse [36, 63].



**Abbildung 2: Streckbarkeit im Ellenbogengelenk [63]**

## **1.2 Anatomie und Biomechanik des Ellenbogengelenkes**

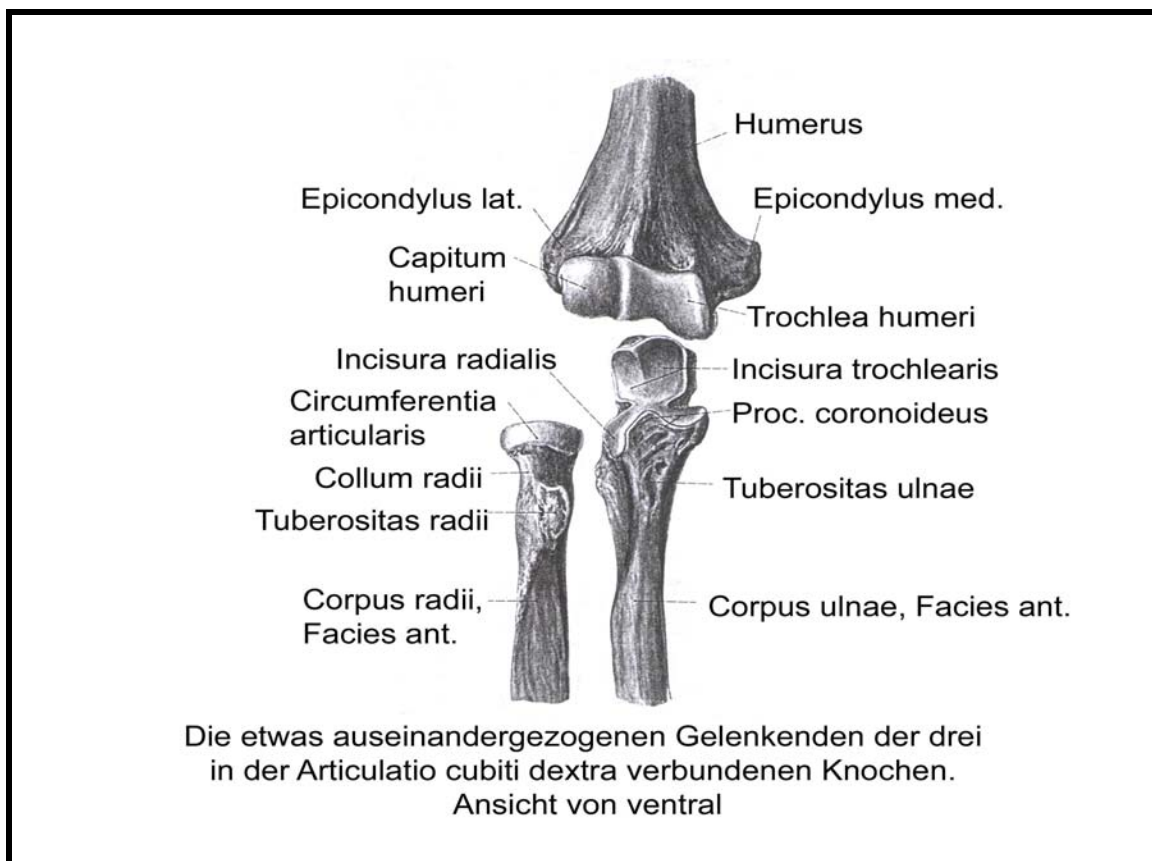
### **1.2.1 Articulatio cubiti**

Das Ellenbogengelenk ist eines der kompliziertesten Gelenke des menschlichen Körpers [95]. Es unterscheidet sich gegenüber der Vielzahl der beweglichen Knochenverbindungen dadurch, daß es eines der wenigen Gelenke ist, in dem drei Knochen, distaler Humerus, proximale Ulna (Elle) und Radiusköpf-

chen (Speiche), gelenkig miteinander verbunden sind. Es wird deshalb auch als zusammengesetztes Gelenk (*Articulatio composita*) bezeichnet [99].

Diese anatomische Einheit wird von einem gemeinsamen Kapsel-Band-Apparat umschlossen. Das Ellenbogengelenk stellt räumlich ein Gelenk dar, funktionell weist es jedoch drei Teilgelenke auf. Die anatomische Konstruktion lässt Bewegungen in zwei Ebenen zu und dient vor allem der Flexion und Extension im Humeroulnar- und Humeroradialgelenk, sowie Pro- und Supination im proximalen Radioulnargelenk. Die Stabilitätssicherung des Gelenkes erfolgt einerseits durch die Bandführung, andererseits durch die knöchernen Komponenten [33, 106].

Humerus, Radius und Ulna artikulieren insgesamt wie bei einem zweiachsigen Drehscharniergelenk (*Trochoginglymus*) [84].



**Abbildung 3: Articulatio cubiti [96]**

### 1.2.1.1 Articulatio humero-ulnaris

Das Humeroulnargelenk ist ein reines Winkel- oder Scharniergelenk (eine Hauptachse) und kann als Hauptgelenk des Ellenbogengelenks bezeichnet werden. In ihm erfolgen die Beuge- und Streckbewegungen des Unterarmes gegen den Oberarm. Der konvexe Gelenkkörper (Gelenkkopf) wird von der gekielten Rolle des Humerus (Trochlea humeri) gebildet, in die der konkave Körper, die halbmondförmige, mit einer knöchernen Führungsleiste versehene „Ellenzange“ (Incisura trochlearis ulnae) greift (Gelenkpfanne). Im Zentrum der Incisura trochlearis befindet sich meist ein kleines Areal ohne Knorpel. Im Vergleich zum Schultergelenk, das eine ausgesprochene Muskelführung besitzt, hat dieses Gelenk eine starre, knöcherne Führung, die außer der Beugung und Streckung keine andere Bewegung zulässt [99]. Die „Knochenzange“ der Ulna wird vorne durch den Proc. coronoideus und hinten durch das Olekranon gebildet. Der Ellenhaken greift bei der Streckung des Armes in eine entsprechende Aushöhlung (Fossa olecrani) des Oberarmknochens und verhindert dadurch mechanisch eine Überstreckung des Armes. Der Proc. coronoideus fügt sich in die entsprechende Struktur des Humerus (Fossa coronoidea) ein [22, 84].

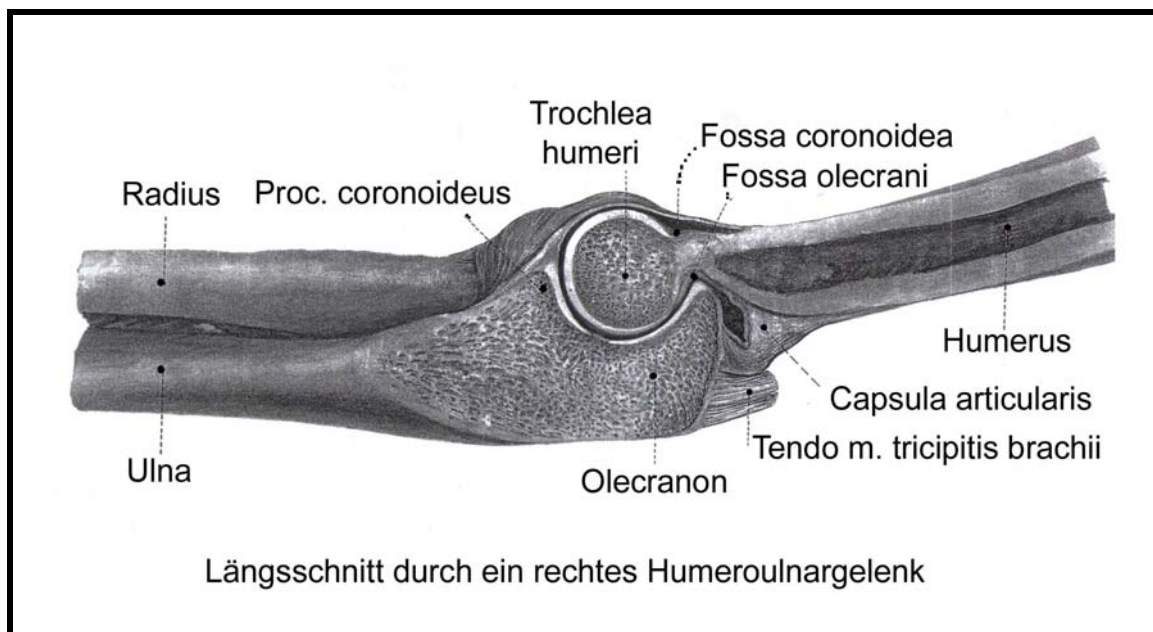


Abbildung 4: Articulatio humero-ulnaris [98]

Die Verbindung zwischen Humerus und Ulna ist so eng, daß sie selbst nach Durchtrennung aller Verstärkungs- und Hemmungsbänder weiterhin aufrechterhalten wird. Aber die starke Knochenführung dient in erster Linie nicht der Luxationsstabilität, sondern der Spurtreue der Gelenkkörper im Bewegungsablauf [106]. Dadurch wird ein seitliches Verschieben der etwas schräg angeführten Elle verhindert [22]. Die „Bewegungsachse“ verläuft transversal etwas unterhalb der Epikondylen durch Trochlea und Capitulum humeri [98].

#### **1.2.1.2 Articulatio humero-radialis**

Die Speiche muß der Bewegung der Elle im Humeroradialgelenk folgen. Es artikulieren das halbrunde Köpfchen des Humerus (Capitulum humeri) mit der tellerförmigen Vertiefung (Fovea capitis radii) des Radiusköpfchens [22]. Das Gelenk könnte aufgrund der Form der Gelenkkörper ein Kugelgelenk sein.

Durch das Lig. anulare radii (Ringband), welches sich um das Radiusköpfchen herumlegt, wird der Radius an der Ulna fixiert. Von den drei Bewegungsmöglichkeiten eines Kugelgelenkes bleiben nur zwei Grade der Bewegung übrig:

1. Die Scharnierbewegung, das Beugen und Strecken, bei der das Radiusköpfchen (Caput radii) auf dem Capitulum humeri gleitet, und
2. die Drehbewegung, bei der das Radiusköpfchen sich innerhalb der Schlinge des Lig. anulare auf dem Capitulum humeri dreht [84]. Der dritte Freiheitsgrad für seitliche Bewegungen (Abduktion/ Adduktion) entfällt.

Das Gelenk erhält somit den Charakter eines zweiachsigen Drehwinkelgelenkes (Trochoginglymus) [99]. Es besitzt keine knöcherne Führung und ist im wesentlichen für Druckbelastung konstruiert. Über das Ringband und das Radioulnargelenk wird die Kraft teilweise auf die Ulna übertragen [92, 106].

#### **1.2.1.3 Articulatio radio-ulnaris proximalis**

Die letzte gelenkige Verbindung, das proximale Radioulnargelenk stellt ein Zapfengelenk dar. Dieses einachsige Drehgelenk ist unter mechanischen Gesichtspunkten mit einem Kugellager vergleichbar. Die in ihm artikulierenden Flächen sind die Circumferentia articularis radii (Gelenkkopf) und die Incisura radialis ulnae (Gelenkpfanne). Ergänzt und zugleich verstärkt wird dieses Gelenk durch

das bereits oben erwähnte kräftige, 1 cm breite und mit der Gelenkkapsel eng verbundene Lig. anulare radii, auf dessen Innenfläche zum Teil die Bewegung der Speiche um die Elle mit erfolgt.

Das Gelenk ermöglicht zusammen mit dem distalen Radioulnargelenk die Umwendbewegung der Speiche um die Elle. Beide Gelenke sind funktionell als ein Gelenk anzusehen, das jedoch räumlich getrennt ist [61]. Die Speiche dreht sich um eine schräg durch den Unterarm verlaufende Längsachse, während die Elle dabei still steht.

Bei gestrecktem Ellenbogengelenk umfaßt die Umwendbewegung des Armes (durch Nutzung der zusätzlichen Rotationsmöglichkeiten des Schultergelenks) 230°, bei gebeugtem Ellenbogengelenk 140-160° [98, 99].



**Abbildung 5: Umwendbewegung im Unterarm [98]**

### 1.2.2 Gelenkkapsel und Bandapparat

Alle drei Teilgelenke werden von einer einheitlichen Kapsel umgriffen. Sie ist vorne und hinten weit und dünn; seitlich wird sie durch Kollateralbänder verstärkt. Maximale Beugung spannt die hinteren, maximale Streckung die vorderen Abschnitte des seitlichen Kapselapparates an [99]. Die Gelenkkapsel inse-



riert ventral (Beugeseite) am proximalen Rand der Fossa coronoidea, zieht über den Proc. coronoideus und das Radiusköpfchen hinweg und ist distal des Proc. coronoideus an der Ulna und am Lig. anulare radii verankert. Auf der dorsalen (Streckseite) zieht die Kapsel vom proximalen Teil der Fossa olecrani zur Ulna und zum Lig. anulare radii, wobei von dessen Unterrand die Kapsel noch etwa 1 cm nach distal inseriert. Die Kapsel ist hier sehr zart und bildet eine Ausstülpung (Recessus sacciformis), die bei den Umwendbewegungen des Unterarmes als Reservefalte dient. Das Olekranon selbst, sowie die beiden Epikondylen liegen außerhalb des Gelenkraumes. Das Olekranon liegt unmittelbar unter der Haut. Zwischen seinem Periost und der Subcutis kommt regelmäßig ein Schleimbeutel, die Bursa subcutanea olecrani, vor. Die Innenseite der Gelenkkapsel wird von einer Synovialmembran ausgekleidet. Sie haftet an den Knorpelrändern der gelenkbildenden Knochen. Der Gelenkraum besitzt vier Rezesus (Recessus coronoideus, Rec. olecrani, Rec. anularis und Rec. sacciformis).

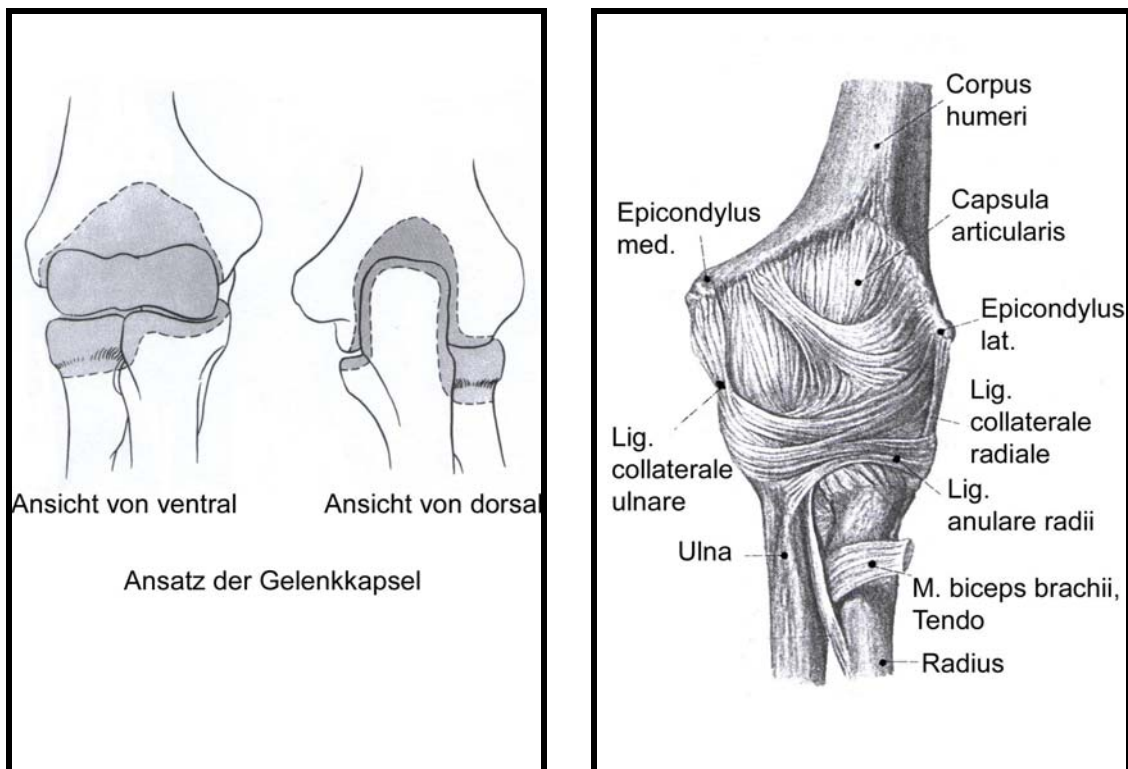


Abbildung 6: Gelenkkapsel und Bänder um das Ellenbogengelenk [63, 96]

Große funktionelle Bedeutung haben die Verstärkungsbänder der Gelenkkapsel, in die sie teilweise eingewoben sind. Auf der Beugeseite sowie auf der Streckseite ziehen Verstärkungszüge in gerader, querer und schräger Richtung. In den Seitenteilen der Gelenkkapsel befinden sich straffe Seitenbänder, die von den Epicondylus medialis et lateralis fächerförmig zum Radius und Ulna hin ausstrahlen. An dem besonders starken, ellenwärts gelegenen Seitenband (Lig. collaterale ulnare) unterscheidet man zwei Anteile, einen vorderen, am Seitenrand des Proc. coronoideus endenden, und einen hinteren, sich am Olekranon befestigenden Strang. Dadurch ist ein Teil der Bänderfasern in jeder Gelenkstellung gespannt. Während dieses Band ein seitliches Abweichen der Ulna verhindert, muß das speichenwärts verlaufende Band (Lig. collaterale radiale), so gebaut sein, daß es die Rotationsmöglichkeiten der Speiche nicht einschränkt. Dies wird dadurch gewährleistet, daß es nicht am Radius selbst, sondern am Lig. anulare radii ansetzt und mit diesem verwächst. Dieses Band besitzt ebenfalls zwei Schenkel. Durch die Ligg. collateralia wird eine Seitwärtsbewegung im Ellenbogengelenk verhindert [98].

Das bereits erwähnte Lig. anulare radii verläuft vollständig in der Gelenkkapsel um das Radiusköpfchen herum und inseriert vorne und hinten an der Ulna. Zusammen mit der Incisura der Ulna bildet es einen osteofibrösen Ring. Das Lig. anulare hält somit Ulna und Radius zusammen, wobei jedoch Pro- und Supinationsbewegungen ungehindert möglich sind [61, 99].

### **1.2.3 Muskulatur des Ellenbogengelenkes**

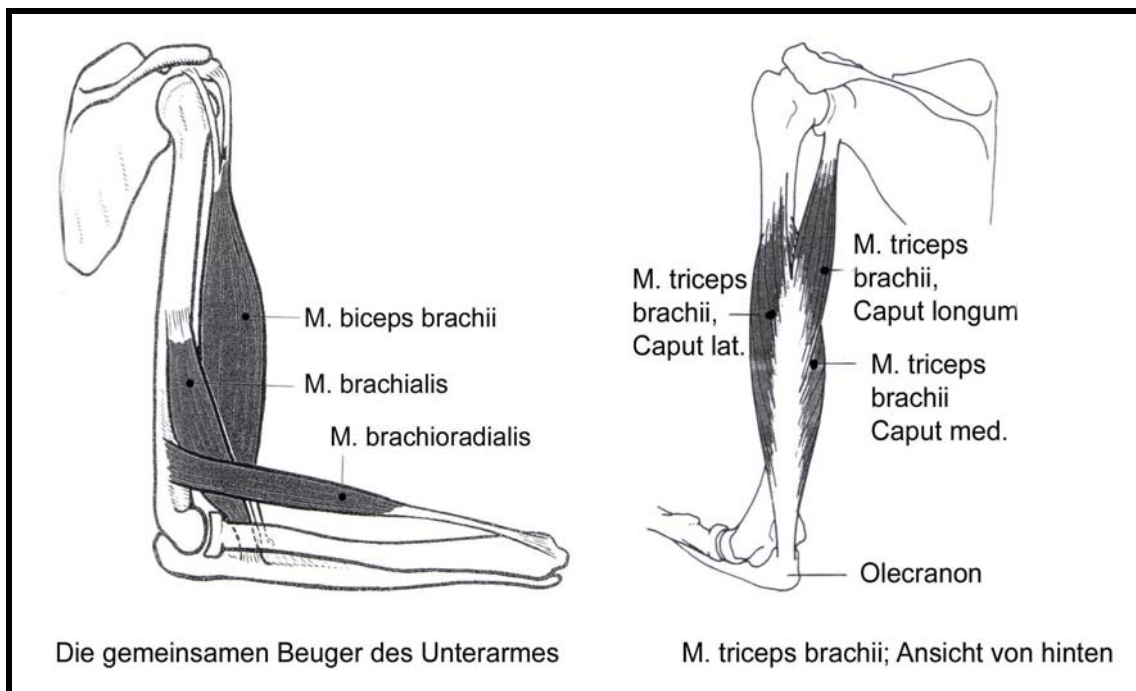
An der Stabilisierung und der Bewegung des Ellenbogengelenkes sind sowohl Oberarm- als auch Unterarmmuskeln beteiligt.

Die vorne gelegenen Beugemuskeln des Oberarmes sind stärker gegliedert und kräftiger als die hinten lokalisierten Strecker. An der Vorderseite des Oberarmes liegen drei verschiedene Beuger, denen dorsal nur ein Strecker gegenübersteht. An der Ulna befestigt sich der eingelenkige M. brachialis, am Radius der zweigelenkige M. biceps brachii. Die Beugergruppe wird außerdem durch den M. brachioradialis, der am Unterarm lokalisiert ist, ergänzt. Die beiden Radiusbeuger bekommen dadurch, daß sie am rotierenden Radius angreifen, zusätz-



lich eine Supinationswirkung und sind somit wesentlich vielseitiger als der M. brachialis. Der M. brachioradialis hat von allen Beugern den längsten und damit günstigsten Hebelarm. Der physiologische Querschnitt der drei Beuger ist etwa 60 % größer als der der Strecker, was sich durch die stärkeren funktionellen Belastungen der Beuger beim Heben, Tragen oder Zugreifen erklärt.

Der dreiköpfige M. triceps ist der einzige Streckmuskel am Oberarm (dorsale Muskelgruppe). Er befestigt sich mit einer breiten, flächenhaften Sehne am Olekranon der Ulna. Zwischen Trizepssehne und Olekranon liegt die Bursa subtendinea m. tricipitis brachii. Gelegentlich kommt auch ein Schleimbeutel (Bursa intratendinea olecrani) innerhalb der Ansatzsehne vor [98].



**Abbildung 7: Die Muskelgruppen des Ellenbogengelenkes [56, 99]**

Der Radius hat keinen eigenen Strecker. Er muß also passiv mitgeführt werden. Ähnlich wie der Bizeps wirkt der Trizeps gleichzeitig auf das Schultergelenk. An der lateralen Seite schließt sich in Gelenknähe noch der M. anconaeus an, der vielfach als vierter Trizepskopf bezeichnet wird. Dieser kurzfasrige, fächerförmige Muskel sorgt auch für den Zusammenhalt von Ulna und Radius.

Die beiden Pronatoren (M. pronator teres und M. pronator quadratus) und der M. supinator wirken speziell auf die Drehachse des Unterarmes ein.

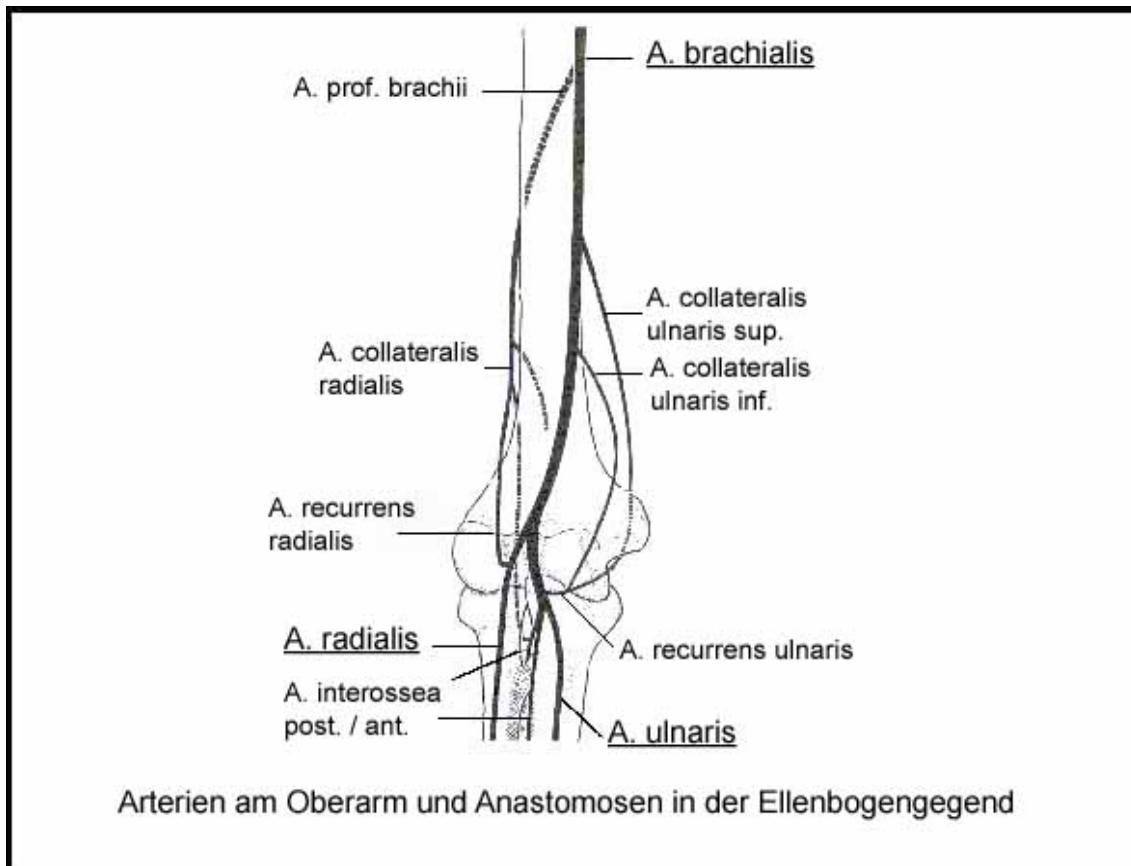
Außerdem gibt es auch hier zahlreiche andere Muskelgruppen des Armes, die auch die Pro- und die Supinationsbewegungen mitbeeinflussen (s. M. biceps brachii bei der Supination), wie umgekehrt auch die Drehmuskeln auf die anderen Bewegungskomponenten des Ellenbogengelenkes wirken [82].

#### **1.2.4 Gefäßversorgung des Ellenbogengelenkes**

Die Blutversorgung des Armes erfolgt hauptsächlich durch eine kräftige Arterie, die in die Achselhöhle eintritt, und dann im wesentlichen an den Beugeseiten der Gelenke in den Bindegewebslogen zwischen den großen Muskelgruppen nach distal verläuft. Die Streckseite wird vermieden. Dem liegt ein funktionelles Prinzip zugrunde, wonach bei den Beugebewegungen die Arterien durch ihren Einbau in die Bindegewebsarchitektur der Muskellogen mitbewegt werden können, so daß Abklemmungen und Unterbrechungen der Blutversorgung vermieden werden [82].

Die A. subclavia, die zur A. axillaris und weiter distal zur A. brachialis wird, verläuft medial vom M. biceps brachii im Sulcus bicipitalis med. bis zur Ellenbeuge. Bevor sie ihren eigentlichen Kurs in der Beugerloge nimmt, gibt sie nach dorsal zur Streckerloge die A. profunda brachii ab. Sie teilt sich weiter distal in zwei Arterien für das Rete articulare cubiti auf [83].

Knapp oberhalb der Ellenbeuge liegt die A. brachialis oberflächlich direkt unter der Oberarmfaszie [90]. In der Ellenbeuge teilt sie sich in ihre beiden Endäste, die A. radialis und die A. ulnaris, wobei die Höhe der Aufzweigung der A. brachialis stark variieren kann [83]. Die A. ulnaris ist stärker ausgebildet als die A. radialis. Letztere setzt die Verlaufsrichtung der A. brachialis fort. Die A. ulnaris zieht von der Ellenbeuge zur ulnaren Seite des Unterarmes [61].



**Abbildung 8: Verlauf der Arterien durch die Ellenbeuge [90]**

Die Venen am Arm folgen den gleichnamigen Arterien, wobei jedoch meist eine Arterie von zwei Venen begleitet wird. Diese drei Gefäße werden dann von einer gemeinsamen Bindegewebsscheide umgeben. Demgegenüber bilden die oberflächlichen Hautvenen ein eigenes Drainagesystem, das nicht von Arterien begleitet wird [83]. Diese Venen fließen über die V. cephalica an der Radialseite des Unterarms über die Ellenbeuge in den Sulcus bicipitalis lat. des Oberarms und proximal in die V. axillaris. Aus den Venen der ulnaren Seite des Unterarms formiert sich die V. basilica. Sie erreicht die Ellenbeuge im medialen Bereich, verläuft oberhalb im Sulcus bicipitalis med. und mündet in eine der beiden Vv. brachii ein.

### 1.2.5 Nervenbahnen im Ellenbogengelenk

Die innervierenden Nerven für die obere Extremität stammen aus dem Plexus brachialis (C<sub>5</sub>- Th<sub>1</sub>).

Der N. radialis läuft dorsal vom Humerus in einer steilen Schraubentour im Sulcus n. radialis nach distal. In der Beugerloge zieht er zur Ellenbeuge und teilt sich im Bereich des Caput radii in seine beiden Endäste R. superficialis und R. profundus auf [61]. Der N. radialis innerviert motorisch alle Streckmuskeln des Armes sowie den M. supinator und den M. brachioradialis. Außerdem versorgt er sensibel die Streckseite des Armes [83].

Der N. ulnaris verläuft in der medialen Bizepsrinne distalwärts und erreicht zwischen dem Epicondylus medialis des Humerus und dem Olekranon im Sulcus n. ulnaris den Unterarm und zieht dann auf der Beugeseite zum Handgelenk. Der N. ulnaris stellt den Hauptnerv für die Innervation der Handmuskeln dar. Am Unterarm innerviert er motorisch den M. flexor carpi ulnaris. Sensible Äste gehen zum Handrücken. Zu einer Schädigung kann es im Bereich des Sulcus n. ulnaris in Höhe des Epicondylus medialis kommen. Im Sulcus liegt der Nerv direkt unter der Haut („Musikantenknochen“) [61, 83].

Der N. musculocutaneus dringt gleich in die Beugerloge des Oberarms ein, wo er auch die Beugemuskeln innerviert. Ein Hautast zieht zum Unterarm [84].

Der N. medianus bildet mit dem N. ulnaris und den A. und V. brachialis zusammen in dem Sulcus bicipitalis medialis (mediale Bizepsrinne) den großen Gefäß-Nerven-Strang des Armes. Mit den Armgefäßen tritt der N. medianus in die Ellenbeuge ein und verläßt diese, indem er durch den M. pronator teres hindurch zieht. Motorisch innerviert er den größten Teil der Beuger im Unterarmbereich und sensibel das Ellenbogengelenk [61].

### **1.3 Olekranonfrakturen (Literatur)**

#### **1.3.1 Klassifikation**

Für die Olekranonfraktur gibt es bislang keine Standarderteilung, jedoch existiert eine Vielzahl von Ansätzen die Fraktur zu klassifizieren [53, 63].

Nach der anatomischen Nomenklatur hört das Olekranon mit einer Senkrechten am tiefsten Punkt der Incisura trochlearis ulnae auf, also etwa in der Mitte der Gelenkfläche [12, 53]. Die distal davon gelegenen Gelenkanteile des Proc. coronoideus ulnae gehören im anatomischen Sinne schon zur proximalen Ulna [12]. Die Frakturen in diesem Bereich werden im folgenden auch als dem Olekranon zugehörig behandelt.

Die AO-Klassifikation unterscheidet zwischen extra- und intraartikuläre Frakturen und in die jeweilige Beteiligung der beiden Unterarmknochen. Diese Einteilung ist jedoch schwer reproduzierbar und bietet keine klassifikationsbezogenen Therapiekonzepte [104]. Die weiteren Klassifikationen beschreiben die Anforderungen einer internen Fixation bei unterschiedlicher Frakturmorphologie.

##### **1.3.1.1 AO Klassifizierung**

Bei Frakturen des proximalen Segmentes des Unterarms werden die beiden Knochen Radius und Ulna als einziges Gelenk betrachtet, wobei der Radius den lateralen und die Ulna den medialen Anteil darstellt [63, 69].

Beim Typ A handelt es sich um eine extraartikuläre Fraktur. Die Einteilung hängt von dem betroffenen Knochen ab. So stellt A1 die alleinige Ulnafraktur dar, A2 eine alleinige Radiusfraktur und A3 eine Fraktur beider Knochen.

Die Typ B Fraktur ist eine partielle Gelenkfraktur, die die Gelenkfläche eines der beiden Knochen betrifft. Die Gruppe B1 beschreibt die Fraktur der Ulna mit intaktem Radius, B2 die Fraktur des Radius mit intakter Ulna und in die B3 Gruppe werden intraartikuläre Frakturen einer der beiden Unterarmknochen mit einer gleichzeitigen Fraktur des anderen Knochens eingeteilt [69].

Die Typ C Fraktur ist eine reine artikuläre Fraktur, wobei die Gelenkflächen beider Knochen beteiligt sind. Die Gruppe C1 beinhaltet einfache Frakturen der beiden Unterarmknochen, C2 eine einfache Fraktur eines der Knochen zu-

sammen mit einer Mehrfragmentfraktur des anderen und C3 beschreibt eine Mehrfragmentfraktur von beiden Knochen [69].

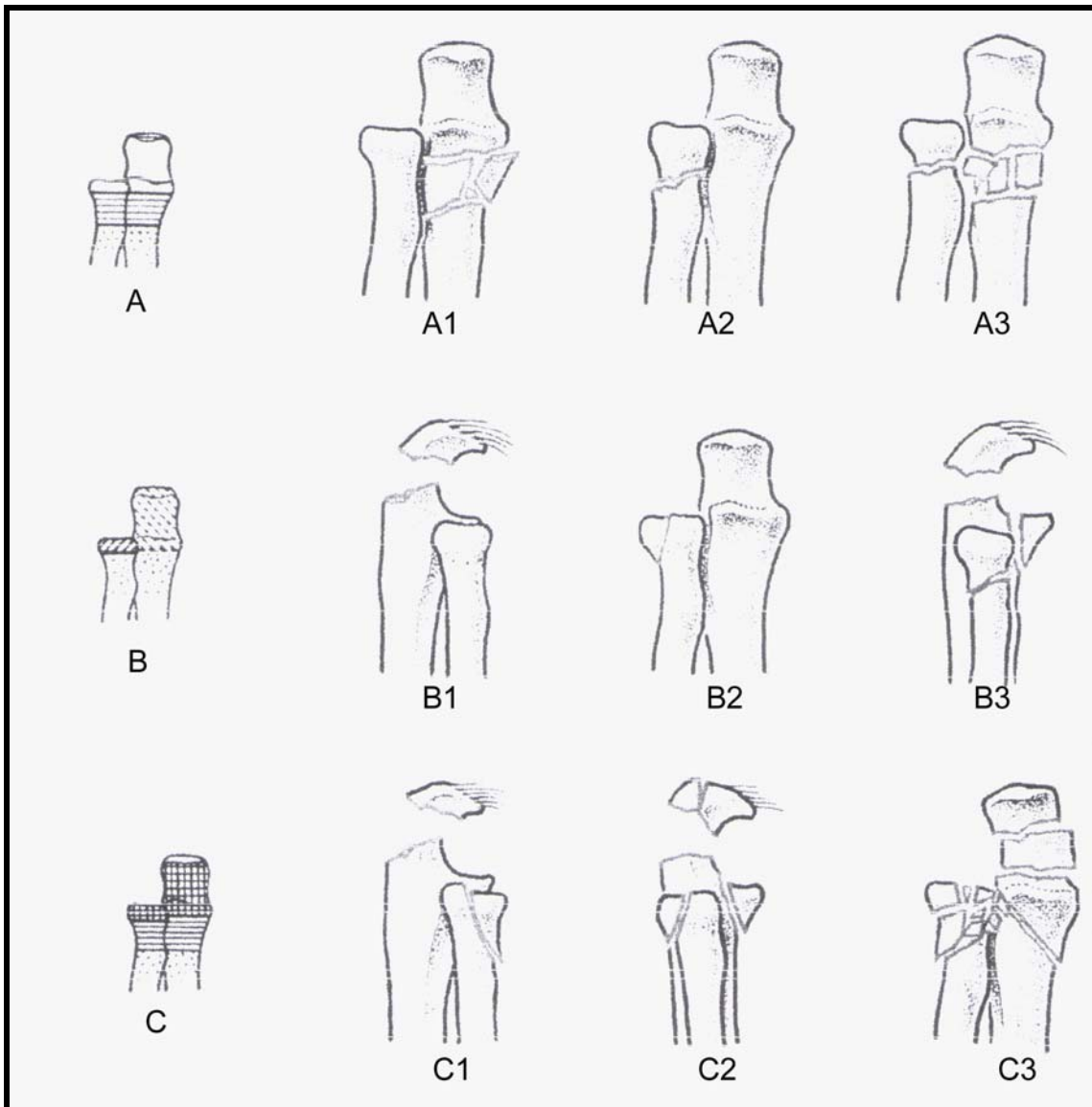


Abbildung 9: AO-Klassifizierung [69]

### 1.3.1.2 Morphologische Klassifizierungen

Colton (1873) klassifizierte als einer der ersten Autoren die Frakturen systematisch [64].

Er unterteilt in:

- A Avulsion Group (Olekranonspitzenregion)
- B Oblique / Transverse Group (Schräg- und Querfraktur)
- C Unclassified (z.B. Trümmerbrüche)
- D Fracture Dislocation (sog. „Monteggia- Typ“)

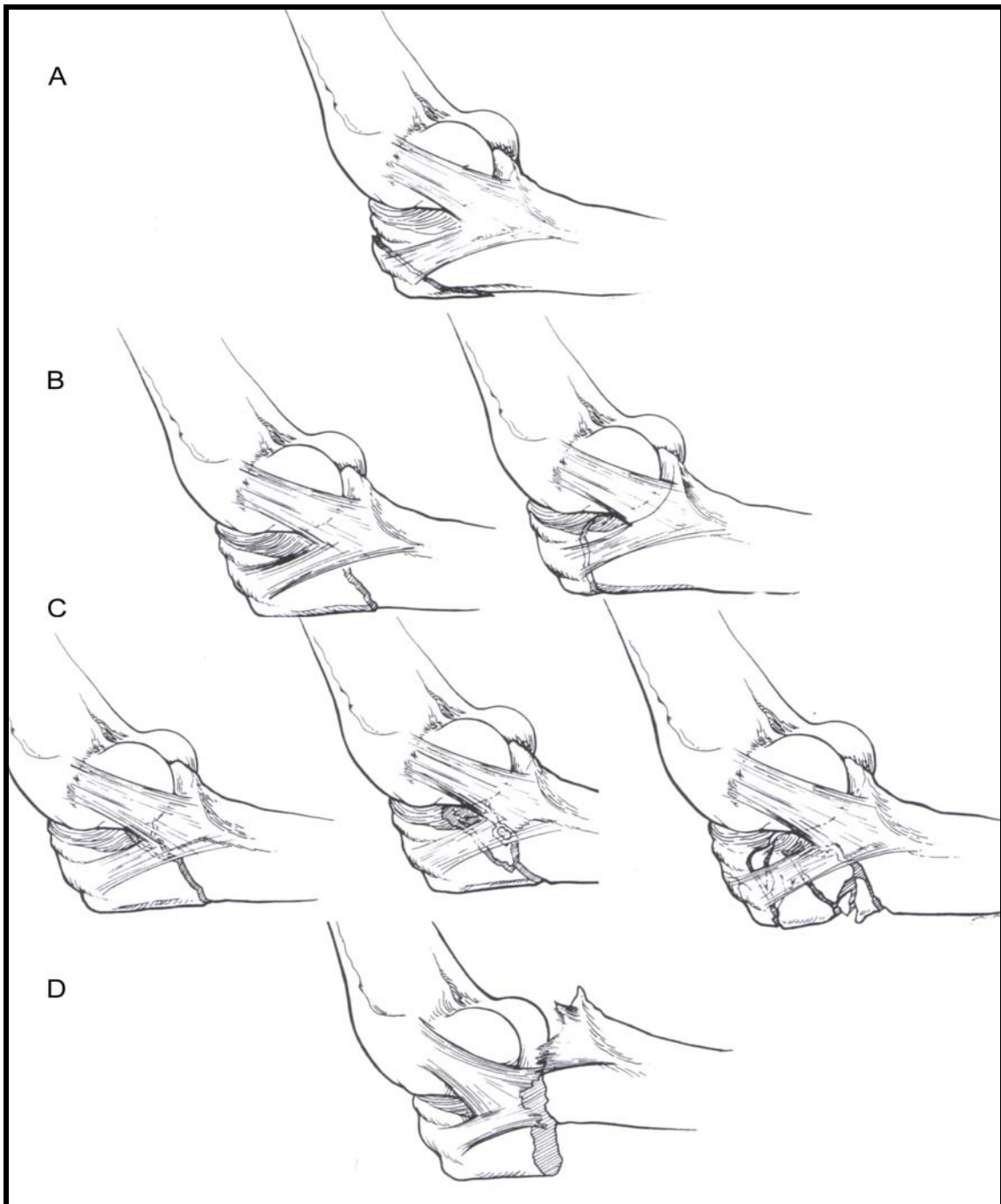


Abbildung 10: Klassifizierung nach Colton [8, 63]

Die folgenden Autoren [3, 8, 11, 12, 17, 23, 27, 28, 35, 38, 53, 54, 59, 67, 71, 79, 88, 89, 91, 94, 107] beschrieben nahezu identische Klassifikationen, die jedoch in ihrer Komplexität variieren. Diese Einteilungen basieren auf der Morphologie der Fraktur und dem Bestehen von Zugkräften der Kollateralbänder. Stellvertretend für diese Gruppe wird hier die Schatzker Klassifikation dargestellt:

### Schatzker Klassifikation

Eine im angelsächsischen Sprachraum weit verbreitete und in Europa zunehmend akzeptierte Klassifizierung wurde von Schatzker [88] entwickelt. Er bezog in seine Klassifikation mechanische Überlegungen des Frakturtypes und sich daraus ergebende Notwendigkeiten für eine interne Stabilisierung ein [31]. Die Lage der Frakturlinie zu den Kollateralbändern des Gelenkes ist maßgebend [53]:

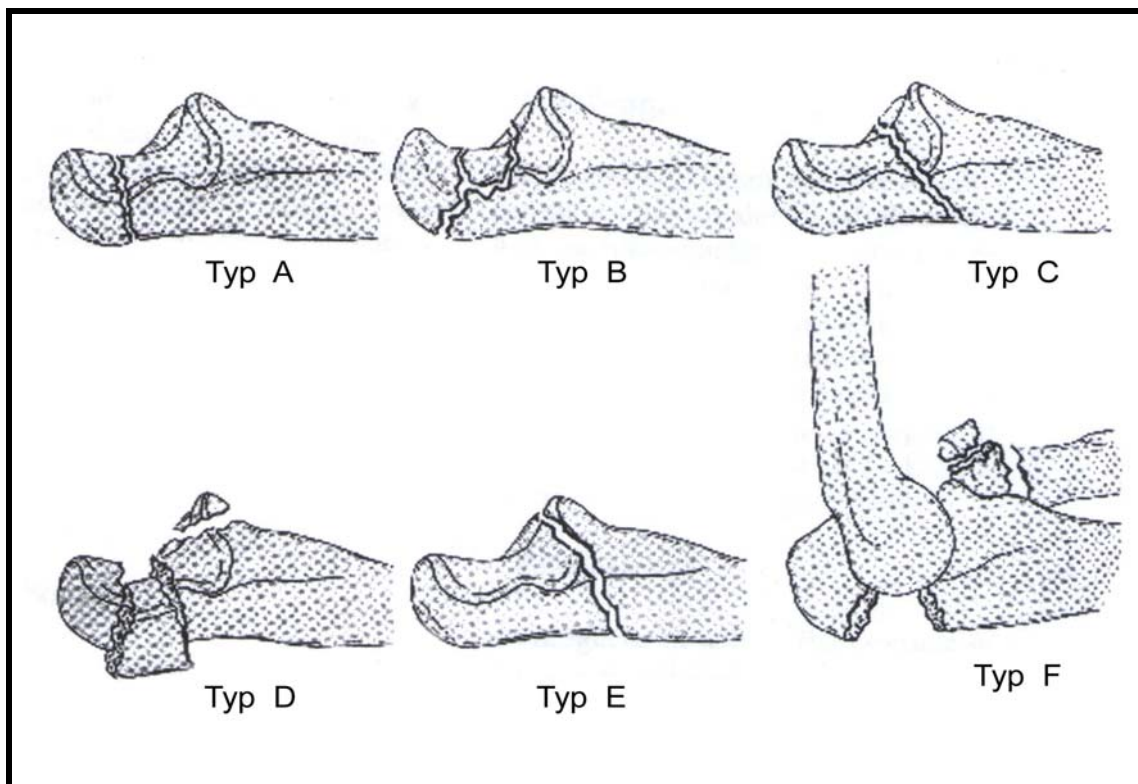


Abbildung 11: Klassifizierung nach Schatzker [31, 88]



### Typ A: Querfraktur:

Die Frakturlinie verläuft quer vom tiefsten Punkt der Incisura trochlearis ulnae zur Gegenseite.

### Typ B: Querfraktur mit Impaktation der Gelenkfläche:

Der Bruch zeigt ein typisches intermediäres, in die Tiefe geschlagenes Gelenkfragment.

### Typ C: proximale Schrägfraktur:

Die Frakturlinie verläuft vom vorderen Teil der Incisura trochlearis ulnae nach distal streckseitig.

### Typ D: Mehrfragment- bzw. Trümmerfraktur

Die Frakturlinien sind atypisch. Die Trümmerzone kann sich in den Unterarm fortsetzen und oftmals ist ein beugseitiges, den Proc. coronoideus tragendes Schaffragment mitausgebrochen.

### Typ E: distale Schrägfraktur

Die Frakturlinie zieht vom Proc. coronoideus nach distal streckseitig.

### Typ F: Luxationsfrakturen mit Abscherung des Proc. coronoideus

Hier liegt eine Fraktur am oder etwas proximal des Proc. coronoideus vor, so daß eine Instabilitätsebene im Gelenk entsteht.

Binden die Bänder nur noch den Ellenhaken und nicht mehr den Unterarm an den distalen Oberarm erklärt sich die mögliche Kombination des Schrägbruches mit der Verrenkung des Unterarmes nach volar hin [53].

In der folgenden Tabelle werden die Häufigkeiten von Olekranonfrakturen in Vergleichsstudien dargestellt. Über die Hälfte der Autoren nahm eine Einteilung der Frakturen mit einem proximalen Fragment in Querfrakturen und Schrägfrakturen vor. Andere Kriterien wurden unterschiedlich berücksichtigt.

Autor		Anzahl der Frakturen	Abrißfraktur	Querfraktur	Schrägfraktur	Impression der Gelenkfläche	Trümmerfraktur	Fraktur des Proc.coronoideus	Luxationsfraktur
Luther et al.	1968	72	12	45	6		5	4	
Kouwenhoven et al.	1969	33	2	23	6		2		
Blank	1972	40		15	12		13		
Deliyannis	1973	11					11		
Hofbauer et al.	1976	71		45	7		8		11
Schmelzeisen	1977	46		22	11	5	8		
Kiviluoto et al.	1978	37		15	5		17		
Rettig et al.	1979	52		25	16		11		
Lorenz	1981	51	5	19	13		7	7	
Meier	1981	105	4	45	18	20	18		
Oestern et al.	1982	81		47	16		12		6
André et al.	1983	200	(11)	132	33		35		
Murphy et al.	1987	45		26	12		7		
König u. Kwasny	1990	116		83	21		12		
Hume et al.	1991	41		14	15	12			
			Abrißfraktur	Einfache Frakturen mit einem proximalen Fragment		Impression der Gelenkfläche	Trümmerfraktur	Region des Proc.coronoideus	Luxationsfraktur
Scheuba et al.	1970	87	22			54		11	
Povel et al	1979	27	5	7			13	2	
Horne et al.	1981	100	11	49		28		12	
Eitel et al.	1983	162	12	84			54	12	
Holdsworth et al.	1984	52		29			13		10
Macko et al.	1985	20		14			6		
Helm et al.	1987	48		13			35		
Wolfgang et al.	1987	45		20			11		14
Jaskulka et al.	1991	42	5	30			4	3	
Teasdall et al.	1993	18		2			15		1

Tab. 1: Häufigkeiten der Olekranonfrakturen in Vergleichsstudien

### Mayo Klassifikation

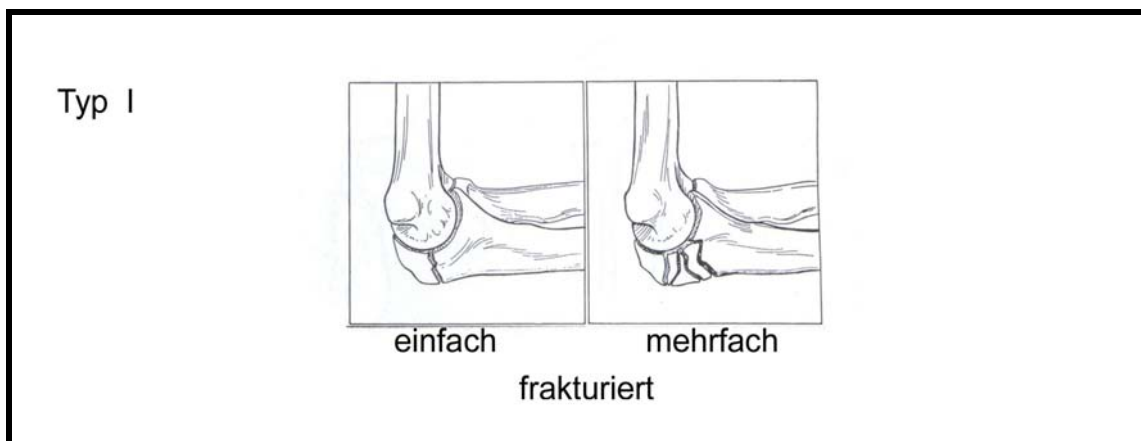
Die Mayo Klassifikation wird stellvertretend für die Autoren [26, 63, 74, 97, 107] aufgeführt, die in ihrer Einteilung das Bestehen bzw. das Ausmaß der Fragmentdislokation als ihr Hauptkriterium gewählt haben.

Nach Morrey [63] muß der Orthopäde 3 Faktoren der Fraktur berücksichtigen:

- Ist die Fraktur disloziert oder nicht disloziert?
- Ist es eine oder keine Trümmerfraktur?
- Ist es ein stabiler oder ein instabiler Bruch?

Typ I: nicht dislozierte Frakturen

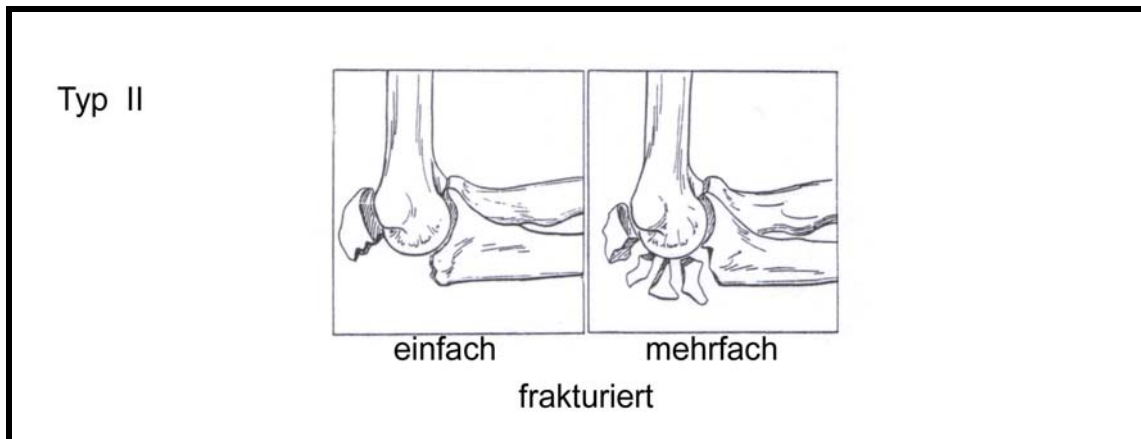
Dabei spielt es keine Rolle, ob ein einziges (Typ I A) oder mehrere (Typ I B) Fragmente vorliegen. Bei den Frakturen darf jedoch nur eine Dislokation die kleiner als 2 mm ist bestehen.



**Abbildung 12: Mayo Klassifikation (Typ I) [63]**

Typ II: dislozierte, aber stabile Fraktur

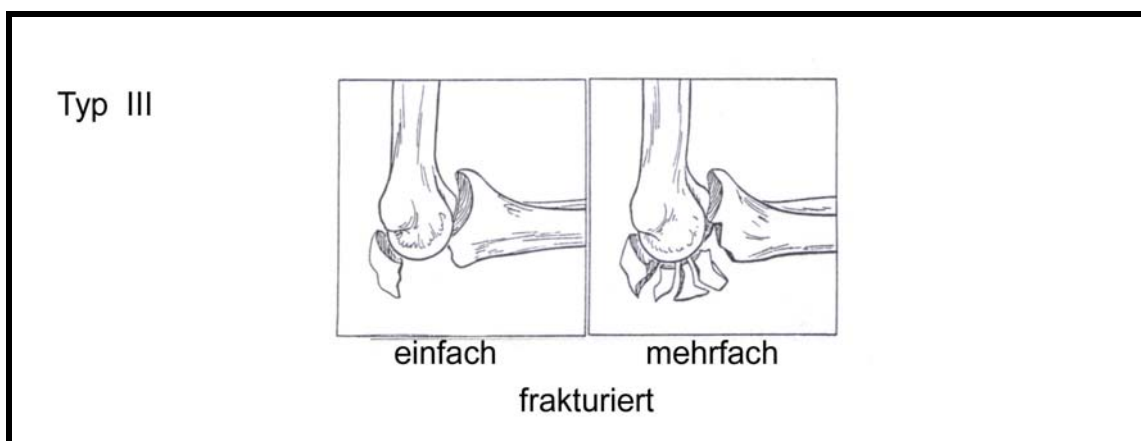
Die Dislokation der Fragmente ist größer als 2 mm, die Kollateralbänder sind intakt und der Unterarm ist in Bezug zum Oberarm stabil. Auch hier unterteilt man in eine Ein- (Typ II A) oder in eine Mehrfragmentfraktur (Typ II B).



**Abbildung 13: Mayo Klassifikation (Typ II) [63]**

Typ III: dislozierte und instabile Fraktur

Es muß keine Trümmerfraktur (Typ III A) bestehen, ist aber häufig mit einer (Typ III B) und zusätzlich mit einer Radiusköpfchenfraktur assoziiert. Die Frakturfragmente sind disloziert und das Gelenk ist instabil. Es handelt sich um eine Luxationsfraktur.



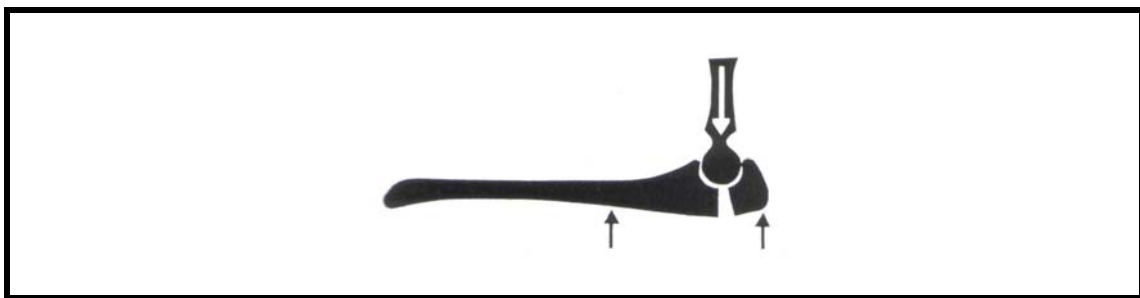
**Abbildung 14: Mayo Klassifikation (Typ III) [63]**

### 1.3.2 Verletzungsursachen / Unfallmechanismen

Das Olekranon ist nur durch einen dünnen, aber weiten und gut auf der Bursa olecrani verschieblichen Hautmantel geschützt. Aufgrund der exponierten streckseitigen Lage des Ellenhakens sind begleitende Weichteilschäden häufig

(traumatische Eröffnung der Bursa olecrani) [50]. Dementsprechend findet man oft Abschürfungs- und Prellungsmarken an dieser Stelle [53].

Die gängigste Verletzungsursache ist ein direkter Sturz auf den gebeugten Ellenbogen oder ein gewaltsamer Schlag auf den Ellenhaken, wobei die Trochlea humeri ähnlich einem Keil (Hypomochlion) auf das Olekranon wirkt [23]. Die Zange frakturiert an ihrer schwächsten Stelle, der Querfurche (s. Abbildung 15). Die Gelenkfläche der Incisura semilunaris trochlearis der Ulna zeigt hier für gewöhnlich eine vollständige quere Unterteilung der Knorpelfläche. Die Zangenmitte ist also bei Erwachsenen als eine anatomisch präformierte Schwachstelle des Ellenbogengelenks anzusehen [52].



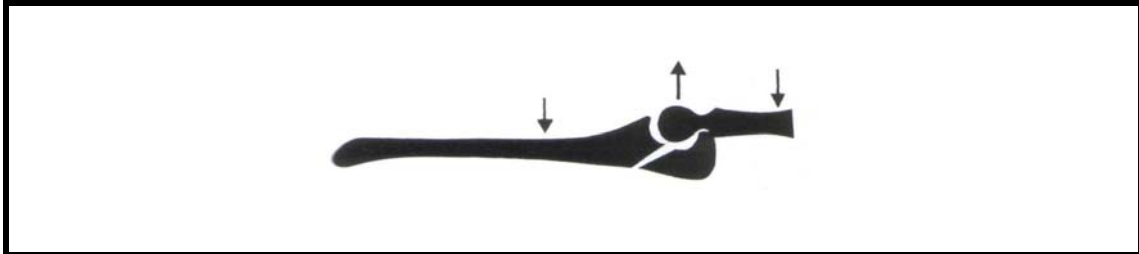
**Abbildung 15: Unfallmechanismus 1 [67]**

Die reflektorische Kontraktion des Musculus triceps brachii kann zur weiteren Dislokation des abgesprengten Fragmentes nach proximal hin führen. Der zusätzliche Riß des Reservestreckapparates begünstigt eine weitere Dislokation. Durch abrupte Beugung oder Streckung werden Abrißfrakturen des Ellenhakens hervorgerufen, wie sie auch im Hochleistungssport (Speer-, Diskus-, Hammerwerfen sowie beim Baseball Pitcher) auftreten [38]. Abrisse des Olekranons durch eine plötzliche, unkontrollierte Anspannung des Trizepsmuskels kommen nur selten vor [77, 78].

Bei direktem Sturz auf den Ellenhaken kommt es vor, daß die Oberarmrolle sich in die Gelenkfläche „einstanzt“. Die äußere Kontur des Knochens zeigt häufig nicht das Vorhandensein eines dritten Fragmentes [53].

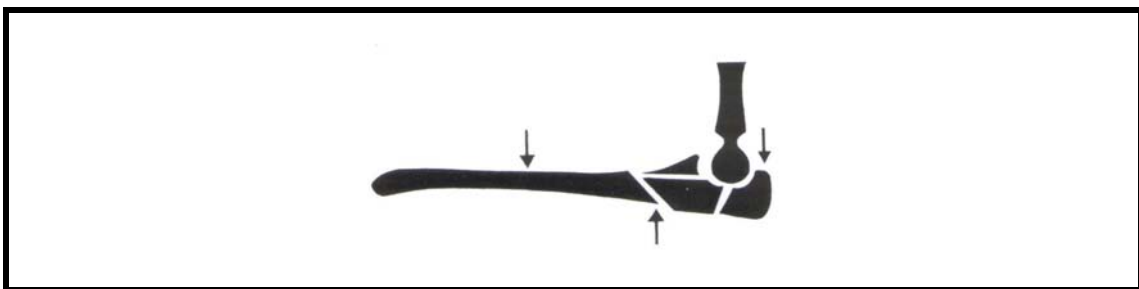
Schrägfrakturen können durch direkten Sturz auf die ausgestreckte Hand bei zusätzlich starker Trizepskontraktion verursacht werden (s. Abbildung 16). Die gewaltsame Überstreckung im Ellenbogengelenk führt trotz dämpfender Wir-

kung des intrakapsulären Fettkörpers in der Fossa olecrani zum Bruch des Olekranons und zum Riß der volaren Gelenkkapsel [53].



**Abbildung 16: Unfallmechanismus 2 [67]**

Trümmerfrakturen sind Folge eines direkten Hochenergietraumas. Sie weisen je nach Art, Wucht und Richtung der Krafteinwirkung, sowie der Widerstandskraft der Knochenstruktur verschiedenste Zerstörungsbilder auf (s. Abbildung 17).



**Abbildung 17: Unfallmechanismus 3 [67]**

Bei Kindern sind die Epiphysenfraktur und der Quer- oder Schrägbruch des Olekranons, weit von dessen Epiphysenfuge getrennt als Einzelverletzung selten Folge direkter Traumatisierung. Der Varus-Knickbruch ist eine eigenständige, sehr seltene kindliche Olekranonfraktur, die durch eine abnorme direkte Knickbelastung ausgelöst wird [53].

### **1.3.3 Begleitverletzungen**

Ein nur schmaler Weichteilmantel bedeckt das Olekranon und führt neben Frakturen häufig zu Quetschungen des Gewebes.

Die Begleitverletzungen haben einen wesentlichen Einfluß auf die Prognose dieser Verletzung. Fehleinschätzungen derselben führen zu Komplikationen.

Insbesondere die nicht rekonstruierbaren Frakturen des Radiusköpfchens beeinflussen die Stabilität nach Versorgung [104].

Häufige Begleitverletzungen sind der offene oder geschlossene Weichteilschaden mit der Notwendigkeit einer gelenküberbrückenden Fixation bis zur Konditionierung und Verschluss der Weichteile, begleitende Radiusköpfchenfrakturen und diaphysäre Radiusfrakturen und Ulnarisirritation [104].

### **1.3.3.1 Knöcherner Begleitverletzungen**

Die möglichen Kombinationsfrakturen sind Brüche des Radiusköpfchens, des Proc. coronoideus, des Ulna- und Radiuschaftes, des distalen Humerus, im Rahmen der Ellenbogenluxation und Monteggia- Frakturen.

- **Frakturen des Radiusköpfchens:**

Die begleitende Radiusköpfchenfraktur wird durch den Sturz auf den halbgestreckten Arm verursacht. Die von der Trochlea humeri bestimmte Kraftachse verläuft dabei in einem spitzen Winkel zur Ulna und ist gegen den distalen Anteil der Olekanongelenkfläche gerichtet. Da hierbei kein reiner Biegungs-, sondern auch ein Stauchungsmechanismus zur Olekanonfraktur führt, kann die Verkürzung der Ulna zu einer Mitbeteiligung des Radiusköpfchens oder zu einer Luxation führen [73].

Die reine Radiusköpfchenfraktur entsteht meist durch Sturz auf die ausgestreckte Hand, seltener durch direkten Schlag [95]. Durch die punktuelle Drucküberlastung vor allem der medialen Anteile des Köpfchens kommt es beim Sturz zur Fraktur [2]. Dislozierte Frakturen beeinträchtigen die Pro- und Supinationsbewegung oder die Flexions- und Extensionsbewegung.

- **Monteggia-Frakturen:**

Diese Frakturen repräsentieren eine eigene Entität unter den Verletzungen des proximalen Unterarms und sind eine Kombination aus proximaler Ulnafraktur mit Radiusköpfchenluxation [31]. Der Monteggia- Schaden kann in drei Typen eingeteilt werden: In den Extensionstyp mit vorderer Luxation des Speichenköpfchens, welcher durch eine typische Parierverletzung entsteht [94], in den

Flexionstyp (Galeazzi-Typ) mit hinterer Verrenkung und in die laterale Radiusverschiebung.

Autor	Datum	Radiusköpfchenfraktur	Luxationsfraktur	Fraktur des Proc. coronoideus.	Fraktur fern der Extremität	Fraktur des Humerus	Fraktur der Unterarmknochen	Monteggia-Fraktur
Scheuba et al.	1970	6	2	11	3	1	1	2
Blank	1972					2		1
Rehn	1973	9				3		
Hofbauer et al.	1976	4	11	2		2		
Povel et al.	1979		3			1	6	
Horne et al.	1981	5		2				
Meier	1981		1			2	1	
Oestern et al.	1982	8	6			5	3	
Macko et al.	1985			1	3			2
Wolfgang et al.	1987	14	14		6	3	3	
König u. Kilga	1990	22			5	2		
König u. Kwasny	1990	20	5		6	1	7	
Wentzensen	2000	16		12				4
		104	42	28	23	22	21	9

**Tab. 2: Knöcherne Begleitverletzungen in Vergleichsstudien**

- Luxation und Luxationsfrakturen:

Luxationen des Ellenbogens sind bei Erwachsenen nach der Schulterluxation die zweithäufigste Verrenkung. Sie kommen als dorsale Verrenkung (ca. 85 %), seltener als seitliche, vordere oder divergierende Form vor [95].

Die im Rahmen von Luxationsfrakturen häufigsten knöchernen Läsionen betreffen das Radiusköpfchen, das Olekranon, den Proc. coronoideus sowie den Epicondylus ulnaris oder radialis.

Des weiteren können Verletzungen des N. radialis, des N. ulnaris und der A. brachialis bestehen. Als eventuelle Komplikation bleiben Bewegungseinschränkungen, Reluxationen oder Radiusköpfchennekrosen.



- Proc. coronoideus- Fraktur:

Sie kommt meist als Begleitverletzung bei Ellenbogenluxation vor. Klinisch findet der Untersucher eine Instabilität des Gelenkes und evtl. eine Blockierung des Ellenbogengelenkes bei Interposition des Fragmentes im Gelenkspalt. Bei der Therapie muß darauf geachtet werden, daß die Gelenkfläche wieder hergestellt wird.

### 1.3.3.2 Haut- und Weichteilschäden

Bei Frakturen mit Weichteilschäden bestimmt die korrekte Versorgung dieser die Prognose, da die Bruchheilung bei einem infektfreien und gut durchbluteten Weichteilmantel in der Regel unproblematisch verläuft. Wichtig ist die exakte Evaluation des Ausmaßes und Schweregrades der Weichteilschädigung, die häufig erst nach chirurgischen Débridement erfolgen kann. Ziel ist es, die Gefahr einer irreversiblen Schädigung der Hautdurchblutung mit nachfolgender Nekrose zu erkennen und sofort zu behandeln [95].

Die Behandlung einer offenen Fraktur ist ein chirurgischer Notfall. Sie wird nach dem Grad der Weichteil- und der Knochenverletzung eingeteilt. Es soll dabei nicht nur die Fraktur eingeteilt werden, sondern auch auf die drei Hauptbestandteile der Weichteile Bezug genommen werden: die äußere Haut (I) [IC = geschlossene Fraktur; IO = offene Fraktur]; die Muskeln und Sehnen (MT: 1-5) und das neurovaskuläre System (NV: 1-5) [68].

Rittmann und Matter [41] schlagen ähnlich wie Müller [68] eine Klassifikation in drei Schweregrade für offene Frakturen vor:

1. Eine Knochenspitze durchstößt die Haut von innen nach außen und führt zu einer umschriebenen Verletzung der Haut.
2. Gewalteinwirkung von außen führt zu einer Wunde mit Kontusion der umgebenden Haut und einer Verletzung der darunter liegenden Muskulatur. Der Zeitpunkt der Operation wird durch die Weichteilverletzung bestimmt, während die postoperative Behandlung keine besonderen Maßnahmen erfordert.

3. Durch die äußere Gewalteinwirkung werden Gefäße und Nerven mitverletzt oder ganze Muskelgruppen geschädigt, so daß funktionelle Ausfälle auftreten. Diese Begleitverletzungen beeinflussen den Therapieplan von Anfang an wesentlich und bestimmen den weiteren Verlauf.

Autor	Erscheinungsjahr	Hautwunde	Offene Fraktur I°	Offene Fraktur II°	Offene Fraktur III°	Nervenverletzung	Schleimbeutelverletzung
Flach	1969			2			
Blank	1972			7			
Rehn	1973	2					2
Rettig et al.	1979			8			
Meier	1981			9			
Oestern et al.	1982	27	9	3	1		
Eitel et al.	1983	65	8	3	1		
Macko et al.	1985		2	2	1		
Wolfgang et al.	1987		6	5	3	3	
König u. Kwasny	1990		5	3	0		
Hume et al.	1991			4			
Teasdall et al.	1993		3	0	4	2	

**Tab. 3: Häufigkeit von Weichteilverletzungen in Vergleichsstudien**

### 1.3.3.3 Begleitverletzungen von Muskeln und Sehnen

Je nach Richtung und Ausmaß einer Frakturdislokation muß mit Faserrissen im M. brachialis, M. triceps und M. anconeus und in den Handgelenks- und Fingerbeugern und -streckern gerechnet werden. Allerdings heilen die Muskelverletzungen allein durch Ruhigstellung ohne Funktionseinbuße. Dies gilt jedoch nicht für Abrißbrüche der Muskelansätze mit Diastase, die entsprechend einer Sehrendurchtrennung zum Funktionsausfall oder zum Stabilitätsverlust des Gelenkes führen. Typisches Beispiel ist der knöcherne Ausriß der Trizepssehne vom Olekranon. Verletzungen der Sehnen selbst findet man lediglich bei scharfen Gewalteinwirkungen von außen oder bei offenen Frakturen [75].

Neben diesen groben Weichteilschäden finden sich auch Periostablösungen und Kapsleinrisse, die im Röntgenbild erst an sekundären Veränderungen erkennbar sind. Es entwickeln sich subperiostale Knochenauflagerungen und metaplastische Verknöcherungen, die zu einer Verbreiterung und Verklumpung der Gelenkkörper führen können.

### **1.3.3.4 Nerven- und Gefäßläsionen**

Außer der Läsion des N. ulnaris werden in der Literatur keine weiteren Nerven- oder Gefäßschäden bei der Olekranonfraktur beschrieben.

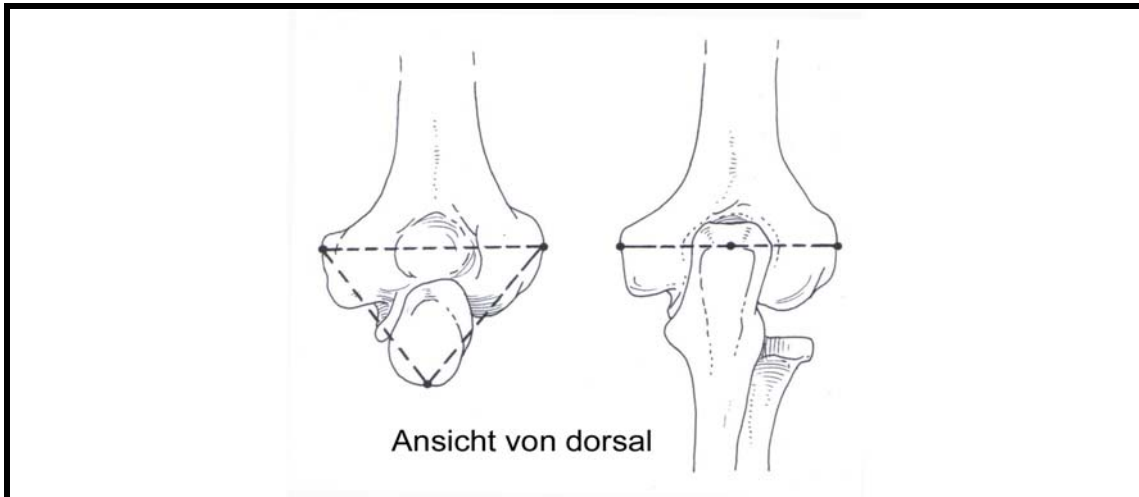
Im Erwachsenenalter stellen primäre Nervenschäden eine Indikation zur sofortigen Revision und nachfolgenden Skelettrekonstruktion mit stabiler Fixation dar. Bei der Spätrevision richtet sich das Vorgehen nach der angetroffenen Situation. Eine Verlagerung des N. ulnaris erscheint nur gerechtfertigt, wenn die Ursache des Schadens im Sulcus nervi ulnaris liegt [93].

Bei peripheren Pulsausfällen bei Erwachsenen ist eine sofortige Angiographie indiziert. Wird eine Gefäßläsion nachgewiesen, hat die operative Revision unverzüglich zu erfolgen. Vor der Behebung des Gefäßschadens erfolgt die Stabilisation der Fraktur. Zirkulationsstörungen im Ellenbogenbereich führen zur gefährdeten Volkmann-Kontraktur [95].

### **1.3.4 Diagnostik**

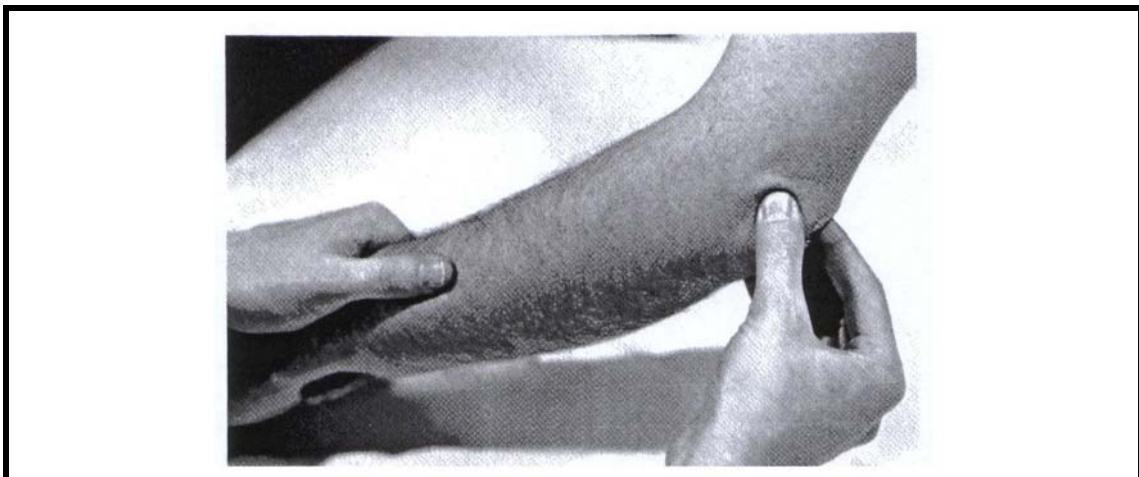
#### **1.3.4.1 Klinische Symptome**

Bei der Palpation ist auf die Stellung des Olekranons zu den beiden Epicondylen zu achten. In einem gesunden Ellenbogengelenk liegen bei der Extension die drei Punkte auf einer horizontalen Linie. In 90° Flexion zeigen sie sich als gleichschenkliges Dreieck.



**Abbildung 18: Hüter'sches Dreieck [63]**

An der Olekranonspitze ist der Ansatz der Trizepssehne tastbar, hier befindet sich auch die Bursa olecrani (Fossa olecrani) [49].



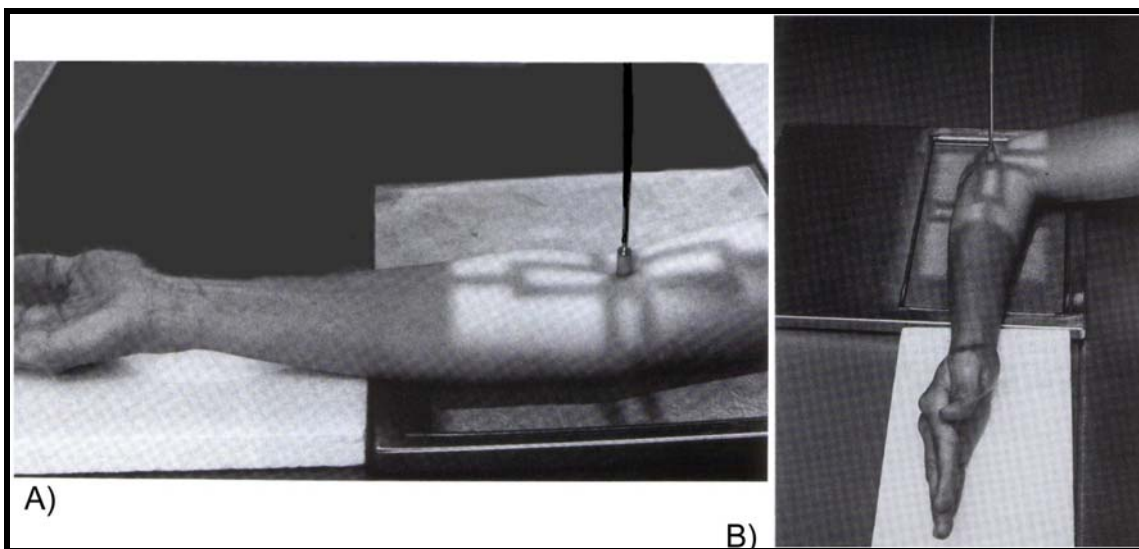
**Abbildung 19: Palpation des Olekranons [63]**

Bei dem Verdacht auf eine Fraktur ist palpatorisch nach einem durch den Zug des M. triceps brachii entstandenen tastbaren Spalt und einer Schwellung zu suchen. Es wird ebenfalls auf einen schmerzhaften, partiellen oder totalen Ausfall der Bewegung und auf fehlende Kraft bei Streckung des Armes (Prüfung gegen Widerstand) geprüft. Die Inspektion erfolgt bei horizontalem Oberarm und senkrecht herunterhängendem Oberarm, da bei hängendem Oberarm die Streckung durch die Schwere des Unterarmes von alleine erfolgt [4].

Die posteromediale Region des Olekranons und das humeroulnare Gelenk sollte vorsichtig palpirt werden. Sie könnte besonders bei Patienten schmerzhaft sein, die ihr Gelenk in volle Streckung schnellen lassen, wie es bei Basketballspielern und beim Baseball Pitcher der Fall ist [63].

### 1.3.4.2 Radiologische Untersuchung

Gewöhnlich sind konventionelle Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen für die Beurteilung der Fraktur ausreichend, sofern die Einstellung in beiden Ebenen korrekt ist [60]. Damit sich Radius und Ulna bei der anterior-posterior Aufnahme nicht überkreuzen, muß sich der Unterarm in Supinationsstellung befinden. Bei der lateralen Aufnahme befindet sich der Ellenbogen in 90° Beugung. Die Hand wird mit Daumen nach oben positioniert, so daß sich der Unterarm in neutraler Stellung befindet:

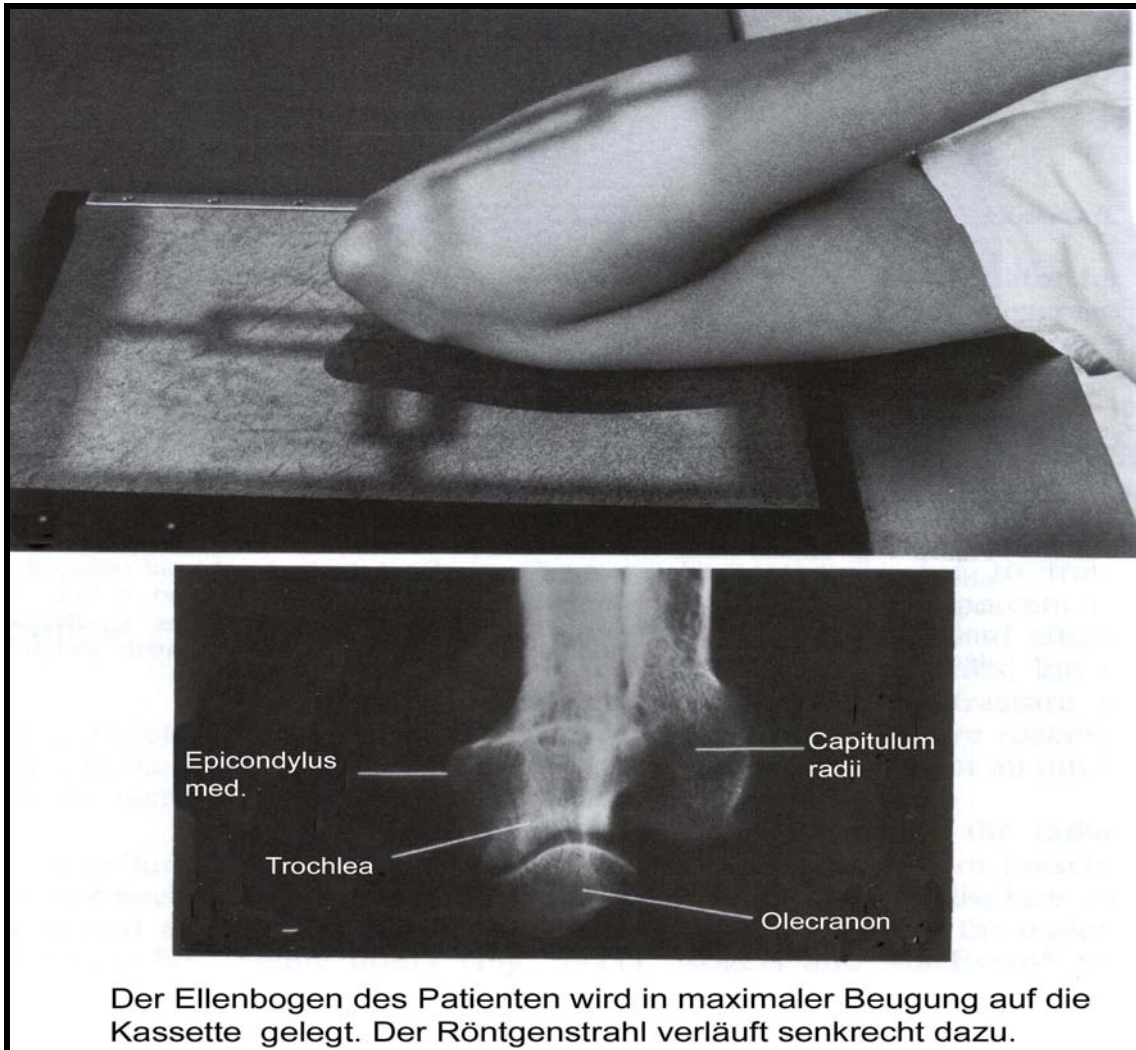


**Abbildung 20: Position für a.-p. (A) und laterale (B) Aufnahme [63]**

Differentialdiagnostisch müssen bei der Olekranonfraktur begleitende Radiusköpfchenluxationen ausgeschlossen werden (Monteggia-Verletzung). Sie sind häufig mit einer Mehrfragmentfraktur der Ulna verbunden [104].

Die Darstellung des Proc. coronoideus erfolgt anhand einer a.-p. Aufnahme des gestreckten Ellenbogengelenkes bei 45° innenrotiertem Arm.

Für die Diagnostik von seltenen pathologischen Befunden des Olekranons und der Epikondylen wird ein Röntgenbild mit axialen Strahlengang (Tangentialaufnahme) angefertigt [63]. Damit lassen sich zum Beispiel Druckläsionen des N. ulnaris aufgrund knöcherner Verletzungen im Sulcus n. ulnaris darstellen.



**Abbildung 21: Position für Tangentialaufnahme [63]**

Die Computertomographie ist vor allem bei Trümmerfrakturen oder bei Begleitfrakturen indiziert, da sie zusätzliche Informationen liefern kann. Dagegen sind Tomographien meist nicht notwendig.

Bei Kindern können Vergleichsaufnahmen der gesunden Seite zur besseren Beurteilung der Verletzung angefertigt werden [24].

### **1.3.5 Therapie**

Als typische Verletzung am Ellenbogengelenk weist der Bruch des Ellenhakens besondere Probleme hinsichtlich seiner Behandlung auf, die auf anatomischen Gegebenheiten beruhen. Zu einem steht das Olekranon bei den Bewegungen im Ellenbogengelenk durch den breit an seiner Spitze ansetzenden M. triceps brachii immer unter der Einwirkung starker Zug- und Biegunskräfte, zum anderen kommt es bei diesen Verletzungen regelmäßig zu Gelenkeröffnungen, da die Gelenkkapsel das Olekranon weit umgibt [6].

Eine adäquate und zielgerichtete Therapie beinhaltet die Forderung nach Wiederherstellung der Gelenkkongruenz, dem Erhalt und die Wiederherstellung der Extensorenfunktion und der Gelenkstabilität, um wieder eine freie Bewegung zu erlangen [104].

#### **1.3.5.1 Konservative Therapie**

Diese Behandlung empfiehlt sich unter Umständen bei Patienten mit stark gefährdetem Allgemeinzustand, d.h. insbesondere beim Polytraumatisierten [73]. Ansonsten stellt lediglich die undislozierte Olekranonfraktur mit erhaltener Extensorenfunktion, die in einem dreiwöchigen Oberarmgipsverband ruhiggestellt wird, die Indikation zur konservativen Behandlung dar. Das in solchen Fällen teilweise oder vollständig intakt gebliebene Periost verhindert eine nachträgliche Distraction der Fragmente. Röntgenkontrollen sind nach einer Woche notwendig, damit eine Zunahme der Diastase nicht übersehen wird [4]. Falls die zunächst unverschobene Fraktur bei Beugung des Ellenbogens klaffen sollte, ist die Indikation zur Operation gegeben [32]. Die operative Versorgung ist wenig belastend und kann in Plexusanästhesie durchführen werden. Es kommt zu keinen größeren Blutverlusten.

Autor	Erscheinungsjahr	Anzahl der Behandelten Patienten	Anzahl der Nachuntersuchten Patienten	operative Behandlung	konservative Behandlung
Weber	1963	20	20	20	
Hofmeister	1963	28		24	4
Gross et al.	1964	80		69	11
Viernstein et al.	1966	69	54	63	6
Bürger et al.	1967	128	50	82	46
Luther et al.	1968	61 (72)	44	58	3
Flach	1969	10 (27)		20	7
Kouwenhoven et al.	1969	33	28	33	
Scheuba et al.	1970	54 (87)	31	29	25
Heimann et al.	1970	67	33	(21)	33
Blank	1972	42	40	40	
Rehn	1973	52	50	50	2
Deliyannis	1973	11	11	11	
Hofbauer et al.	1976	139	71	43	28
Weseley et al.	1976	25	25	25	
Schmelzeisen	1977	42 (46)		39	3
Scharplatz et al.	1978	77	52	52	
Kiviluoto et al.	1978	37	37	35	2
Rettig et al.	1979	52	52	52	
Povel et al.	1979	31	27	27	
Horne et al.	1981	100		96	4
Meier	1981	105	61	95	10
Gartsman et al.	1981	63 (107)	29	107	
Oestern et al.	1982	81	62	81	
Eitel et al.	1983	261 (326)	175	175	
André et al.	1983	200		177	23
Holdsworth et al.	1984	104	52	52	
Macko et al.	1985	30	20	30	
Wolfgang et al.	1987	45	41	45	
Murphy et al.	1987	45	45	45	
Helm et al.	1987	95	48	48	
König u. Kilga	1990	165	25	25	
König u. Kwasny	1990	116	60	60	
Jaskulka et al.	1991	42	42	19	23
Hume et al.	1991	41	41	41	
Teasdall et al.	1993	43	18	18	
Wentzensen	2000	52		52	

Tab. 4: Studien zur Behandlung von Olekranonfrakturen



Die Annäherung der Fraktur auf konservativem Weg ist nach Oestern und Tscherne [73] nur in Streckstellung des Ellenbogengelenkes möglich. Sie ist jedoch mit einer resultierenden Gelenksteife bei funktionell ungünstiger Streckhaltung und in einem hohen Prozentsatz mit einer Pseudarthrosenbildung verbunden. Diese unphysiologische Gelenkposition wird somit wegen ihrer nachteiligen Folgen für die Gesamtfunktion des Arms nicht eingesetzt [91].

Die relativ seltenen Frakturen des Ellenhakens ohne Verschiebung heilen unter Ruhigstellung in einer Gipslonguette in ca. 45° Beugestellung (bei halber Streckung) des Ellenbogens in 4- 5 Wochen ohne Funktionsverlust [10].

Nach Schmelzeisen [91] läßt sich mit konservativen Maßnahmen praktisch nie eine anatomische Reposition erzielen. Am häufigsten wird vor einem Streckausfall im Ellenbogengelenk, einer Kraftminderung des M. triceps und vor dem Auftreten einer Arthrose bei nicht beseitigter Diastase gewarnt [14].

Bei der weiteren Durchsicht der Literatur besteht hinsichtlich der Indikationsstellung und der Durchführung der konservativen Behandlung von Olekranonfrakturen keine Übereinstimmung. Von der sofortigen funktionellen Behandlung bis zur Empfehlung operativer Verfahren auch bei nicht dislozierten Frakturen gibt es alle Übergänge. In den neueren Publikationen wird ein konservatives Vorgehen nur beim Vorliegen absoluter Kontraindikationen der Operation empfohlen [29].

### **1.3.5.2 Operative Therapie**

Vorrangige Ziele jeder Osteosynthese am proximalen Unterarm sind

- die anatomische Rekonstruktion diverser Gelenkflächen
- Übungsstabilität
- der Verzicht auf Immobilisierung zugunsten der Beweglichkeit.

Eine Anhäufung von Osteosynthesematerial im Gelenkgewebe ist zu vermeiden. Die Weichteile müssen schonend behandelt werden, ein extensives Ablösen sollte unterbleiben. Neben dem Verfahren der Bohrdraht- und Zuggurtungsosteosynthese wendet man reine Verschraubungen und verschiedene Plattenmodelle an. Der Fixateur externe ist als temporäres Verfahren bei Frakturen mit

schweren Weichteilschaden oder nicht möglicher primärer Rekonstruktion das Verfahren der Wahl [14].

### **1.3.5.2.1 Indikation**

Eine absolute Operationsindikation besteht bei dislozierten Frakturen, die mit einer Gelenkinstabilität einhergehen, oder aufgrund einer Stufenbildung der Gelenkfläche zu einem vorzeitigem Verschleiß und schlechten funktionellen Ergebnis führen.

Als extraartikuläre Fraktur stellt die Monteggia- Fraktur eine absolute Operationsindikation dar. Gleiches gilt für dislozierte Olekranonfrakturen, instabile Mehrfachfrakturen des Ellenhakens und Abrißbrüche am Proc. coronoideus der Ulna [14].

Hofbauer et al. [23] formulierte für die Olekranonfraktur die folgenden Operationsindikationen:

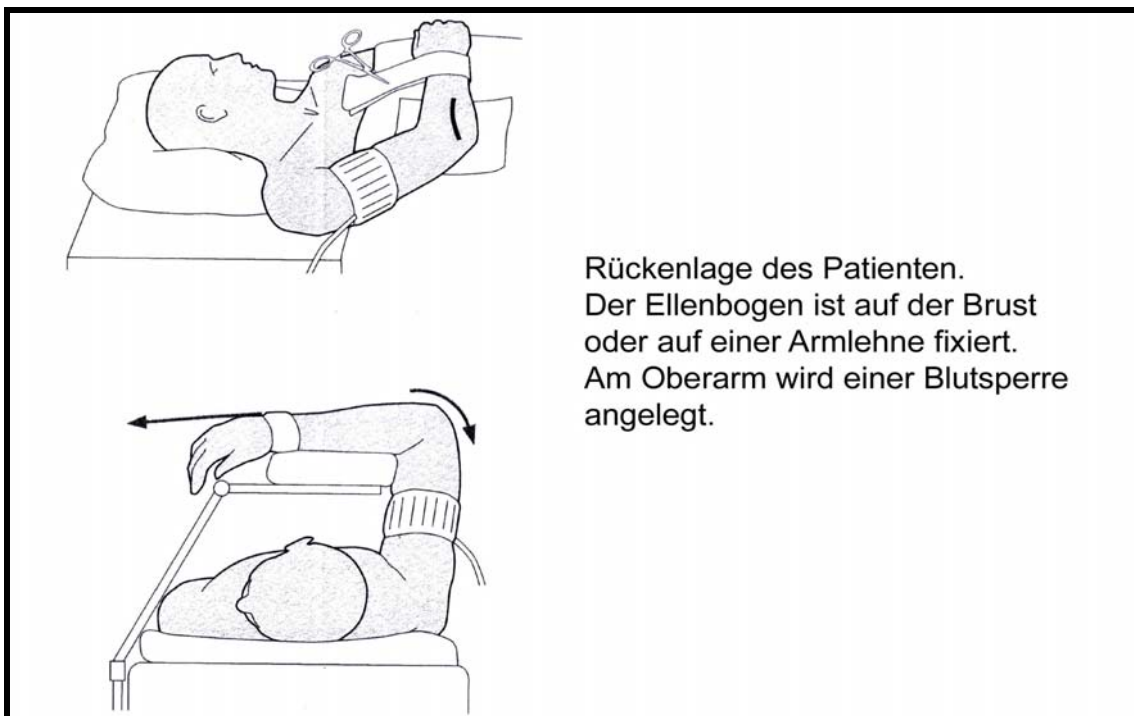
1. offene Fraktur
2. Dislokation der Fragmente
  - a) relativ bei Dislokation von 2- 10 mm
  - b) absolut bei Dislokation über 10 mm
3. Verwerfung der Fragmente
4. Gelenkimpressionen
5. Trümmerbrüche
6. Begleitverletzungen

### **1.3.5.2.2 Operationszeitpunkt**

Der optimale Operationstermin liegt innerhalb von sechs Stunden nach erfolgtem Trauma [78]. Die Versorgung der Fraktur fand in dem Kollektiv von Eitel und Schweiberer [12] in der überwiegenden Anzahl der Fälle am Unfalltag innerhalb der ersten 12 Stunden statt. Bei Oestern und Tscherne [73] wurden 54 % der Patienten am Unfalltag und 30 % innerhalb der ersten Woche operiert. Frakturen mit ausgedehnter Schwellung oder begleitenden schweren Weichteilverletzungen können nicht primär mit einem internen Osteosyntheseverfahren versorgt werden [14].

### 1.3.5.2.3 Lagerung

Die Olekranonfraktur kann in Rückenlagerung mit über den Thorax gezogenem Ellenbogen oder in Bauchlage mit herabhängender im Ellenbogengelenk rechtwinklig gebeugter oberer Extremität operiert werden [38]. Firbas et al. [14] empfehlen die Operation in Rückenlagerung durchzuführen. Der Arm wird dabei über ein Hypomochlion auf dem Körper des Patienten fixiert. Auch Lais et al. [46] befürworten die Rückenlage, jedoch mit einem frei beweglichen, über dem Oberkörper des Patienten gelagertem Arm.



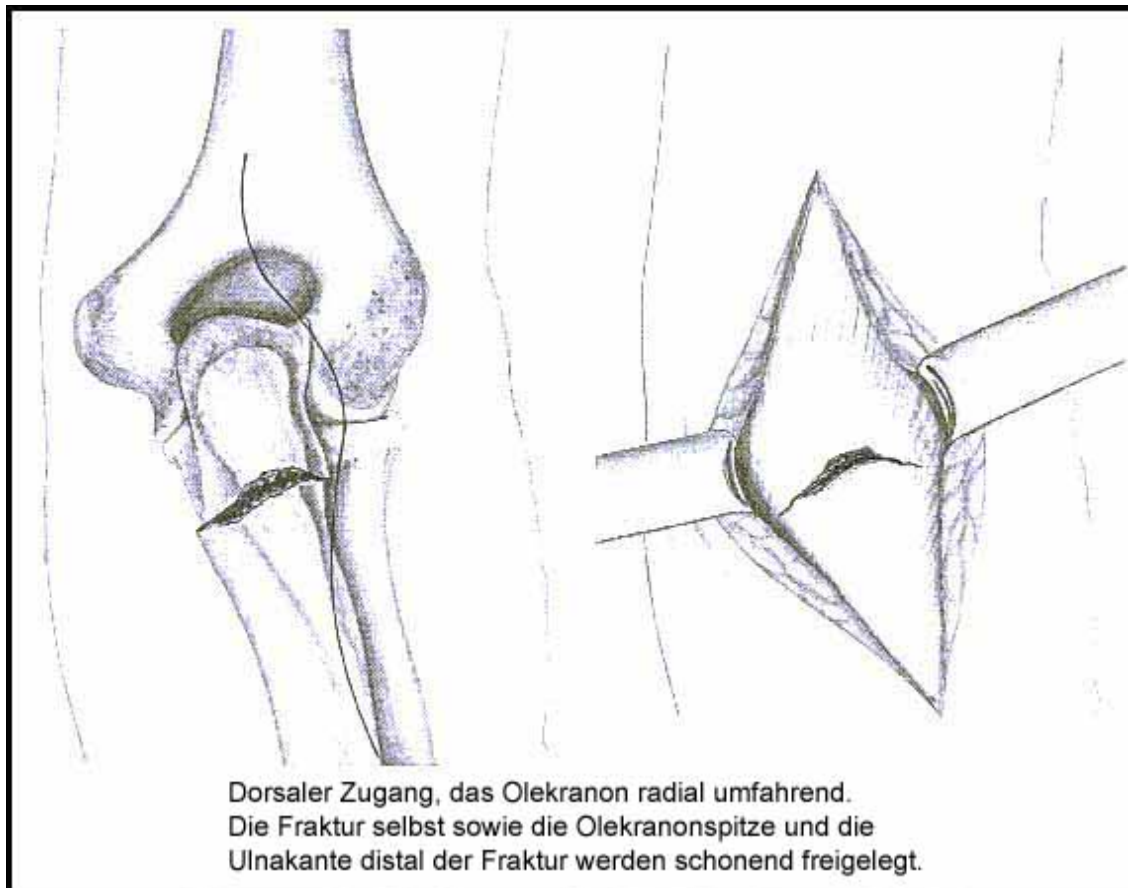
**Abbildung 22: Lagerung des Patienten und Fixierung des Armes [86]**

In der Literatur wird von den Autoren [73, 78] die Bauchlage empfohlen. Bei Zusatzverletzungen wurden die Patienten auch in Rückenlage operiert.

### 1.3.5.2.4 Operativer Zugang

Am Ellenbogengelenk existieren hauptsächlich vier Zugangswege, die entsprechend der jeweiligen Lokalisation der Läsion gewählt werden müssen. Für

knöchernen Verletzungen der proximalen Ulna und am distalen Humerus kommt vor allem der dorsale Zugangsweg in Frage.



**Abbildung 23: Dorsaler Zugang [14]**

Arthrotomien und Verletzungen der radialen Bereiche werden über den lateralen Zugang erreicht, gleiches gilt im umgekehrten Sinn für den medialen Zugang. Der Zugang von vorne bleibt einigen wenigen Indikationen wie Verletzungen am Kronenfortsatz der Elle, der distalen Bizepssehnenruptur und Nerven- bzw. Gefäßverletzungen vorbehalten. Der Weichteilverschluß ist in der Regel unproblematisch [14].

Der operative Zugang bei Olekranonfrakturen erfolgt demnach über einen Hautschnitt längs auf der Streckseite. Der Schnitt wird bogenförmig radial um das Olekranon herumgeführt. Auf diese Weise kann eine Schleimbeutelverletzung und eine Verletzung des N. ulnaris vermieden werden [12].

### 1.3.5.2.5 Operationsverfahren

Die Grundlagen der operativen Behandlung der Olekranonfraktur gehen auf Lister [51] zurück, der als erster die Drahtnaht durchführte.

Die operativen Methoden können in drei Gruppen eingeteilt werden:

1. Exzision des Olekranonfragmentes
2. Intramedulläre Methoden
3. Extramedulläre Methoden

zu 1.: Bei Abbrüchen der Olekranonspitze, Trümmerfrakturen und ausgeprägter Osteoporose im Alter wurde von den Autoren [14, 25, 100] die Fragmentextirpation empfohlen. Die Fragmente werden entfernt, weil sie gekippt einheilen und als Bewegungssperre wirken könnten. Bei dieser Methode wird jedoch häufig eine Instabilität des Ellenbogengelenkes sowie eine posttraumatische Arthrose beschrieben [73].

zu 2.: Zu den intramedullären Methoden zählen der Küntscher-Nagel, die Kirschner-Drähte, Rush-pin, Tapezier- und Smith-Peterson-Nagel sowie die Schraubenosteosynthesen wie etwa die Federschraube nach Maatz. Durch den Federdruck soll bei dieser Schraube die Fragmentadaptation auch nach der Resorption im Fragmentspalt erhalten bleiben [55]. Alle intramedullären Operationsverfahren beinhalten allerdings den Nachteil einer instabilen Osteosynthese. Zwar läßt sich primär fast immer eine günstige und auch gelenkgerechte Frakturstellung erzielen, doch schon kurze Zeit nach der Operation kommt es durch die auf das Frakturgebiet einwirkenden Zug- und Biegunskräfte zur Stufenbildung und Distraction der Fragmente, weil die Verschraubung oder Nagelung nicht imstande sind, die Beanspruchung auf Höhe der Fraktur in reine Druckkräfte umzuwandeln [73].

Wird bei der Küntscher-Nagelung ein ausreichend dicker Nagel gewählt, besteht immer die Gefahr einer Sprengung des Olekranons. Beim Rush-pin kann es zu Hebelwirkungen am Nagelende und damit zu einem Abkippen des proxi-

malen Fragmentes kommen. Ebenso trägt die mit dem jeweiligen Operationsverfahren verbundene relativ lange Ruhigstellung in Gipsverbänden zu den insgesamt mäßigen Behandlungsergebnissen bei [73].

zu 3.: Zu den extramedullären Methoden zählen die Drahtnaht, der U-Nagel, die Zuelzer- Klammer, die Plattenosteosynthese und die Zuggurtungsosteosynthese nach Weber. Das früher am häufigsten angewendete Verfahren war die Drahtnaht (oder Naht mit Seide, Katgut, Perlonfäden, Faszienstreifen), die entweder durch den Knochen oder bei kleineren Fragmenten subperiostal angelegt wurde. Die Zuelzer- Klammer hat ihr Anwendungsgebiet speziell bei Mehrfragmentbrüchen [109]. Dem Behandlungsziel einer frühfunktionellen Therapie bei rascher Frakturheilung wird am besten die Zuggurtungsosteosynthese nach Weber gerecht [101, 102]. Dies wird durch verschiedene Nachuntersuchungsergebnisse der Autoren [40, 73, 87, 91] bestätigt.

Bei Trümmerfrakturen im Bereich des Ellenbogens, kombiniert mit schweren Weichteilverletzungen, kann der vorübergehend angebrachte Fixateur externe hilfreich sein [46].

In der folgenden Tabelle 5 werden die verschiedene (Osteosynthese-) Verfahren der operativen Versorgung der Olekranonfraktur in den Vergleichsstudien dargestellt.

Autor	Erscheinungsjahr	Anzahl der Operationen	Zuggurtungs-osteosynthese	Schrauben-osteosynthese	Kirschner-Drähte	Cerclage	Platten-osteosynthese	Zuggurtung + Schraube	Fragmentexzision	Zuelzer- Klammer	Nagel	Maatzsche Federschraube	Sonstige
Hofmeister	1963	24			3	2			2	6	2	7	2
Gross et al.	1964	69		64	2								3
Vierstein et al.	1966	63		26	2	12			20				3
Bürger et al.	1967	82	12			66					4		
Luther et al.	1968	59	2	2	10	3			4	29		9	
Flach	1969	20	1	3		7			1	7	1		
Kouwenhoven et al	1969	33	23	2			2	6					
Scheuba et al.	1970	29	29										
Blank	1972	40	36	2		1	1						
Rehn	1973	50	40		2		2	6					
Deliyannis	1973	11	11										
Matthewson et al.	1975	42	41										1
Hofbauer et al.	1976	43	17	13	1	10		1					1
Weseley et al.	1976	25								25			
Schmelzeisen	1977	43	30				7	6					
Scharplatz et al.	1978	77	77										
Kiviluoto et al.	1978	35	20	8	6				1				
Rettig et al.	1979	52	11	23	2	3			6		7		
Povel et al.	1979	27	20		1			6					
Horne et al.	1981	96	88	1			5		2				
Meier	1981	105	64	5	1	4	7	13	1				
Gartsman et al.	1981	107	11	41			1		53		1		
Oestern et al.	1982	81	52				13	16					
Eitel et al.	1983	175	130		12	10	5	18					
André et al.	1983	177	19	40	104			10	4				
Holdsworth et al.	1984	52	49				3						
Macko et al.	1985	20	20										
Wolfgang et al.	1987	45	45										
Murphy et al.	1987	45	10	13	2			12	8				
Helm et al.	1987	48	34	14									
König u. Kilga	1990	25					25						
König u. Kwasny	1990	116	78		5		18	15					
Jaskulka et al.	1991	19	15				2	2					
Hume et al.	1991	41	19				22						
		1976	1004	257	153	118	113	111	102	67	15	15	10

Tab. 5: Häufigkeit der verschiedenen Therapieansätze in Vergleichsstudien

#### **1.3.5.2.5.1 Theoretische Grundlagen der Zuggurtung**

Das Olekranon ist ein Skeletteil, welches vorwiegend durch Biegung beansprucht wird. Durch den Zug des M. triceps treten entlang der Dorsal- und Ulnarkante erhebliche Zugspannungen auf. Ventralwärts im Bereich der Incisura semilunaris resultieren dadurch Druckspannungen [91].

Das Operationsverfahren beruht auf der von Pauwels in die Medizin eingeführten Vorstellungen über die Zuggurtung am Knochen. Diese Methode ist aus dem Betonbau, der Spannbeton- Konstruktion nach Finsterwalder bekannt. Durch das Eigengewicht eines gelenkig verbundenen Balkens werden über ein eingebautes zugfestes Element im gesamten Balken Druckkräfte erzeugt, die den zu erwartenden Zugspannungen entgegenlaufen. An der Unterfläche des Betonbalkens entstehen erst dann Risse, wenn die auftretende Zugspannung wesentlich größer ist, als die durch die Verspannung erzeugten Druckkräfte auf der der einwirkenden Kraft abgekehrten Seite. Durch die Verbindung eines druckfesten mit einem zugfesten Element, einem Verbundbau, wird der Bau konstruktiver Elemente mit weit höherer Festigkeit möglich. Unter Vorspannung des zugfesten Elementes wird ein Maximum an Festigkeit mit einem Minimum an Material erreicht. Dem druckfesten Element entsprechen am gesunden Knochen das Calciumapatit und dem zugfesten Element die Kollagenfasern und das Periost. Der Verbundbau am Olekranon setzt sich aus den zugfesten Kollagenfasern am Periost, den Band- und Trizepssehneinstrahlungen sowie dem Knochen als druckfestes Element zusammen. Ähnlich aufgebaut ist auch der Baukran, der aus druckfesten Pfeilern und aus zugfesten Drahtseilen zusammengesetzt ist. Die Biegebeanspruchung wird in reine Zug- und Druckspannungen zerlegt und auf die betreffenden Bauteile übertragen. Die Zugseile wirken als Zuggurtung, so daß die Eisenkonstruktion keine kritischen Biegespannungen aufnehmen muß [73]. Eine Osteosynthese soll die zerstörte physiologische Zuggurtung am Olekranon ersetzen, aber nur wenn der Knochen Druckkräfte aufnehmen kann. Ansonsten wäre die Plattenosteosynthese indiziert.



Das biomechanische Prinzip der Zuggurtungsosteosynthese wird operativ verwirklicht, in dem das Implantat die Zugkräfte aufnimmt und in Druckkräfte im Frakturspalt umwandelt.

### **1.3.5.2.5.2 Operationstechnik**

Die Weichteile werden bis auf den Knochen durchtrennt, die Fraktur­ränder exakt dargestellt, Blutkoagel und eingeschlagene Periostfetzen bzw. Gewebefetzen entfernt, ohne dabei die Konturen der Bruchkanten zu zerstören, damit eine anatomische Rekonstruktion gesichert ist. Das Gelenk, welches nach Abklappen des proximalen Fragmentes sichtbar wird, wird ausreichend gespült, um Koagel oder Frakturtrümmer zu entfernen [46]. Bei der Typ E – Fraktur nach Schatzker wird die Elle nach proximal weiter freipräpariert, und der N. ulnaris unter Umständen dargestellt. Bei den Typen B und D muß zunächst eine Reposition des Intermediärfragmentes erfolgen, um danach eine stufenlose Adaptation an das distale Hauptfragment zu ermöglichen. Bei der Eröffnung der Gelenkkapsel von radial kann die stufenlose Adaptation der Gelenkfläche kontrolliert werden [46].

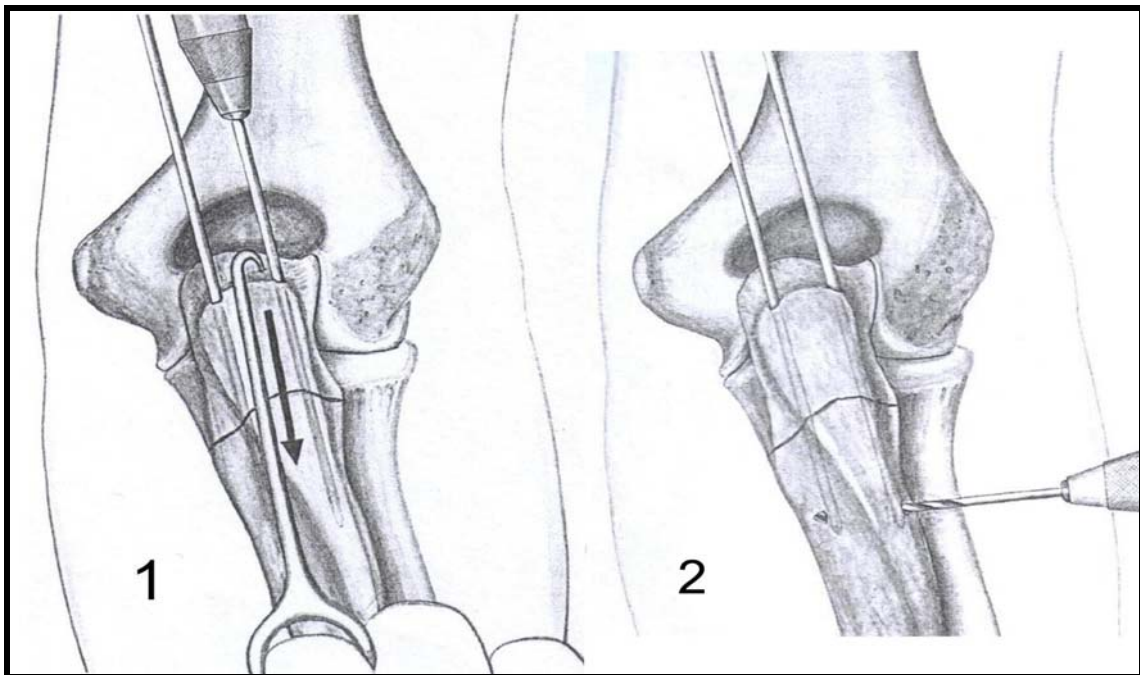
Die Versorgung der Fraktur kann mit Hilfe der Zuggurtungsosteosynthese erfolgen, wenn das Fragment entweder durch die Kirschner-Drähte oder durch die Zuggurtung in den Frakturverband gebracht wird. Ansonsten muß zusätzlich eine interfragmentäre Fixation für die Stabilisierung des Fragmentes oder weiterer Fragmente bei Trümmerbrüchen sorgen.

Das Anlegen einer pneumatischen Blutsperrung ist grundsätzlich empfehlenswert. Auf eine intraoperative Durchleuchtung mit Bildverstärker kann nur selten verzichtet werden. Bei Trümmerfrakturen des Ellenhakens oder des Processus coronoideus ulnae muß die Möglichkeit autologer Spongiosaentnahme vom Beckenkamm bestehen [14].

In dem folgenden Abschnitt werden verschiedene Osteosyntheseverfahren in Bezug auf den Frakturtyp dargestellt. Diese Methoden werden nicht von allen Autoren gleichermaßen befürwortet. Wie in der Tabelle 5 ersichtlich, wurde die Zuggurtungsosteosynthese am häufigsten angewendet.

### 1.3.5.2.5.3 Einfragmentfrakturen (Querfrakturen)

Ein bewährtes Operationsverfahren für die einfachen Frakturen mit einem größeren proximalen Fragment (Typ A nach Schatzker) stellt die Zuggurtungsosteosynthese dar. Nach Adaptation der Fragmente wird zunächst ein und dann ein zweiter Kirschner-Draht so eingebracht, daß er das proximale Fragment zentral erfaßt und die Kortikalis auf der Beugeseite perforiert, um dort sicher verankert zu liegen (s. Abb. 24, 1).

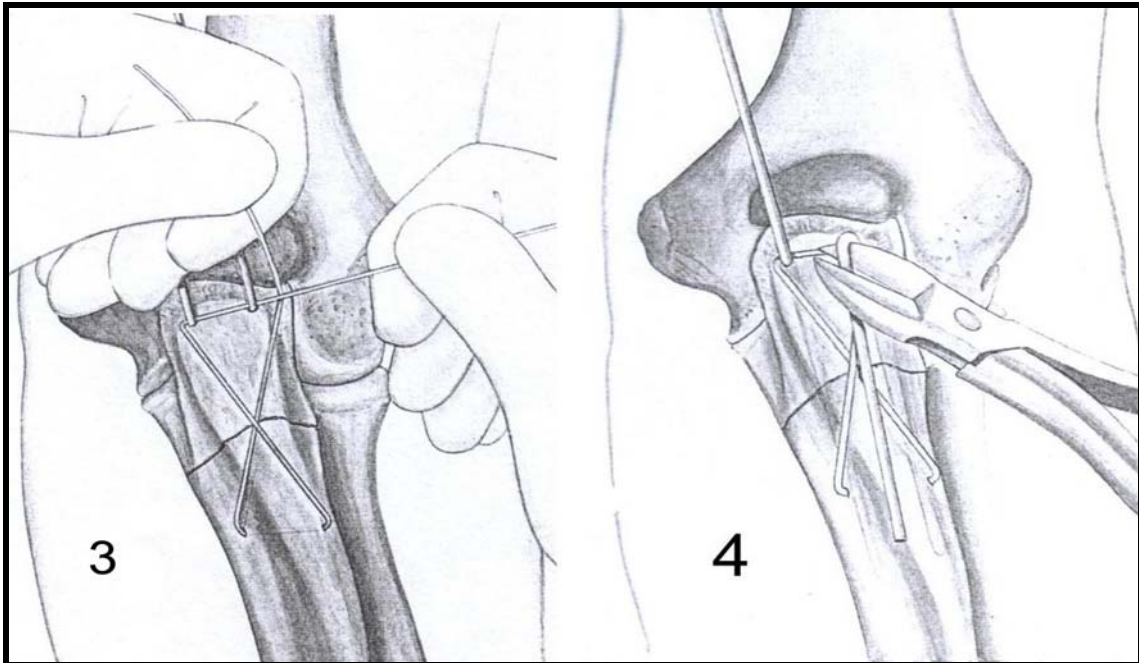


**Abbildung 24: Operative Schritte (1 und 2) der Zuggurtung [14]**

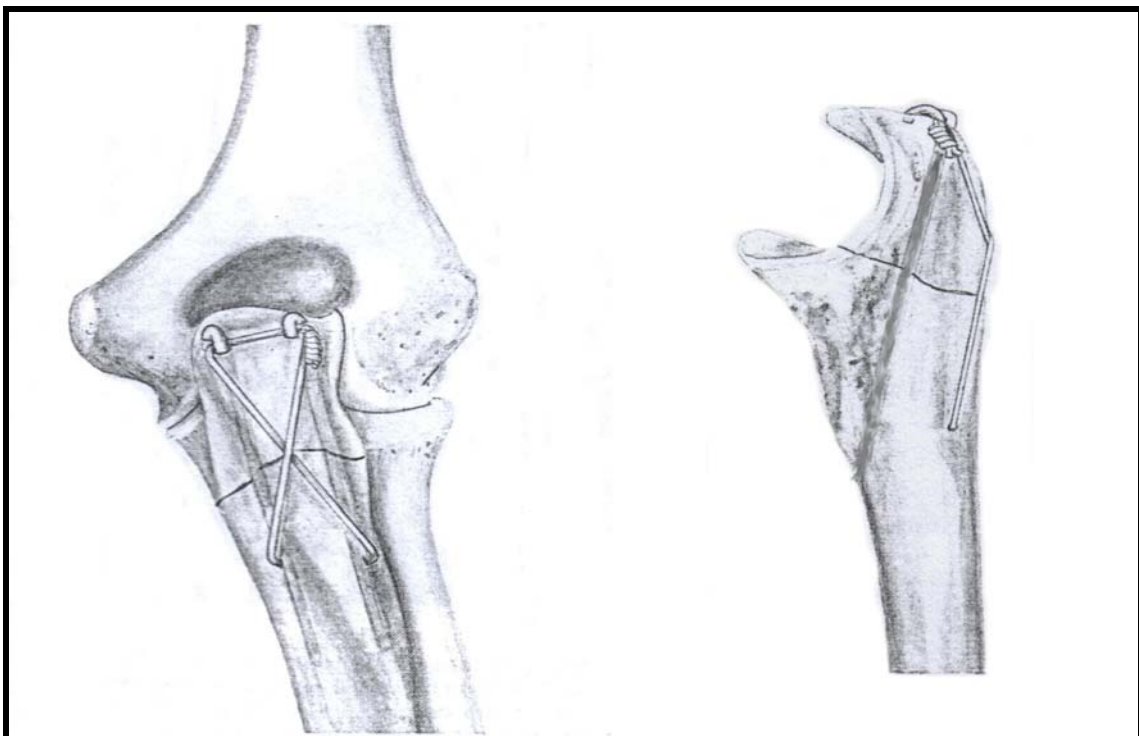
Dabei ist zu bedenken, daß parallel eingebrachte Kirschner-Drähte, die im Markraum verlaufen, sich nicht sicher fixieren lassen und zur Lockerung und Dislokation neigen. Distal des Frakturspaltes wird eine querverlaufende Bohrung in die Ellenkante eingebracht (s. Abb. 24, 2) und ein biegsamer Draht hindurchgeführt. Er wird in Form einer Acht um die abgebogenen Enden der Kirschner-Drähte gelegt und verdreht (s. Abb. 25, 3). Es wird empfohlen, eine weitere Schlaufe auf der Gegenseite anzubringen, um durch Verdrehung eine gleichmäßige Druckentwicklung auf die Fraktur zu erzielen [40, 46].

Die krafterzeugende Richtung dieser Cerclage sollte in einem Winkel von 90° zur Bruchfläche liegen, um die gesamte Kraft als Druckkraft wirksam werden zu

lassen [38]. Die Enden der Kirschner-Drähte werden um 180° zu kleinen Haken umgebogen und in den Knochen geschlagen, so daß ein Abgleiten der Zuggurtung nicht möglich ist (s. Abb. 25, 4).



**Abbildung 25: Operative Schritte (3 und 4) der Zuggurtung [14]**



**Abbildung 26: Zuggurtungsosteosynthese [14]**

Ein etwas anderes Prinzip wurde von Labitzke [42] angegeben und erläutert, wobei durch zwei seitliche Drahtschlingen und einen weiteren quer durch das Olekranon verlaufender Kirschnerdraht der Gurtungseffekt nicht mehr dorsal sondern jeweils lateral in der Fraktur bzw. im Pseudarthrosenspalt wirkt. Damit soll die gleichmäßige Kompression der Fraktur im gesamten Frakturspalt erzielt werden [42, 43, 44]. Das Prinzip ist im Sinne der interfragmentären Kompression statisch gesehen einleuchtend, während die Zuggurtung klassischer Art mehr die dynamischen Aspekte berücksichtigt [91].

### **1.3.5.2.5.4 Schrägfrakturen:**

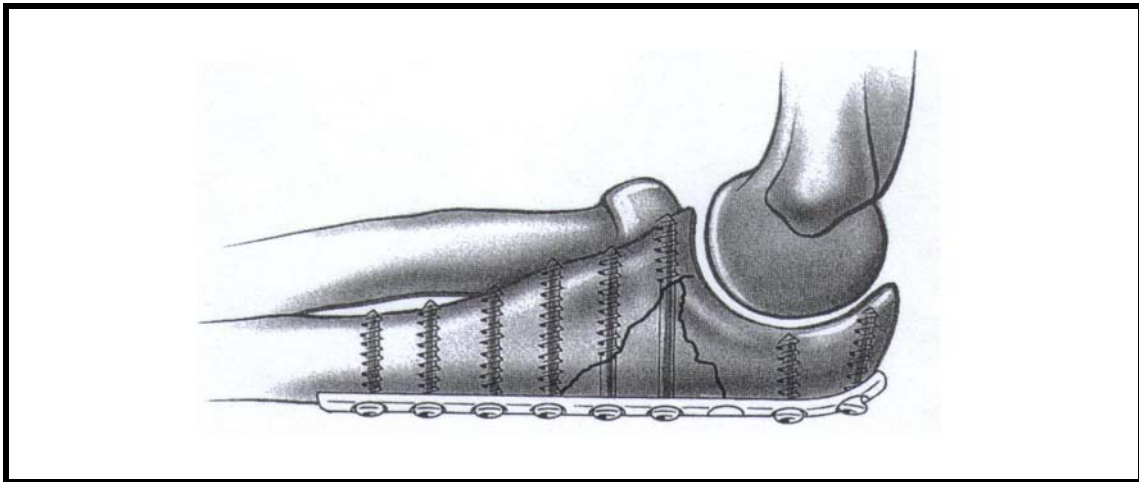
Eine ausschließliche Zuggurtung ist nach Ansicht einiger Autoren [10, 14, 38, 40] für diese Frakturen (Typ C und E nach Schatzker) ungeeignet, da anstelle von Druckkräften überwiegend Scherkräfte erzeugt werden können. Es kommt beim Anspannen der Zuggurtung zu einer Verschiebung der Fragmente und damit zu einer Instabilität und Gelenkinkongruenz. Deshalb wird empfohlen, die Schrägfraktur primär anatomisch zu reponieren und das Repositionsergebnis mit einer senkrecht zum Bruchspalt eingebohrten Zugschraube zu fixieren. Anschließend wird in typischer Weise die Olekranonfraktur mit einer Zuggurtung stabilisiert.



**Abbildung 27: Zuggurtungsosteosynthese in Kombination mit einer Schraubenosteosynthese [46]**

#### **1.3.5.2.5.5 Mehrfragmentfrakturen:**

Die Mehrfragment- bzw. Stückfrakturen (Typ B und D) lassen sich nach den folgenden Autoren [10, 38, 40, 46, 73] nicht alleine durch eine Zuggurtungsosteosynthese versorgen. Das Anspannen der Cerclage kann eine Verkürzung und eine Fragmentdislokation sowie Instabilität und Inkongruenz bewirken. Ziel führend ist nach Meinung der Autoren in vielen Fällen die Plattenosteosynthese. Die Platte wird der anatomischen Form des Olekranons angepaßt und dorsal angelegt. Um sie distal sicher zu verankern, muß der Zugang nach distal erweitert werden. Die Darstellung des N. ulnaris und dessen Sicherung ist unbedingt erforderlich. Eventuell vorhandene Impressionen der Gelenkfläche werden angehoben und mit Spongiosa unterfüttert.

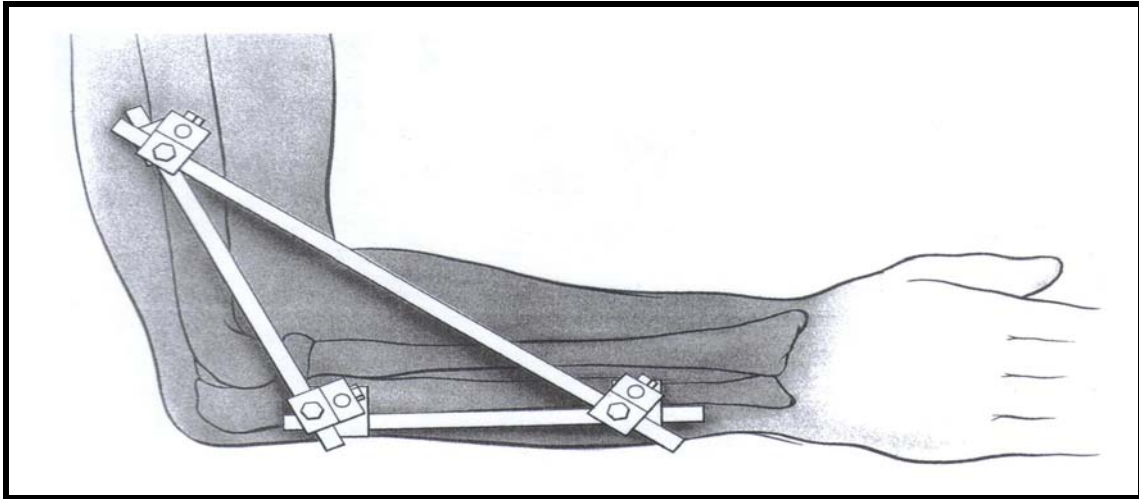


**Abbildung 28: Plattenosteosynthese [46]**

#### **1.3.5.2.5.6 Mehrgradig offene Trümmerfrakturen**

Bei schwersten Kontusionsverletzungen und Trümmerfrakturen mit Defektsituationen auch im Bereich der Weichteildeckung ist von einer primären inneren Fixierung abzusehen. Diese würde zu einer zusätzlichen Schädigung des Weichteilmantels und einer Denudierung der Fragmente mit der Gefahr der chronischen posttraumatischen Infektion führen. Aus diesem Grund wird nach einem Débridement der Weichteile ein gelenkübergreifender Fixateur externe angelegt.





**Abbildung 29: Ellenbogenübergreifender Fixateur externe [46]**

Die Verspannung erfolgt dreieckförmig, wodurch die Region des Ellenbogengelenkes ausreichend ruhiggestellt ist. Diese schmerzfreie Lagerung ermöglicht einen freien Zugang für die notwendigen Verbände und für sekundär deckende Maßnahmen im Bereich der Weichteile [46].

### **1.3.5.3 Postoperative Behandlung**

Im Operationsgebiet wird eine Saugdrainage belassen und der Ellenbogen verbunden. Die Drainage kann nach 48 Stunden gezogen werden [26]. Bei sicher übungstablen Osteosynthesen erfolgt nach initialer Ruhigstellung in einer Oberarmgipsschale oder einem gespaltenen Oberarmgips für zwei bis drei Tage die frühfunktionelle passive und assistierte aktive Mobilisierung des Ellenbogens. Das Anlegen der dorsalen Gipsschiene in den ersten postoperativen Tagen vereinfacht die Lagerung und wirkt durch die Ruhigstellung der Wunde schmerzlindernd [32]. Bei instabiler Osteosynthese und ausgedehnter Trümmerzone kann eine Ruhigstellung im Gipsverband für zwei bis drei Wochen, besonders beim älteren Patienten, gerechtfertigt sein [50].

Häufig sind nach Verletzungen des Ellenbogens Verkalkungen im Bereich der periartikulären Weichteile zu beobachten. Besonders in Fällen mit ausgedehnter Traumatisierung der Weichteile durch den Unfall oder eine Operation mit nachfolgender länger andauernder Immobilisation treten heterotope Ossifikationen auf, die häufig zu Bewegungseinschränkungen führen. Zur Rekalzifizie-

rungsprophylaxe wird die Röntgenbestrahlung (5mal 2 Gy) in Kombination mit nichtsteroidalen Antirheumatika (NSAR) (Indometacin oder Diclofenac) empfohlen. Möglich ist auch eine einmalige Applikation von 1mal 10 Gy. Entscheidend ist ein frühestmöglicher Beginn der Prophylaxe, spätestens bis zum fünften postoperativen Tag, damit sie ausreichend wirksam sein kann [13, 50].

In der Regel heilt die Olekranonfraktur problemlos aus.

### **1.3.5.4 Funktionelle Nachbehandlung**

Alle schweren Formen der Ellenbogengelenkverletzung bedürfen beim Erwachsenen und beim Jugendlichen einer durch Fachkräfte angeleiteten Übungsbehandlung, da durch unnötig lange Schonhaltung oder zu frühzeitige, kraftvolle Mobilisation irreparable Schäden am Gelenk verursacht werden können [66].

Bei der von Müller [66] beschriebenen Übungsbehandlung soll zuerst der Hypertonus der Muskulatur herabgesetzt und primär die Beuge-, dann die Rotations- und schließlich die Streckfähigkeit wiedergewonnen werden. Erst an zweiter Stelle wird bei Schmerzfreiheit des Gelenkes mit der Muskelkräftigung begonnen.

Am ersten postoperativen Tag nach Rüedi [86], zwischen dem zweiten und sechsten Tag nach Lechner [48] und spätestens nach dem dritten Tag nach Jungbluth [32] wird mit der aktiv unterstützten Übungsbehandlung begonnen. In Rückenlage wird der unterstützte Ellenbogen gegen die Schwerkraft gebeugt und aktive Bewegungen der Streckung und Beugung sowie der Pro- und Supination durchgeführt. Während der ersten Woche soll durch ein enges Übungsbehandlungsprogramm eine Ellenbogenkontraktur vermieden werden. Nach 3-4 Wochen kann mit Übungen gegen Widerstand begonnen werden [86].

Durch zu frühzeitige Kräftigungsmaßnahmen werden Schmerzen und Armausweichhaltungen hervorgerufen. Passive Bewegungen bzw. Manipulationen sind postoperativ untersagt. Die Übungsbehandlungsmaßnahmen versprechen Erfolg, wenn kein wesentlicher Knorpelschaden vorhanden ist und das Röntgenbild eine ausreichende Weite des Gelenkspaltes erkennen lässt. Die Chancen, Kontrakturen zu beseitigen, sind groß. Dagegen begrenzen Verletzungen mit Knorpelschädigung den Behandlungserfolg. Stärkere Gelenkspaltverschmäle-

rungen und unregelmäßige Begrenzungen derselben signalisieren Knorpelatrophie und damit einhergehende Funktionseinbußen [66].

Die Mehrheit der Autoren [12, 32, 63, 66, 86] fordern die frühzeitige aktive Bewegung.

Die maximale Steckung kann manchmal erst nach Metallentfernung erreicht werden [63].

### **1.3.5.5 Metallentfernung**

Mit einer knöchernen Ausheilung der Olekranonfraktur kann frühestens nach 8-10 Wochen gerechnet werden. Sie ist abhängig vom Alter des Patienten und der Art der Fraktur [78]. Deshalb sollte die Metallentfernung nicht vor röntgenologischer Konsolidierung und in keinem Fall vor der achten Woche vorgenommen werden [63].

Die Metallentfernung ist bei allen jungen Patienten oder sehr großen bzw. störenden Implantaten indiziert. Bei alten Patienten oder Patienten mit eingeschränkter Lebenserwartung kann das Implantat meist belassen werden. Allgemein wird der Zeitpunkt der Metallentfernung mit ungefähr 6-24 Monaten angegeben. Spickdrähte können nach Konsolidierung der Fraktur entfernt werden, Schrauben nach ca. sechs Wochen.

Bei Kindern und bei störenden Drähten ist eine möglichst rasche Metallentfernung indiziert.

Blank [3] und Kouwenhoven und Weber [40] empfehlen die Metallentfernung nach der doppelten Frakturheilungszeit. Um ein Wandern der Spickdrähte mit Perforation der Haut zu vermeiden, sollte laut Rehn [78] die Entfernung der Osteosynthese nach drei Monaten erfolgen.

### **1.3.5.6 Komplikationen**

#### **Arthrosen**

Arthrosen des Ellenbogengelenkes nach Olekranonfrakturen sind die am häufigsten beschriebenen Spätfolgen [15, 19, 25, 100]. Eine Arthrose ist immer zu erwarten, wenn Dislokationen der Fragmente mit Stufenbildung in der Facies semilunaris bestehen bleiben oder die Fragmente gekippt einheilen. Die Inkon-



gruenz der Gelenkfläche führt über eine Fehlbelastung derselben zu einer Fehlleitung der Knochen-Knorpel-Regeneration unter funktioneller Beanspruchung. Die quantitative Fehlleitung wird im Röntgenbild sichtbar als Abnahme der Breite des röntgenologischen Gelenkspaltes (fehlgeleitete Dissimilation) und in Aufbauvorgängen besonders am Rand der Gelenkflächen als Randwulstbildungen (fehlgeleitete Assimilation) [15].

### **Metallockerung**

Beim Einbringen der Kirschner-Drähte ist auf die Perforation der Gegenseite zu achten, da ansonsten infolge Zurücklaufens der Drähte mit mangelhafter Stabilität bzw. Kompression im Frakturspalt gerechnet werden muß. Eine zusätzliche Sicherung nach dem Prinzip von Spreizklammern bedeutet das Umbiegen der Drahtenden um 180° mit anschließendem Versenken derselben im Knochen [103].

Bei korrekter Verankerung der Kirschner-Drähte in der gegenseitigen Kortikalis der proximalen Ulna [12, 78], sowie bei deren Verlauf in Rechtwinkelstellung zur Frakturfläche, dürfte nach Eitel und Schweiberer [12] die Reosteosynthese nur selten notwendig sein. Instabilitäten aufgrund von Implantatproblemen kommen nach Macko und Szabo [57] und Murphy et al. [71] vor, sind jedoch ebenfalls häufig auf eine falsche Technik zurückzuführen [50].

### **Bewegungseinschränkungen**

Bewegungseinschränkungen sind nach fast jeder Olekranonfraktur zu erwarten. Bei exakter Reposition und knöcherner, fester Ausheilung der Fraktur wird es durch ebenso exakte Nachbehandlung in den meisten Fällen aber möglich sein, die Gelenkkontrakturen weitgehend oder vollständig zu beseitigen [15]. Findet der Untersucher bei passiver Prüfung der Beweglichkeit einen festen Anschlag in den Endstellungen der möglichen Bewegungen – also eine Knochenhemmung – ist die Weiterbehandlung mit Krankengymnastik und Hydrotherapie nicht mehr indiziert. Bei federndem Widerstand oder federnder Fixation – also eine Weichteilhemmung – ist in jedem Fall krankengymnastische und hydrotherapeutische Behandlung angezeigt [15]. Die gleichzeitige Traumatisierung des

Kapsel-Band-Apparates, der das Gelenk umgebenden Weichteile einschließlich der Muskel- und Sehnenansätze und der arteriellen, venösen und nervösen Elemente sind die zur Gelenksteife durch Weichteilhemmung führenden Faktoren.

### **Pseudarthrose**

Werden Ellenhakenbrüche mit starker Diastase und Zerreißung des Reserve-streckapparates nicht primär osteosynthetisch behandelt, so bildet sich nach Wustmann [108] stets eine Pseudarthrose an der Bruchstelle mit erheblicher Schwächung des Armes aus. Das zwischen den Bruchflächen liegende Narbengewebe wirkt als Interpostum und verhindert auch passiv die Streckung des Unterarms im Ellenbogengelenk. Trotz dieses Streckdefizits ist die Gebrauchsminderung des Armes im Beruf durch den geringen Funktionsverlust bedeutungslos. Es könnten sich jedoch durch die Inkongruenz der Gelenkflächen der Fossa semilunaris ernsthafte Beschwerden einstellen, wie bei Wurfübungen aller Art [10]. Schließlich leistet die Fehlstellung der Entwicklung einer Arthrose Vorschub. Soweit hinsichtlich des lokalen und Allgemeinbefundes zumutbar, wird man die operative Korrektur vornehmen. Dabei wird das Schwielen-gewebe zwischen den Bruchenden reseziert und die Fixierung der Fragmente mittels Zuggurtung durchgeführt. Bei älteren Personen mit Osteoporose oder Personen mit anderen schwerwiegenden Beschwerden kann nach Viernstein und Keyl [100] der ganze Ellenhaken reseziert werden.

### **Infektion**

Das posttraumatisch infizierte Ellenbogengelenk stellt eine ernsthafte Komplikation dar, da aufgrund des Knochenaufbaus und der dünnen Weichteildecke rekonstruktive und infektberuhigende Maßnahmen schwierig sind. Die in ein Gelenk eingedrungenen Eitererreger finden bedingt durch den anatomischen Aufbau ein nahezu ideales Milieu [9, 65].

Die Gesamtprognose in Bezug auf die spätere Funktion hängt entscheidend von der frühzeitigen Infektdiagnostik, der Fragmentstabilität und von der frühestmöglichen Funktionstherapie ab. Ist dies nicht zu erreichen, muß durch

Transfixationsverfahren (Fixateur externe) zunächst der Infekt beruhigt und anschließend die Gelenkfunktion wiederhergestellt werden. Die größte Herausforderung an den Chirurgen ist somit die ständige Abwägung zwischen Frakturheilung, Infektsanierung und Erhaltung der Gelenkfunktion [65].

Autor	Erscheinungsjahr	Metallmigration	Heilungsstörung	Pseudarthrose	Arthrose	Infekt	Reosteosynthese/ Implantatfraktur	Ulnarisverletzung
Bürger et al.	1967			9				
Flach	1969				6			
Kouwenhoven et al.	1969				1	2		2
Blank	1972		1	1				
Rehn	1973	2	2				1	1
Deliyannis	1973	4						
Hofbauer et al.	1976	1					1	
Scharplatz et al.	1978			4				
Kiviluoto et al.	1978					3	3	
Povel et al.	1979		1	2			2	
Horne et al.	1981		6				1	
Meier	1981			1		1	3	1
Gartsman et al.	1981		4			3	1	
Oestern et al.	1982	3		1			4	
Eitel et al.	1983	10	5	10		3	3	
André et al.	1983	21	14	9		2	4	
Holdsworth et al.	1984					1	1	1
Macko et al.	1985	4	1				1	
Wolfgang et al.	1987	4	7			1	3	
König u. Kilga	1990	3	1			3	3	
König u. Kwasny	1990	2		1		5	3	
Jaskulka et al.	1991	1		2	24			
Hume et al.	1991	9	2			2		1
Teasdall et al.	1993				2		3	
		64	44	40	33	26	26	6

Tab. 6: Häufigkeit von Komplikationen in Vergleichsstudien

### **Nervenirritationen**

Neurologische Komplikationen bei der Olekranonfraktur betreffen am häufigsten den N. ulnaris.

Celli [7] beschreibt drei Ursachen:

- 1) bei der Zuggurtungsosteosynthese, wenn die Cerclage zu nahe an dem Sulcus n. ulnaris liegt, kann der Nerv irritiert werden,
- 2) bei der Pseudarthrose des Olekranons fixiert mit einer Schraube kann ein Cubitus valgus und dadurch ein neurologisches Defizit entstehen;
- 3) bei der posttraumatischen Arthrose des Ellbogens kann das Vorhandensein von Osteophyten innerhalb der Rinne zwischen Epitrochlea und Olekranon Symptome hervorrufen.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Patientenkollektiv**

Die Studie umfaßt ein Patientenkollektiv, das im Zeitraum zwischen 1979 und 1993 in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen wegen einer Olekranonfraktur behandelt wurde und zusätzlich folgende Kriterien erfüllte:

- keine operative Therapie in einem externen Krankenhaus
- Unfallzeitpunkt zwischen 1979- 1993
- Altersgrenze bis max. 72 Jahre
- wohnhaft innerhalb der Landesgrenze von Baden-Württemberg

Insgesamt wurden in diesem Zeitraum 106 Olekranonfrakturen behandelt. Die oben genannten Kriterien trafen auf 89 Patienten zu, die angeschrieben und dazu aufgefordert wurden, an der Nachuntersuchung teilzunehmen.

### **2.2 Fragebogen (Einladungsschreiben)**

Jedem Patienten wurde zusammen mit dem Einladungsschreiben ein Fragebogen (s. Kapitel 10.2), der neun Fragen enthielt, die jeweils mit ja oder nein zu beantworten waren, zugeschickt. Es wurde nach Schmerzen in den drei Situationen Alltag, Arbeit und Sport gefragt. Bei den weiteren Punkten mußten die Patienten Fragen bezüglich Bewegungseinschränkungen bei verschiedenen Bewegungen, Kraftminderung und Taubheitsgefühl im betroffenen Ellenbogengelenk beantworten.

### **2.3 Erhebungsbogen**

Die Nachuntersuchung gliederte sich in drei Abschnitte. Zuerst wurden vom Patienten konventionelle Röntgenbilder angefertigt und anschließend anhand des Erhebungsbogens (s. Kapitel 10.3) Fragen gestellt. Zum Schluß erfolgte die klinische Nachuntersuchung.

Die anamnestischen Angaben aus den Krankenakten und die zu erhebenden Untersuchungsbefunde der einzelnen Patienten wurden in einem durch die

Verwendung einheitlicher Parameter vergleichbaren Untersuchungsbogen festgehalten.

Zunächst wurden allgemeine Angaben zur Person, zur Pathogenese der Fraktur sowie zum therapeutischen Vorgehen der BGU Tübingen festgehalten.

Hinsichtlich der persönlichen Daten des Patienten interessierte das Geschlecht, das Alter zum Zeitpunkt des Unfalls, der ausgeübte Beruf, die Seitenlokalisierung der Fraktur und die Handedominanz.

Unfallmechanismus, Unfallort, Unfallursache und unfallunabhängige Vorerkrankungen waren wichtige Parameter, die den sich anschließenden Lokalbefund einschließlich der Frakturform mitbestimmten. Angegeben wurden außerdem die präoperative Behandlung und der Ort der Erstversorgung. Ergänzt wurden die Fakten durch Angaben über die Begleitverletzungen, d.h. knöcherne Zusatzverletzungen des betroffenen Ellenbogengelenkes oder fern der Extremität, Verletzungen von Nerven und Gefäßen, weitere Traumata im Sinne eines Polytraumas und Haut- und Weichteilschädigungen.

Einen wichtigen Teil des Untersuchungsbogens stellte der Abschnitt für die Therapie dar: Es wurde das Intervall bis zur Operation, die Lagerung, die angewendete Anästhesie, der operative Zugang und die ausgeführte Osteosynthese festgehalten.

Anschließend wurde die postoperative Nachbehandlung stationär und ambulant bis hin zur Nachuntersuchung unter Einschluß postoperativer Komplikationen und Bewegungsumfänge berücksichtigt. Bei der Metallentfernung wurde auf die Metallverweildauer, auf Probleme bezüglich des Osteosynthesematerials, auf die Länge des stationären Aufenthaltes und auf Besserung der Probleme nach dem Eingriff geachtet.

Die Daten aus den Krankenakten wurden bei den nachuntersuchten Patienten durch detaillierte Befragung vervollständigt.

Die weiteren Punkte im Untersuchungsbogen wurden von der Nachuntersuchung bestimmt. Es wurde zunächst der zeitliche Abstand zwischen Nachuntersuchungstermin und Unfalltag festgestellt und in der Folge anamnestisch auf

die Beschwerden des Patienten eingegangen: Fragen über die Qualität und die Quantität von Schmerzen, Probleme im Alltag und beim Sport, Schwellneigungen und Gefühlsstörungen gestellt. Die berufliche Situation des Patienten nach dem Unfallereignis und eine eventuell damit verbundene Erwerbsminderung bzw. Dauerberentung ergaben Aufschlüsse über ökonomische und sozialmedizinische Folgen der Verletzung. Darauf folgten die Punkte über die allgemeine Zufriedenheit des Patienten und der subjektive Gesamteindruck des Untersuchers.

In der zweiten Hälfte wurde auf die klinische Nachuntersuchung mit der Beschreibung des lokalen Befundes eingegangen. Festgehalten wurde jeweils im Seitenvergleich die grobe Kraft, die Umfangmaße am hängenden Arm (jeweils drei Messungen am Arm: 15 cm oberhalb des äußeren Oberarmknorrens, am Oberarmknorren und 10 cm unterhalb des äußeren Oberarmknorrens), die Funktionsprüfung nach der Neutral-Null-Methode und zusätzlich die Funktion der benachbarten Gelenke und Funktionsgriffe. Die normalen aktiven Bewegungsumfänge für Streckung und Beugung im Ellenbogengelenk betragen 10 – 0 – 150, wobei vor allem bei Frauen die Hyperextension von 10° möglich ist. Die Umwendbarkeit des Unterarms gegenüber dem Oberarm wird bei 90° gebeugten Ellenbogengelenk bestimmt und umfaßt normalerweise für Pronation und Supination 90 – 0 – 90.

Der Röntgenbefund diente der Objektivierung des Heilungsergebnisses. Es wurde grundsätzlich eine Aufnahme im anterior- posterioren und im seitlichen Strahlengang von dem betroffenen und dem gesunden Ellenbogengelenk angefertigt. Anhand der Unfallbilder wurde die Frakturklassifikation vorgenommen, sowie das Ausmaß einer bestehenden Fragmentdislokation, das Vorhandensein einer Impression der Gelenkfläche und die Anzahl der Fragmente notiert. Bei den postoperativen Bildern wurden verbleibende Fehlstellungen sowie die unterschiedlichen Maße des Osteosynthesematerials ausgemessen. Zuletzt wurden arthrotische Veränderungen im Vergleich zur gesunden Seite befundet. Anhand eines Scores (Score nach Gauer et al.) [41] für Ellenbogenarthrose wurde eine Einteilung in vier Stufen vorgenommen:

- Stufe 0: keine Veränderung
- Stufe 1: Sklerosierung der Gelenkfläche, Gelenkspalt nicht verschmälert, keine oder geringe Ausziehungen, keine Zysten
- Stufe 2: Gelenkspalt deutlich verschmälert, Zysten und/oder Anbauten, unregelmäßige Gelenkfläche
- Stufe 3: starke Veränderungen bis hin zur Ankylose

### **2.4 Nachuntersuchung**

52 Patienten (58,4 %) antworteten positiv auf das Anschreiben und stellten sich im Sommer 1999 in der BGU Tübingen zu der Nachuntersuchung zur Verfügung. Die restlichen 37 Patienten nahmen aus folgenden Gründen nicht an der Studie teil:

- 18 Patienten haben abgesagt aus hauptsächlich finanziellen (Verdienstaufschlag und Fahrtkosten) und gesundheitlichen Gründen
- 11 Patienten konnten trotz intensiver Bemühungen nicht mit dem Schreiben erreicht werden
- 8 Patienten sind verstorben

Aus dem Kollektiv der nachuntersuchten Patienten mußten drei nachträglich ausgeschlossen werden. Bei einem Patienten war sowohl auf den Röntgenbildern nach dem Unfall, als auch bei den nachfolgenden Bildern keine Olekranonfraktur nachzuweisen (konservative Behandlung). Bei dem zweiten Patienten handelte es sich um eine proximale Fraktur der Ulna ohne Beteiligung des Olekranons, die durch eine Zuggurtungsosteosynthese versorgt wurde. Ein Patient zog sich in einem Intervall von fünf Jahren eine beidseitige Olekranonfraktur zu.

Für die Bewertung der Ergebnisse wurde der Score nach Oestern und Tscherny sowie der Score nach Murphy et al. (s. Kapitel 10.1 Bewertungsschemata) angewandt. Alle klinischen Untersuchungen und Befunderhebungen wurden am



verletzten und am gesunden Arm durchgeführt. In den beiden Bewertungsschemata wurden die folgenden Kriterien unterschiedlich gewichtet:

- Streck- und Beugedefizit
- Pro- und Supinationsdefizit
- Schmerzen
- Funktion
- Röntgenbefund

Vorhandene Gradabstufungen, ausgeprägte Schmerzqualitäten und unterschiedliche Funktions- und Röntgenbefunde führen über das in den Tabellen 35 und 36 dargestellte Punktesystem zu einer Rangordnung der Untersuchungsergebnisse. Bei der Einteilung der Arthrose entspricht die Stufe 0 des Scores nach Gauer et al. der Einteilung „keine Arthrose“ bei den Bewertungskriterien nach Oestern und Tscherne Stufe 2 und 3 entsprechen „schwache Arthrose“ und die Stufe 4 entspricht „schwere Arthrose“.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Epidemiologie

##### 3.1.1 Alters- und Geschlechterverteilung

Die katamnestische Auswertung der Krankenakten des Gesamtkollektives (87 Patienten) ergab eine Geschlechterverteilung von 58 Männern (66,7 %) und 29 Frauen (33,3 %), was einem Verhältnis zwischen Männern und Frauen von 3:2 entspricht. Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug zum Unfallzeitpunkt 30,7 Jahre mit einer Standardabweichung von 15 Jahren.

In zwei Fällen lag eine Fraktur sowohl des rechten als auch des linken Olekranons vor. Eine Patientin verletzte sich gleichzeitig beide Ellenbogen, wobei die andere Patientin sich in einem Abstand von fünf Jahren zuerst das rechte und dann das linke Olekranon brach.

Das Patientenkollektiv umfaßte somit 87 Patienten bei 89 Olekranonfrakturen und 88 Unfällen.

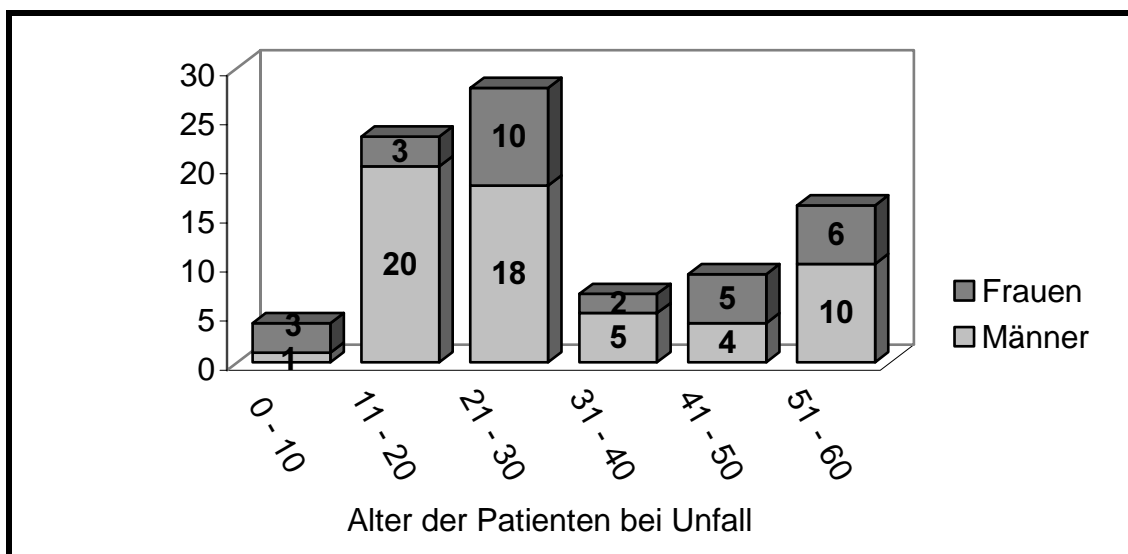


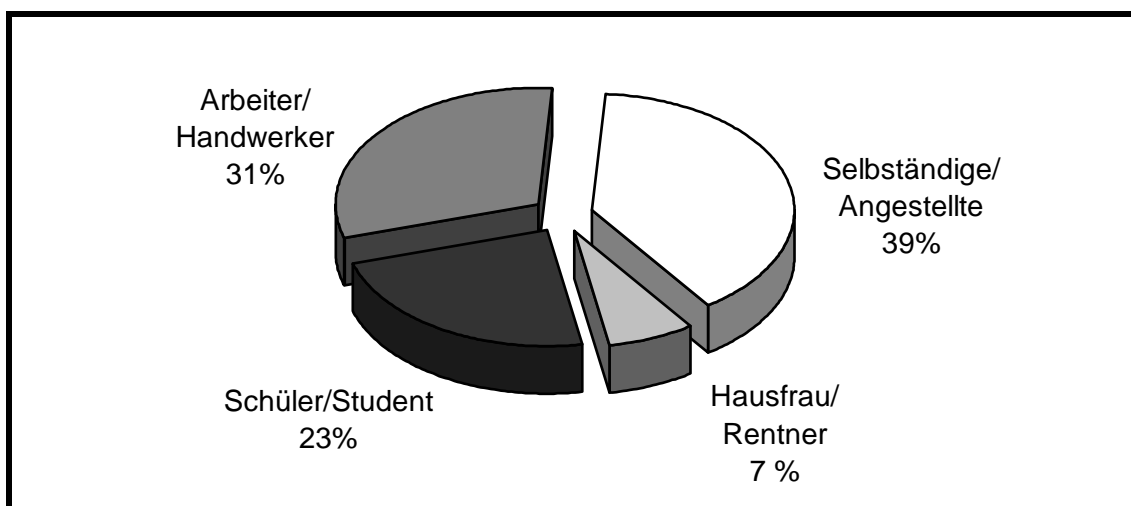
Abbildung 30: Alters- und Geschlechterverteilung

Bei der Betrachtung der Altersverteilung (Abb. 30) fällt auf, daß die männlichen Patienten vorwiegend zwischen dem 11. und 30. Lebensjahr verunfallten. Die meisten weiblichen Patienten verletzten sich zwischen dem 21. - 30. und dem

41. - 60. Lebensjahr. Das durchschnittliche Alter der Frauen beim Unfall lag mit 32,6 Jahren leicht höher als das der Männer mit 29,8 Jahren.

### 3.1.2 Beruf

Die Berufsunterteilung erfolgte in den folgenden Gruppen: Schüler / Student, Hausfrau / Rentner, Arbeiter / Handwerker und Selbständige / Angestellte. Zum Zeitpunkt des Unfalls übten jeweils ca. 30 % der Patienten eine körperliche Tätigkeit aus (Arbeiter / Handwerker) oder waren nicht erwerbstätig (Schüler / Student und Hausfrau / Rentner). Die verbleibenden ungefähr 40 % wurden unter der Gruppe der Selbständigen und Angestellten zusammengefaßt und waren überwiegend im kaufmännischen Gewerbe tätig.



**Abbildung 31: Berufsverteilung**

### 3.1.3 Frakturlokalisation

In 54 Fällen (60,7 %) lag eine linksseitige und in 35 (39,3 %) eine rechtsseitige Verletzung des Ellenbogengelenkes vor. Bei den Männern trat die Fraktur 34mal links und 24mal rechts auf, bei den Frauen war sie wie folgt verteilt: 20mal links und 11mal rechts. Das Auftreten der Fraktur auf der linken Seite ist bei den Frauen mit 64,5 % ausgeprägter als bei den männlichen Patienten (58,6 %).

### 3.2 Diagnostik

#### 3.2.1 Unfallhergang

Fast die Hälfte der Unfallursachen der 88 Unfälle gingen auf Verkehrsunfälle (39; 44,3 %) zurück. Gefolgt wurde diese Ursache von 21 Freizeit-, Haushalts- und Sportunfällen (23,9 %), von 18 Stürzen als Fußgänger (20,5 %) und zehn Arbeitsunfällen (11,4 %).

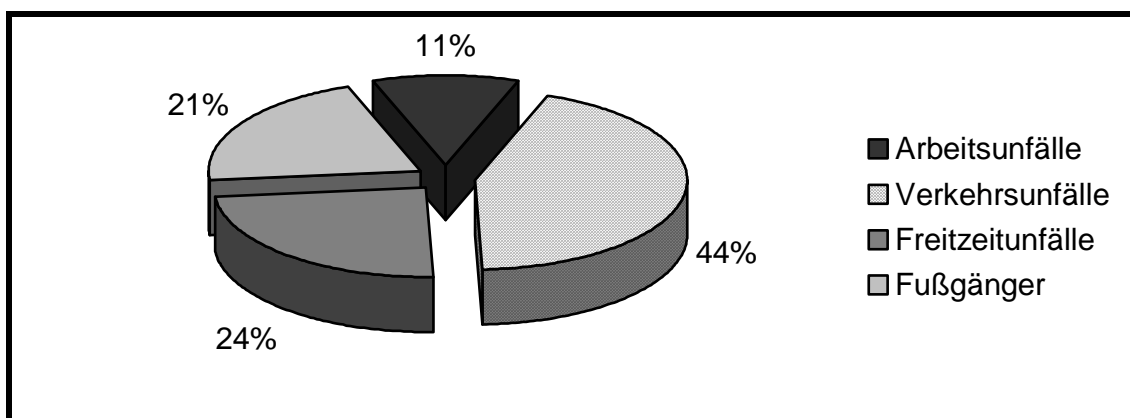


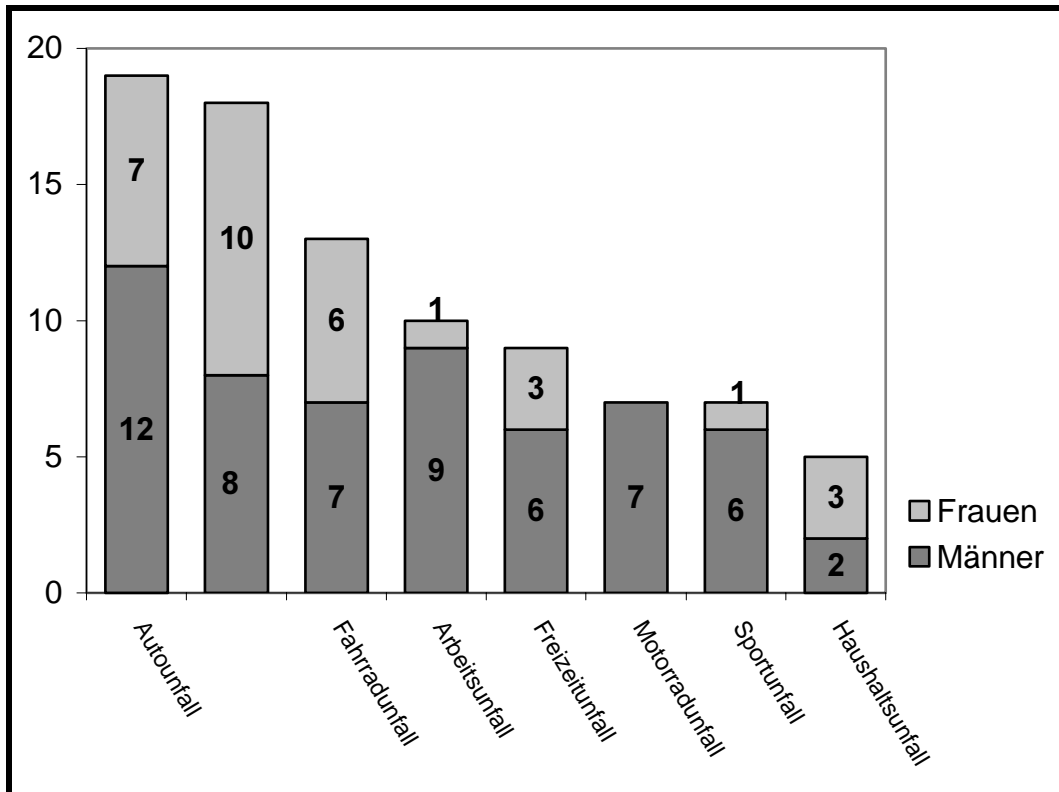
Abbildung 32: Unfallursachen

Bei drei Verkehrs- und fünf Fußgängerunfällen verunfallten die Patienten auf dem Weg zur Arbeit und könnten deshalb auch als Arbeitsunfall eingeteilt werden (Wegeunfall). Betrachtet man die 21 Freizeit-, Haushalts- und Sportunfälle, die 18 Fußgängerunfälle und die zehn innerbetrieblichen Unfälle zusammen, so können sie in 31 Stürze aus Körperhöhe (18 Männer und 13 Frauen) und 18 Stürze aus größerer Höhe (14 Männer und vier Frauen) aufgeteilt werden. Bei letzterem fällt die deutliche Differenz zwischen Männern und Frauen auf.

Fahrradunfälle traten mit einer fast gleichen Häufigkeit bei Frauen wie bei Männern auf. Motorradunfälle waren nur bei Männern eine Unfallursache. Bei Arbeits- und Sportunfällen verletzte sich jeweils nur eine Frau. Von den 18 gestürzten Fußgängern war bei der Hälfte die Ursache ein Sturz auf Glatteis.

Bei der Betrachtung des Unfallhergangs in Bezug auf das Alter der Patienten ließen sich typische Verletzungsursachen feststellen. Patienten jüngeren und mittleren Alters erlitten vor allem Verkehrs- (Pkw und Motorrad) und Sportunfälle, wohingegen ältere Patienten vor allem beim Gehen stürzten. Im Betrieb ver-

letzten sich vor allem jüngere (11- 30 Jahre) und ältere Patienten (51- 60 Jahre).



**Abbildung 33: Unfallursachen**

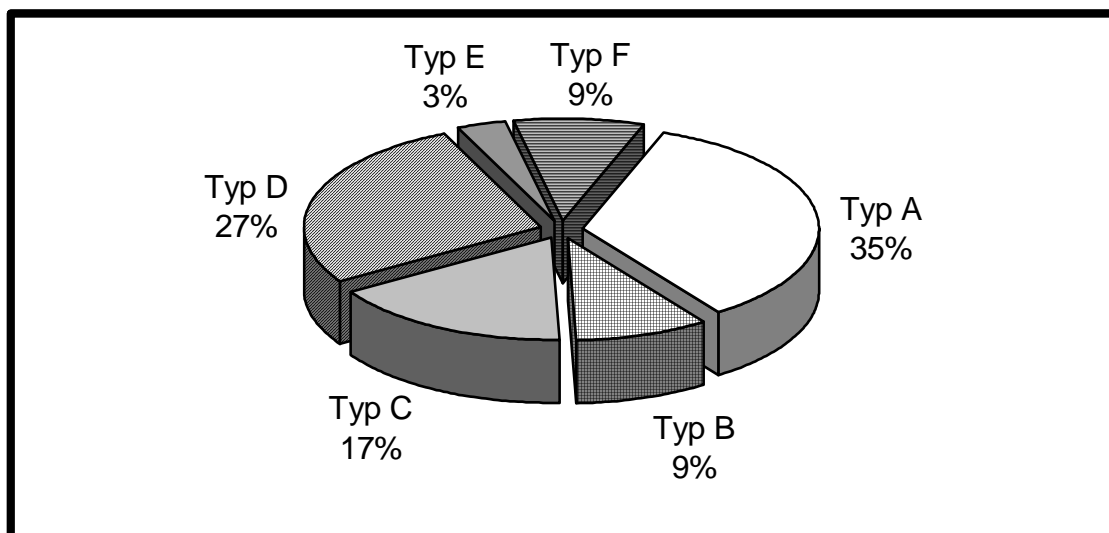
### 3.2.2 Frakturtypen

Bei der Auswertung der Röntgenbilder wurden die Olekranonfrakturen nach der Klassifikation nach Schatzker [88] eingeteilt. In der Abbildung 34 wurde die Häufigkeit der verschiedenen Frakturtypen dargestellt.

In den folgenden Darstellungen werden ebenfalls die beidseitigen Frakturen der beiden Patienten aufgeführt. Bei der einen Patientin, welche sich in einem Zeitraum von fünf Jahren beide Ellenbogen gebrochen hat, handelte es sich um die Frakturtypen B und D, bei dem anderen Patienten lag eine Typ D – und eine Typ F – Fraktur vor.

Der häufigste Frakturtyp im Patientenkollektiv war die Querfraktur Typ A (34,8 %) gefolgt von der Mehrfragmentfraktur Typ D (27,0 %), der proximalen Schrägfraktur Typ C (16,9 %), der Querfraktur mit Impaktation der Gelenkfläche

Typ B (9,0 %), der Olekranonfraktur im Rahmen einer Luxationsfraktur Typ F (9,0 %) und schließlich der distalen Schrägfraktur Typ E (3,4 %).



**Abbildung 34: Frakturtypen eingeteilt nach Schatzker**

Wie schon in der Einleitung erwähnt, werden von mehreren Autoren unterschiedliche Varianten für die Einteilung der Olekranonfraktur vorgeschlagen. In der Tab. 7 ist das Patientenkollektiv jeweils in die gängigsten Klassifikationen eingeteilt. Für weitere Erläuterungen siehe Kapitel 1.3.1 .

<b>Frakturklassifikation nach Schatzker:</b>					
Typ A	Typ B	Typ C	Typ D	Typ E	Typ F
31	8	15	24	3	8
<b>Mayo Klassifikation:</b>					
I A	I B	II A	II B	III A	III B
15	7	34	25	2	6
<b>Klassifikation nach Colton:</b>					
A	B	C	D		
(Abrißfrakturen)	(Einfragmentfrakturen)	(Trümmerfrakturen)	(Frakturdislokation)		
4	45	32	8		
<b>Tab. 7: Einteilung in verschiedene Klassifikationen</b>					

### 3.2.2.1 Frakturtyp unter verschiedenen Aspekten

Bei der Beurteilung der verschiedenen Frakturtypen in Bezug auf die Geschlechterverteilung zeigt sich, daß bei den Frakturtypen A, B, C und D zwischen Männern und Frauen prozentual kaum ein Unterschied besteht. Nur bei Männern (5 %) mußte die Typ E – Fraktur behandelt werden im Gegensatz zu der Typ F – Fraktur, die bei 19 % der Frauen und 5 % der Männer operativ versorgt wurde.

Zwischen den jeweiligen Frakturtypen und der Seitenverteilung gab es keine Auffälligkeiten. Insgesamt war die linke Seite häufiger betroffen.

Frakturtyp	Patientenzahl		Geschlechterverteilung		Seitenverteilung		Altersgruppen			
	Anzahl	%	Männer	Frauen	rechts	links	0-14	15-29	30-44	45-59
Typ A	31	35	21	10	10	21	5	13	6	7
Typ B	8	9	5	3	3	5	0	5	2	1
Typ C	15	17	11	4	6	9	2	9	3	1
Typ D	24	27	17	7	11	13	1	13	3	7
Typ E	3	3	3	0	1	2	1	1	0	1
Typ F	8	9	3	5	2	6	0	4	0	4

**Tab. 8: Häufigkeit der Olekranonfraktur in Abhängigkeit von verschiedenen Kriterien**

Die am häufigsten vorkommende Fraktur in der Altersgruppe von 0 bis 14 Jahren war die Fraktur Typ A. Bei dem Typ C lag 2/3 der Frakturen in der Altersgruppe von 11 bis 20 Jahren vor. In der Altersklasse von 15 bis 29 Jahren befand sich 1/3 der Typ A – Frakturen, ebenfalls fand man jeweils einen hohen Anteil an Frakturen mit Impression der Gelenkfläche (Typ B) und Mehrfragmentfrakturen (Typ D). In der letzten Altersgruppe (45– 59 Jahre) kamen die Querfraktur (Typ A) und die Mehrfragmentfraktur (Typ D) mit gleicher Häufigkeit vor.

### 3.2.2.2 Frakturtyp und Unfallart

Die häufigste Unfallursache machten bei den Typ A – Frakturen Stürze bei Freizeitaktivitäten, im Haushalt oder beim Sport (11 Fälle) aus. Bei Stürzen beim Gehen trat überwiegend der Frakturtyp A auf (neun Fälle). Die durch Autounfälle verursachten Frakturen verteilten sich gleichmäßig auf die sechs Frakturtypen. Bei den durch Motorrad- und Fahrradunfälle bedingten Frakturen fanden sich vor allem Typ A – Frakturen gefolgt vom Typ D und Typ B. Unter den Arbeitsunfällen lagen nur zwei Einfragmentfrakturen (Typ A) vor, ansonsten ausschließlich komplizierte Frakturen (fünf Typ D, zwei Typ F und eine Typ B). Insgesamt traten die schweren Gelenkfrakturen vom Typ D und F häufig bei Auto-, Fahrrad-, Arbeitsunfällen auf und weniger bei Stürzen als Fußgänger und bei Freizeitunfällen.

In dem folgenden Diagramm werden in der Gruppe der Verkehrsunfälle die Auto-, Motorrad- und Fahrradunfälle zusammengefaßt.

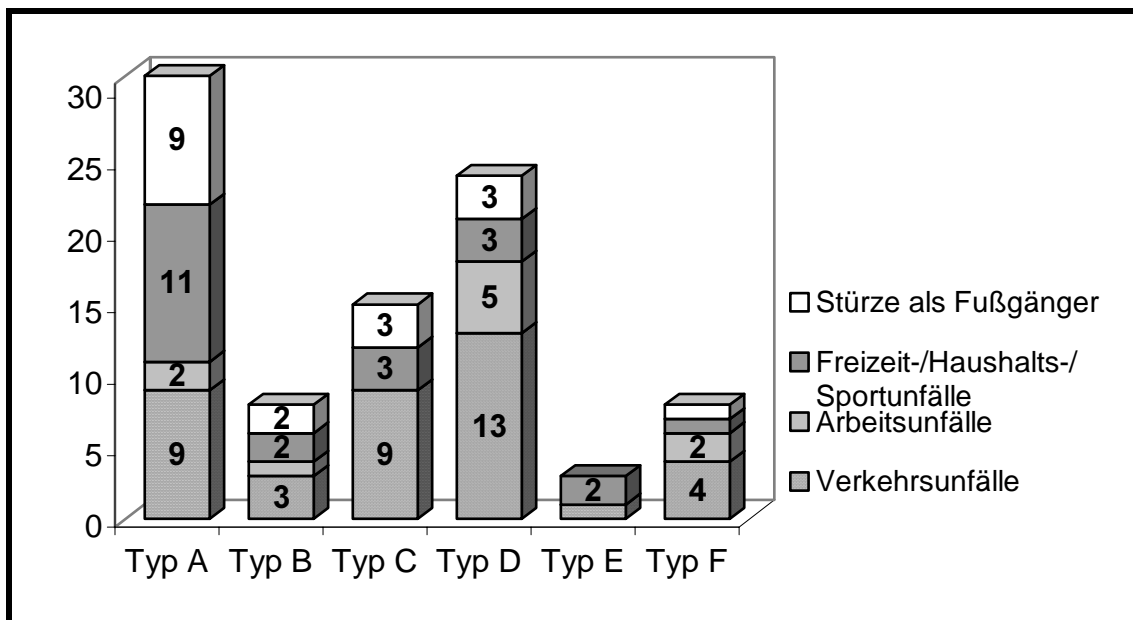


Abbildung 35: Frakturtyp und Unfallart



### 3.3 Begleitverletzungen

Eine isolierte Fraktur des Olekranons lag bei etwa der Hälfte der Fälle vor. Zusätzlich zu der Olekranonfraktur hatten fünf Patienten (6 %) eine weitere lokale Verletzung des Ellenbogens. Es handelte sich dabei um zwei Radiusköpfchenfrakturen, eine Radiusluxation und zwei Frakturen des Proc. coronoideus. Bei 24 Patienten (27 %) bestand noch eine Verletzung fern der Olekranonfraktur und 12 Patienten (14 %) hatten ein Polytrauma.

	Typ A	Typ B	Typ C	Typ D	Typ E	Typ F
keine	24	6	7	7	1	3
lokal	1	0	0	2	1	1
frakturfern	5	2	7	9	0	1
Polytrauma	1	0	1	6	1	3

**Tab. 9: Lokalisation der Begleitverletzungen**

Der Schweregrad der Fraktur hängt mit der Häufigkeit des Auftretens von Begleitverletzungen zusammen. So bestand bei 50 % der polytraumatisierten Patienten eine Typ D – Fraktur und bei weiteren 25 % eine Typ F – Fraktur.

#### 3.3.1 Knöcherne Begleitverletzungen

Mit einer Inzidenz von 33,7 % (30 Patienten) traten zusätzlich zur Olekranonfraktur knöcherne Begleitverletzungen auf. Neben 19 isolierten bestanden auch 11 verschieden kombinierte Frakturen.

Die häufigsten knöchernen Begleitverletzungen betrafen die obere Extremität, gefolgt von der unteren Extremität und der Wirbelsäule.

#### 3.3.2 Gefäß- und Nervenverletzungen

Während es im untersuchten Patientenkollektiv nicht zu Verletzungen der arteriellen und venösen Gefäße kam, wurden bei insgesamt acht Patienten (9 %) neurologische Ausfälle festgestellt. Der N. ulnaris war viermal betroffen, der N. medianus und der N. radialis jeweils einmal. Zwei weitere Parästhesien wurden allerdings ohne weitere Informationen angegeben. Sechs Nervenverletzungen traten bei Trümmerfrakturen (Typ D) des Olekranons und jeweils mit weiteren

Begleitverletzungen der Extremität auf. Nur bei einer N. ulnaris Verletzung war der Unfallmechanismus, der zur Olekranonfraktur führte, für die Schädigung verantwortlich. Alle Ausfälle waren inkomplett.

### 3.4 Haut- und Weichteilverletzungen

Bei der Untersuchung der Weichteile am verletzten Ellenbogen nach dem Unfall wurden bei 30 Patienten (33,7 %) keine pathologischen Befunde diagnostiziert. Bei insgesamt 68 Patienten (76,4 %) lag eine geschlossene Fraktur vor, bei den restlichen 21 Patienten (23,6 %) eine offene Fraktur. Im Krankheitsverlauf manifestierten sich nur bei Patienten mit offenen Frakturen Infekte (3,4 %).

Die häufigste Ursache (14 Patienten) offener Frakturen waren Verkehrsunfälle (zehn Auto- und vier Motorradunfälle). Weitere fünf Patienten stürzten aus großer Höhe (Sturz aus 7 m vom Gerüst, aus 4 m aus dem Fenster und von der Leiter). Eine Patientin zog sich beim Sturz auf Glatteis eine offene Fraktur zu.

	geschlossene Fraktur (unverändert)	Weichteile kontusioniert	offene Fraktur 1°	offene Fraktur 2°	offene Fraktur 3°
Typ A	13	14	4	0	0
Typ B	1	7	0	0	0
Typ C	8	4	2	1	0
Typ D	5	10	8	1	0
Typ E	1	1	0	0	1
Typ F	2	2	1	0	3

Tab. 10: Weichteilsituation

### 3.5 Behandlung

#### 3.5.1 Präoperative Behandlung

Bei dem Großteil (44 Patienten) der in der BGU behandelten Patienten wurde die Diagnose vor Ort gestellt. 33 Patienten wurden von einer auswärtigen Klinik und zehn Patienten von einem niedergelassenen Arzt überwiesen.

Bei 36 % der Patienten (31) wurde auf eine präoperative Ruhigstellung verzichtet. 52 Patienten (59 %) wurden vor der endgültigen Operation temporär mit einem Gipsverband versorgt, wobei jeweils 20 in der BGU bzw. in einer auswärtigen Klinik vor Überweisung und 12 von einem niedergelassenem Arzt angelegt worden waren. Vier Patienten wurden präoperativ mit einem Fixateur externe versorgt. Dieses Verfahren wurde bei Patienten mit starken Weichteilschädigungen (3° offene Fraktur) bzw. wegen schwerwiegender Begleitverletzungen angewendet und immer in auswärtigen Kliniken vorgenommen, bevor die Patienten in die BGU kamen. Von diesen vier Patienten waren drei im Straßenverkehr verunglückt und einer im Betrieb von der Leiter gefallen. In drei Fällen lag ein Polytrauma vor.

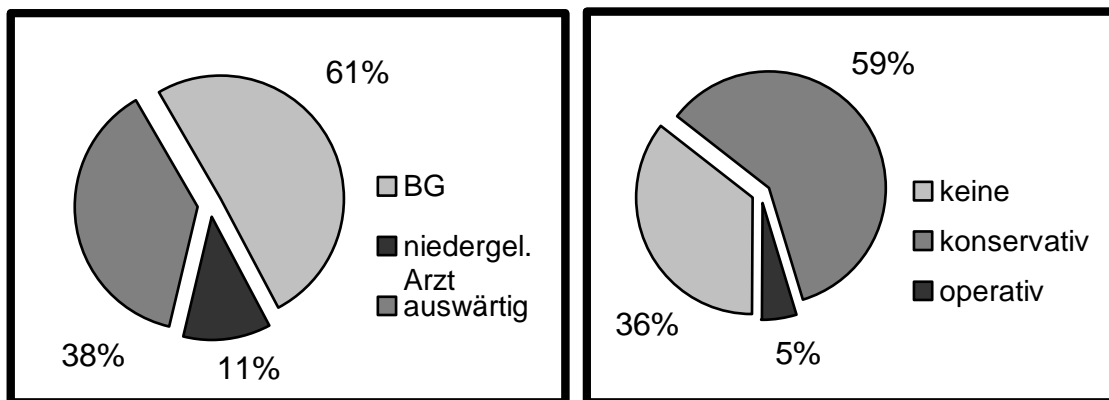


Abbildung 36: Ort der Diagnosestellung \_ Abbildung 37: Vorbehandlung

### 3.5.2 Konservative Therapie

Auf eine ausschließliche konservative Therapie der Olekranonfraktur wurde in dem Patientenkollektiv verzichtet. Bei keinem Patienten lagen Kontraindikationen vor, die einen operativen Eingriff verboten hätten.

Bei einem nachuntersuchten Patienten, der im nachhinein aus dem Kollektiv genommen wurde, lag eine Olekranonfraktur vor, die in einem auswärtigen Krankenhaus konservativ behandelt worden war. Wegen Versagen der Therapie und einer Ausbildung eines Morbus Sudeck kam er zur Weiterbehandlung in die BGU.

### 3.5.3 Operative Therapie

Alle Patienten in diesem Kollektiv wurden operativ versorgt. Eine Behandlung mit einem temporären Gipsverband wurde in manchen Fällen prä- aber auch kurzfristig postoperativ angewandt. Das häufigste benutzte Osteosyntheseverfahren war mit 91 % (81 Frakturen) die Zuggurtungsosteosynthese. Bei zehn dieser Patienten wurde zusätzlich eine Schraube verwendet. Vier Patienten wurden mit einer Plattenosteosynthese und einer mit zusätzlicher Schraubenosteosynthese versorgt. Ein weiterer Patient wurde mit einer Spongiosaschraube therapiert. Drei Patienten wurden nur mit Kirschner-Drähten behandelt.

#### 3.5.3.1 Operationszeitpunkt

Knapp über die Hälfte der Patienten (52,3 %) wurden innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Unfall operiert. 39 Patienten (44,3 %) wurden zwischen dem 1. und dem 12. Tag nach dem Unfall operativ behandelt. Drei Patienten (3,4 %) wurden nach einem längeren Intervall operiert (nach 16, 21 und 46 Tage).

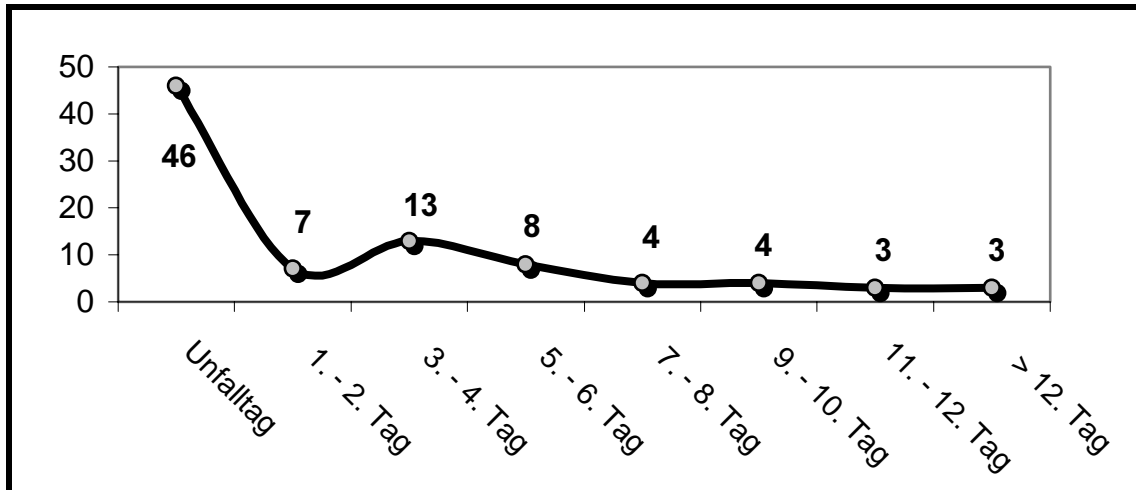


Abbildung 38: Zeitraum zwischen Unfall und Operation

Von den zehn Patienten, die nach dem achten Tag operiert worden sind, wurden acht von einer auswärtigen Klinik zugewiesen. Drei Patienten versorgte man dort mit einem Fixateur externe. Bei der am 46. Tag nach dem Unfall operierten Patientin wurde die Diagnose verspätet gestellt, nachdem bereits eine ausgeprägte Fragmentdislokation bestand. Drei Patienten verunglückten im

Ausland im Straßenverkehr und mußten für die Behandlung ihre Rückführung abwarten (Operation am 9., 12. bzw. 21. Tag). Bei vier Patienten konnte wegen des Gesamtzustandes (Polytrauma) die Olekranonfraktur erst zu einem späteren Zeitpunkt (Operation nach 9, 10, 11 und 16 Tagen) endgültig behandelt werden.

Von den 44 Patienten, die zur Diagnosestellung in die BGU kamen, wurden 29 noch am Unfalltag operiert. Die restlichen Patienten, außer einem Polytraumatisierten, waren bis zum siebten Tag nach Unfall operiert.

Alle Patienten, die nicht am selben Tag operiert wurden, bekamen zur temporären Ruhigstellung einen Gips.

### **3.5.3.2 Operationstechnik**

#### **3.5.3.2.1 Anästhesie**

Zur Anästhesie wurden die Intubationsnarkose (54 %), Plexusanästhesie (36,8 %) oder die Maskenanästhesie (9,2 %) verwendet. Auf die Maskennarkose griff man nur beim Frakturtyp A zurück. Bei polytraumatisierten Patienten wurde bis auf einen Verletzten die ITN angewandt. Ansonsten gab es kaum Unterschiede in der Anwendung dieser Verfahren in Bezug auf den Frakturtyp.

#### **3.5.3.2.2 Lagerung und operativer Zugang**

In nicht allen Operationsberichten wurde die Lagerung des Patientens während des Eingriffes und der operative Zugang beschrieben. Fast immer wurde unter Blutsperre operiert, aber auch hier sind die Berichte lückenhaft.

In Rückenlage wurden in dem Kollektiv 73 Patienten (83,9 %) und neun Patienten (10,3 %) in Bauchlage operiert. Zu fünf Patienten gab es keine Angaben.

Bei 73 Olekranonfrakturen wurde der operative Zugang nach Boyd-Thompson mit leicht geschwungener Inzision auf der Radialseite des Olekranons in Richtung der Dorsalkante der Ulna durchgeführt, dreimal wurde zusätzlich ein ventraler Zugang wegen lokalen Begleitverletzungen gewählt, und 13mal wurde der Zugang nicht angegeben.

### 3.5.3.3 Osteosynthese

Wie schon einleitend erwähnt, kam die Zuggurtungsosteosynthese in 71 Fällen (79,8 % der Olekranonfrakturen) alleine, in weiteren zehn Fällen (11,2 %) kombiniert mit einer Zugschraube zur Anwendung.

Typ A – Fraktur: Die Querbrüche des Olekranons wurden immer mittels einer Zuggurtungsosteosynthese behandelt. In einem Fall wurde in Kombination eine Zugschraube verwendet, weil zusätzlich zu der deutlichen Querfraktur eine nicht durchgängige Frakturlinie nach schräg distal verlief.

Typ B – Fraktur: Die Querfraktur mit Impression der Gelenkfläche wurde genau wie bei der Typ A – Fraktur nur mit Zuggurtungen versorgt.

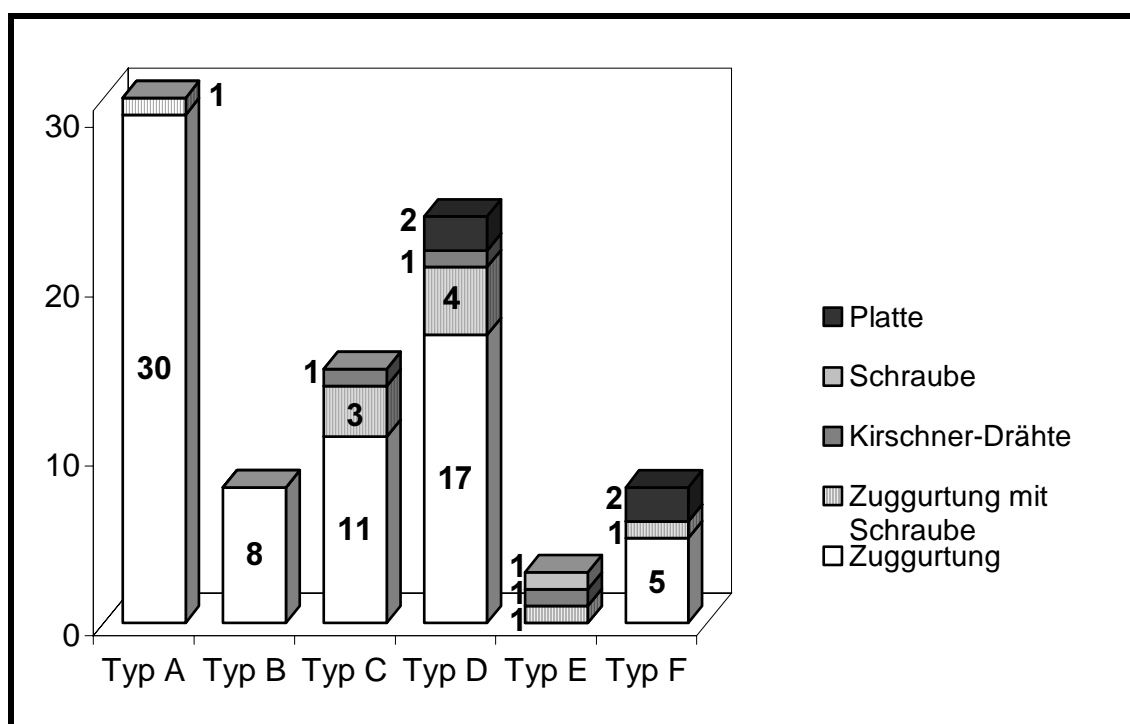
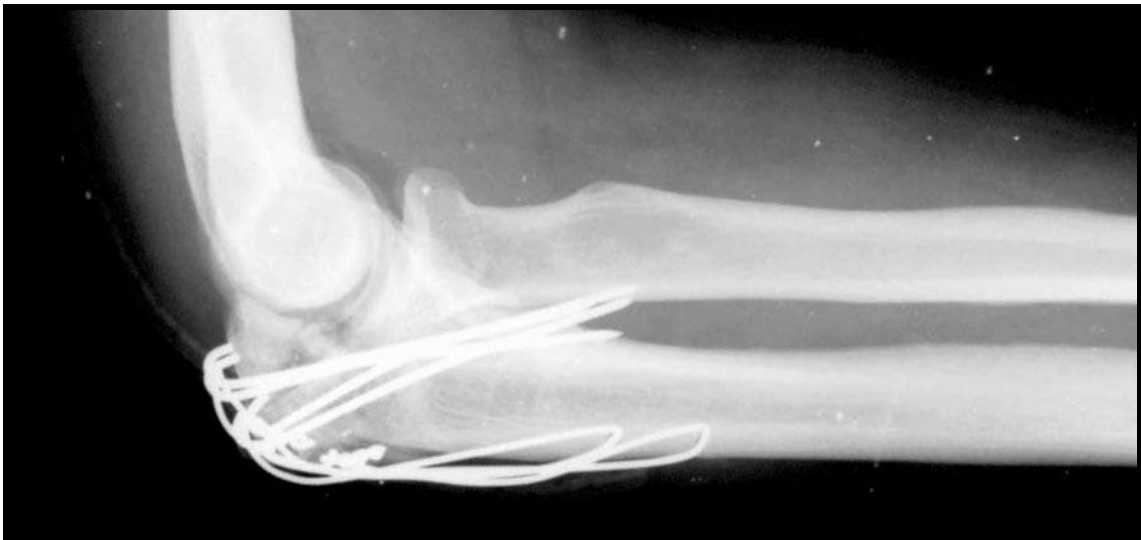


Abbildung 39: Osteosynthese

Typ C – Fraktur: Bei den proximalen Schrägfrakturen wurde ebenfalls hauptsächlich das Verfahren der Zuggurtung angewandt. In einem Fall wurde die Fraktur nur mit Kirschner-Drähten versorgt. Um der Gefahr einer durch die al-

leinige Anwendung der Zuggurtung hervorgerufenen Scherkraft zu umgehen, wurde bei drei Patienten zusätzlich eine Zugschraube verwendet. Ein Patient in dieser Gruppe profitierte von einem weiteren, dritten Kirschner-Draht.

Typ D – Fraktur: Die Trümmerfrakturen wurden in diesem Patientenkollektiv ebenfalls fast ausschließlich mit der Zuggurtungsosteosynthese versorgt.



**Abbildung 40: Osteosynthese mit zwei Zuggurtungen**

Bei einem Patienten wurden zwei Zuggurtungen (vier Kirschner-Drähte) parallel eingebracht.



**Abbildung 41: Plattenosteosynthese bei einer jungen Patientin**

Ein acht Jahre altes Mädchen wurde mit einer 6-Loch-Drittelrohr-Platte operativ versorgt. Vier weitere Verletzte benötigten zur Frakturstabilisierung im Zusammenhang mit der Zuggurtung eine Zugschraube. Bei einem polytraumatisierten Patienten mit einer ausgeprägten Trümmerzone wurde eine Platte verwendet, bei einem weiteren wurde nur ein Kirschner-Draht und gleichzeitig ein Fixateur externe für 20 Tage angebracht.

Typ E – Fraktur: Bei der distalen Schrägfraktur fanden drei verschiedene Verfahren Anwendung. Ein Patient, der zusätzlich eine Fraktur des Proc. coronoideus hatte, wurde mittels Schraubenosteosynthese versorgt. Ein weiterer Patient wurde mit einer Zuggurtung und einer Schraube behandelt. Ein sieben Jahre alter Junge wurde ausschließlich mit zwei Kirschner-Drähten behandelt.

Typ F – Fraktur: Auch bei den Olekranonfrakturen mit Fragmentdislokation wurden jeweils zweimal die Zuggurtungsosteosynthese und die Plattenosteosynthese angewandt.

Bei vier Patienten mußten Substanzverluste mit Spongiosa aufgefüllt werden. Es handelte sich dabei um eine Typ B – und drei Typ D – Frakturen. Bei allen Patienten wurde autologe Spongiosa aus dem Beckenkamm verwendet. Kleinere Knochenfragmente wurden nur bei den Typ D – Frakturen entnommen.

### **3.6 Nachbehandlung**

#### **3.6.1 Postoperative Behandlung**

Das Ziel der Osteosynthese ist es, die Übungsstabilität herzustellen, um möglichst frühzeitig mit der physiologischen Nachbehandlung anfangen zu können. Im Durchschnitt konnte mit dieser drei Tage nach der Operation begonnen werden.



	Ruhigstellung der Fraktur postoperativ				Beginn der Übungsbehandlung postoperativ				
	elastischer Verband	Gipsverband	Gipsschale	Fixateur externe	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	nach 4. Tag
<b>Typ A</b>	4	22	5	0	4	14	10	1	2
<b>Typ B</b>	3	4	1	0	0	5	2	1	0
<b>Typ C</b>	3	10	2	0	2	4	4	3	2
<b>Typ D</b>	3	16	3	2	1	9	7	2	5
<b>Typ E</b>	0	2	1	0	0	1	1	0	1
<b>Typ F</b>	0	3	3	2	0	1	2	2	3

**Tab. 11: Postoperative Therapie**

### 3.6.1.1 Postoperative Frakturruhigstellung

Nach der Operation wurden vier verschiedene Verfahren der Frakturruhigstellung angewandt. Bei 13 Frakturen (14,6 %) wurde postoperativ ein elastischer Verband angelegt. Der größte Anteil wurde mit einem Gips versorgt, 57 Frakturen (65 %) mit einem Gipsverband und 15 Frakturen (16,9 %) mit einer Gipsschale. Bei jeweils zwei Typ D – und einer Typ F – Frakturen wurde postoperativ ein Fixateur externe verwendet, weil mit dem osteosynthetischen Verfahren keine Übungsstabilität erreicht wurde. Es waren jeweils schwerwiegende Frakturen von polytraumatisierten Patienten.

Ansonsten gab es keinen nennenswerten Unterschied bei der postoperativen konservativen Behandlung der verschiedenen Frakturtypen.

### 3.6.1.2 Physiotherapeutische Nachbehandlung

Mit der Übungsbehandlung wurde bei 76 Patienten (85,4 %) innerhalb der ersten vier Tage nach der Operation begonnen. In diesen Fällen konnte eine zur Bewegung des Gelenkes ausreichende Fragmentstabilität hergestellt werden. Bei den Patienten mit einer dorsalen Gipsschale konnte der Ellenbogen aus der Schienung heraus bewegt werden. Die anderen Patienten begannen nach Gipsabnahme mit der funktionellen Übungsbehandlung.

### 3.6.2 Komplikationen

Der größte Anteil der Patienten im Kollektiv, 54 Patienten (62,1 %), hatte einen komplikationslosen postoperativen Krankheitsverlauf. Dagegen ergaben sich bei 33 Patienten (37,9 %) Komplikationen nach dem Eingriff, davon entfielen 12 auf den Typ A, eine auf den Typ B, vier auf den Typ C, 12 auf den Typ D, eine auf den Typ E und drei auf den Typ F. Bei fünf Patienten (Typ A, Typ C, zweimal Typ D und Typ F) traten gleichzeitig mehrere Komplikationen auf.

	Metallockerung	Reosteosynthese	Infekt	posttraumatische Arthrose	paraartikuläre Verkalkungen	Nervenirritation	sonstige
Typ A	6		2	2			3
Typ B	1						
Typ C	3						2
Typ D	5	2		2	1	2	2
Typ E					1		
Typ F	1	1	1	1		1	

**Tab. 12: Komplikationen**

#### Metallmigration:

Auf alle Zuggurtungsosteosynthesen ohne oder mit Kombination einer Schraube bezogen, war eine Migration bei 16 Patienten (19,8 %) zu verzeichnen. Bei zwei Patienten mit einer Typ A – Fraktur und einem mit einer Typ B – Fraktur fand am Ellenbogen über den gewanderten Drähten eine Weichteilperforation mit einer Fistelung statt. Die restlichen Patienten hatten nur die Migration unter der Haut bemerkt, ohne aber eine Weichteilpathologie festgestellt zu haben. Acht Metallentfernungen wurden vorzeitig aufgrund der Lockerung vorgenommen.

### Reosteosynthese:

Bei drei Patienten mußte in einem kurzen Zeitraum nach der Operation eine Revision vorgenommen werden. Bei den Patienten mit der Typ D – Fraktur fand eine Metallmigration statt, die nach zwei bzw. drei Wochen zur Reosteosynthese führten. Bei der Patientin mit der Typ F – Fraktur mußte wegen eines Infektes nochmals operiert werden, wobei gleichzeitig eine PMMA – Kette eingelegt und der Ellenbogen durch einen Oberarmgips ruhig gestellt wurde.

Insgesamt traten Komplikationen durch das Osteosynthesematerial bei 30 % der Patienten mit einer D – Fraktur auf.

### Infekt:

Ein Patient mit einer Typ A – Fraktur verunfallte in Afrika und wurde 12 Tage nach seiner Rückkehr nach Deutschland operiert. Im weiteren postoperativen Verlauf bestand im Bereich der Wunde eine sezernierende Fistel. Er wurde daraufhin auf der septischen Station behandelt, wobei der Erreger nicht isoliert werden konnte. Erst acht Monate nach der Metallentfernung trat eine Besserung ein. Bei der Patientin mit der Typ F – Fraktur traten im Krankheitsverlauf nach der operativen Behandlung der Olekranonfraktur mehrere Fistelungen auf, die wahlweise mit einer PMMA – Kette oder mit einer antibiotischen Stoßtherapie therapiert wurden.

Bei allen drei Patienten handelte es sich um offene Frakturen.

### Posttraumatische Arthrose:

Bei einem Patienten (Typ A) wurde zwei Jahre nach seinem Unfall eine posttraumatische Arthrose nach fest konsolidierter Olekranonfraktur diagnostiziert.

Diese Komplikation manifestierte sich ebenfalls bei der schon unter den beiden oberen Punkten erwähnten Patientin (Typ F).

Zwei Patienten mit den Frakturtyp A und D litten an einer posttraumatischen Arthrose.

### Paraartikuläre Verkalkungen:

Bei zwei Patienten entwickelte sich postoperativ schwerwiegende paraartikuläre Verkalkungen. Dabei handelte es sich um eine D – und eine E – Fraktur. In einem Fall erfolgte die Entfernung der Verkalkung bei der Metallentfernung acht Monate nach dem Trauma. Bei dem anderen Patienten mit schwerster Gelenkzertrümmerung verzichtete man auf einen erneuten operativen Eingriff.

### Nervenirritationen:

Bei einem Patienten wurde prä- und postoperativ eine Nervenirritation im Versorgungsgebiet des N. ulnaris diagnostiziert. Die Funktionsstörung manifestierte sich als Parästhesie. Die neurologische Symptomatik verbesserte sich im Rahmen des Genesungsprozesses.

Ein Patient, der sich bei einem Unfall das Olekranon sowie den Humerus brach, erlitt im weiteren Krankheitsverlauf eine Irritation des N. radialis und dementsprechende Ausfälle. Bei einem Patienten wurde aufgrund eines N. ulnaris – Syndroms eine Neurolyse des N. ulnaris durchgeführt.

### Sonstige:

Bei sieben Patienten traten postoperativ unterschiedliche Symptome auf. Einer Patientin (Typ A) war es unmöglich, die Hand zu einer kräftigen Faust zu ballen. Gleichzeitig empfand sie die noch einliegenden Kirschner–Drähte als unangenehm und berichtete über lokale Entzündungserscheinungen. In einem Fall (Typ C) bildete sich ein Jahr nach dem operativen Eingriff ein Fadengranulom. Ein Patient (Typ A) berichtete über Schmerzen bei der aktiven Streckung im Ellenbogengelenk und über eine endgradige Gelenkblockade. Ebenfalls war eine volle Belastbarkeit des Armes schmerzbedingt nicht möglich. Diese Beschwerden besserten sich erst nach der Metallentfernung. Bei einem Patienten (Typ D) lag eine Wunddehiszenz nach der Metallentfernung vor. Im weiteren Verlauf bildete sich eine akute Bursitis olecrani, die mit Refosporin therapiert wurde. Postoperativ war noch bei einem Patienten (Typ A) ein Hämatom über den Drähten zu verzeichnen. Ein Patient (Typ C) litt an einem Bursaerguß. We-

gen einer Pseudarthrose mußte bei einer Patientin (Typ D) nach einem Monat die Zuggurtung entfernt und durch eine Plattenosteosynthese ersetzt werden.

### 3.6.3 Krankenhausaufenthalt

Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer in der BGU lag bei 22 Tagen mit einem Minimum von einem Tag und einem Maximum von 94 Tagen. Am ersten postoperativen Tag wurde ein Junge in eine heimatnahe Klinik verlegt.

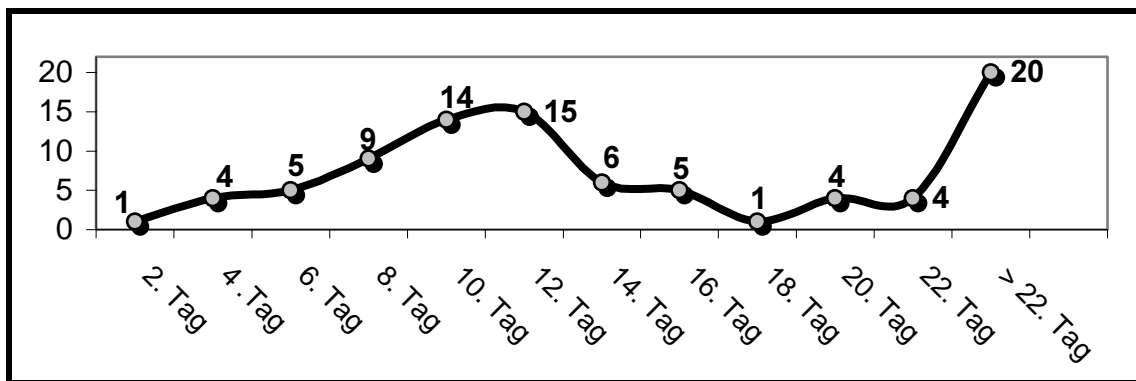


Abbildung 42: Länge des stationären Aufenthaltes in der BGU

Die vier jungen Patienten unter zehn Jahren verließen im Durchschnitt nach vier Tagen das Krankenhaus.

Bei 20 Patienten (22,7 %) war eine stationäre Behandlung über 22 Tage notwendig. In allen Fällen waren hierfür Begleitverletzungen verantwortlich. Bei vier dieser Patienten führten Infektionen bzw. notwendig gewordene Reosteosynthesen zur Verzögerung der Entlassung.

Im Durchschnitt blieben die Patienten des Kollektivs mit einer Fraktur vom Typ A 12 Tage, vom Typ B 18 Tage, vom Typ C 21 Tage, vom Typ D 32 Tage, vom Typ E 11 Tage und vom Typ F 36 Tage in stationärer Behandlung. Demzufolge waren die Patienten mit den komplizierteren Frakturen (D und F) länger in stationärer Behandlung.

	Typ A	Typ B	Typ C	Typ D	Typ E	Typ F
1.- 7. Tag	5	1	0	2	1	0
8.- 10. Tag	10	4	8	2	0	0
11.- 14. Tag	8	2	2	7	1	1
15.- 21. Tag	7	0	1	2	1	3
> 21. Tag	1	1	4	11	0	3

**Tab. 13: Stationärer Krankenhausaufenthalt in der BGU**

### 3.6.4 Funktion bei Nachuntersuchungen / Gutachten

Nicht alle Krankenakten enthielten Angaben über den Verlauf der Gelenkfunktion. Für fast alle Patienten (96,6 %) wurde das Ausmaß der Streckung – Beugung und Supination – Pronation bei der Entlassung, d.h. im Durchschnitt am 24. Tagen nach der Operation festgehalten. Die Angaben erfolgten nach der Neutral-Null-Methode. Die Gelenkfunktion konnte durchschnittlich nach zwei Monaten bzw. nach zwei Jahren noch bei 66,7 % bzw. 27,6 % der Patienten nachvollzogen werden.

Im Durchschnitt konnten die Patienten am 24. Tag postoperativ ihren Arm im Ellenbogengelenk mit dem Ausmaß: Streckung – Beugung: 0 – 22 – 114 und Supination – Pronation: 69 – 0 – 70 bewegen.

Nach zwei Monaten verbesserte sich die Funktion auf: Streckung – Beugung: 0 – 17 – 126 und Supination – Pronation: 80 – 0 – 82. Zwei Jahre nach der Operation lag die Funktion bei: Streckung – Beugung: 0 – 13 – 134 und Supination – Pronation: 83 – 0 – 82. Zum letzten Untersuchungszeitpunkt wurden hauptsächlich Patienten erfaßt, die wegen eines komplikationsreichen postoperativen Verlaufes oder wegen einer komplizierteren Fraktur häufiger die BGU aufsuchen mußten.

### 3.7 Metallentfernung

Von den 87 operierten Patienten wurde bei 66 (75,9 %) im Durchschnitt genau nach einem Jahr ein weiterer Eingriff zur Entfernung der Osteosynthesematerialien vorgenommen. Bei 21 Patienten (24,1 %) gab es in der Krankenakte keinen Hinweis über eine erfolgte Metallentfernung. Es wurde entweder keine Metall-

entfernung vorgenommen oder der Eingriff wurde in einer anderen Klinik durchgeführt. Bei Metallentfernung wurde das Implantat stets komplett entfernt.

### 3.7.1 Metallverweildauer

Die Zeitspanne zwischen der ersten Operation (Osteosynthese) und der zweiten zur Metallentfernung reichte von einem Monat bis zu knapp drei Jahren. Bei den vier jungen Patienten unter zehn Jahren wurde der zweite Eingriff nach zwei Monaten vorgenommen. Ansonsten gab es keine Unterschiede in den Altersgruppen.

Bei den Typ A – Frakturen wurden bei über der Hälfte der Frakturen (18) die Metallentfernung innerhalb des ersten Jahres vorgenommen. Im Gegensatz dazu wurde bei der Hälfte der Typ D – Frakturen der Eingriff im zweiten Jahr durchgeführt. In dieser Gruppe wurde bei sieben Frakturen (29 %) das Osteosynthesematerial nicht entfernt.

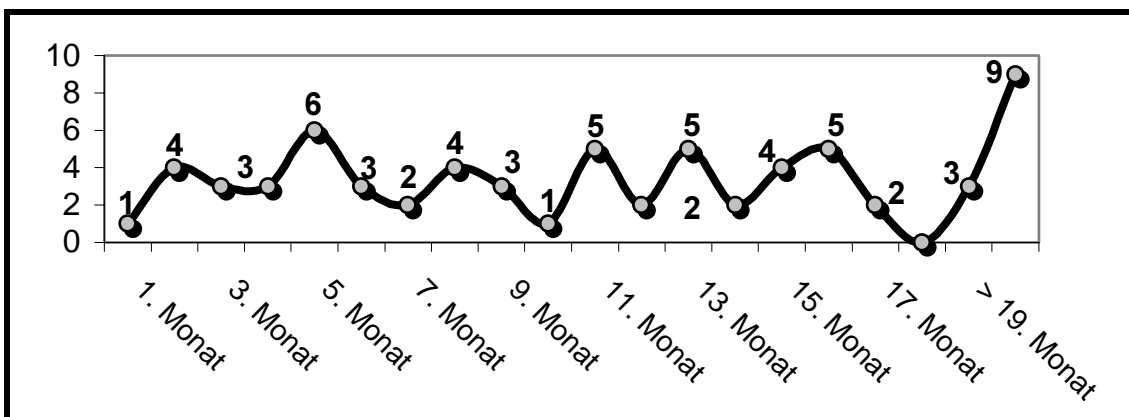


Abbildung 43: Metallverweildauer

Bei einem Patienten wanderte ein Kirschner-Draht ca. 3 cm aus. Der Heilverlauf wurde dabei nicht gestört. Die Osteosynthese wurde deswegen schon nach einem Monat wieder entfernt. Ein Patient mit dem Frakturtyp C beklagte sich nach ungefähr drei Jahren über prominente Drähte und wurde daraufhin operiert. Aufgrund von Weichteilreizungen, die durch prominente Drähte unter der Haut am Ellenbogen entstanden, wurde der Eingriff bei 16 Frakturen früher vorgenommen. Sechs Patienten klagten über sonstige Probleme, die letztendlich

zur Metallentfernung führten. Dabei bestanden häufig Schmerzen im Ellenbogengelenk, sowie Einbußen in der Gelenkfunktion.

Die Plattenosteosynthese wurde bei der jungen Patientin nach drei Monaten entfernt. Zwei weitere wurden nach zwei Jahren entfernt und eine Platte wurde belassen. Bei der Schraubenosteosynthese stand die Metallentfernung nach 11 Monaten an.

Bei den 21 Patienten ohne Metallentfernung handelte es sich um zehn ältere Patienten mit einem Durchschnittsalter bei der Operation von 52 Jahren.

Ein Patient beklagte bei der Nachuntersuchung eine Reizung der Weichteile über den Drähten mit einer bestehenden Fistelung.

	Metallverweildauer (Monate)							keine ME	ME bedingt durch Komplikationen		Besserung von Beschwerden nach ME	
	1 – 3	4 – 6	7 – 9	10 – 12	13 – 15	16 – 18	> 18		prominente Drähte	sonstige	Schmerzen	Bewegung
<b>Typ A</b>	5	4	4	5	3	1	4	5	5	3	3	5
<b>Typ B</b>	0	1	0	2	2	1	1	1	1	0	0	0
<b>Typ C</b>	0	1	3	1	1	1	3	5	3	0	4	1
<b>Typ D</b>	2	2	1	0	5	3	4	7	5	0	0	3
<b>Typ E</b>	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
<b>Typ F</b>	0	4	0	0	0	1	1	2	2	2	0	4

**Tab. 14: Die Metallentfernung in Bezug auf die Frakturtypen**

### 3.7.2 Besserung nach der Metallentfernung

Wie in der Tabelle 14 dargestellt, konnte bei 21 Patienten (24,1 %) nach der Metallentfernung eine Besserung der Beschwerden festgestellt werden. Vor dem Eingriff beklagten sieben Patienten Schmerzen durch drahtbedingte Reizung der Weichteile. Bei 14 Patienten besserte sich die Gelenkfunktion nach der Metallentfernung, wobei sich neunmal die maximale Streckbarkeit des Armes vergrößerte und fünfmal sowohl das Ausmaß der Streckung als auch der Beugung zunahm.



#### 4. Nachuntersuchungsergebnisse

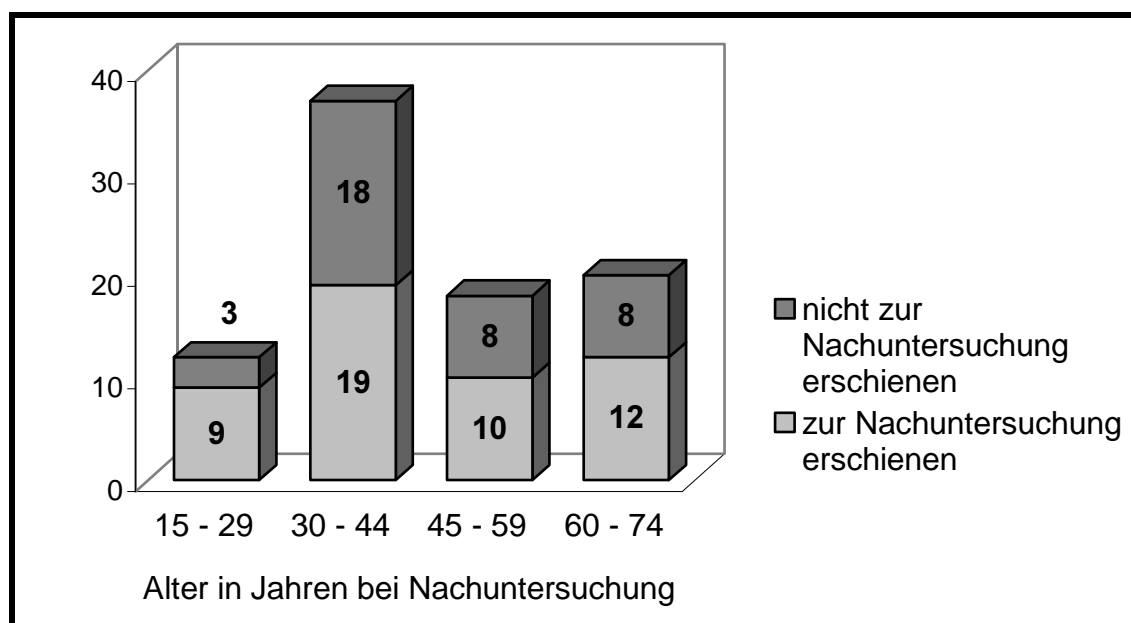
##### 4.1 Intervall der Nachuntersuchung

Von den 89 Patienten, die zwischen 1979 und 1993 in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen operativ behandelt wurden, konnten 52 nachuntersucht werden. Drei Patienten mußten nachträglich aus dem Kollektiv ausgeschlossen werden, so daß im folgenden Kapitel 49 Frakturen beurteilt werden.

	Typ A	Typ B	Typ C	Typ D	Typ E	Typ F
Kollektiv gesamt	31	8	15	24	3	8
Nachuntersuchung	18 (58%)	5 (63%)	6 (40%)	14 (58%)	3 (100%)	3 (38%)

**Tab. 15: Nachuntersuchte Frakturen in Bezug auf den Frakturtyp**

Die Nachuntersuchung fand im Durchschnitt nach 12,7 Jahren statt (frühestens nach sieben Jahre, spätestens nach 19 Jahre).



**Abbildung 44: Nachuntersuchung der Patienten**

## 4.2 Fragebogen (Einladungsschreiben)

In dem mit dem Einladungsschreiben zugesandten Fragebogen (s. Kapitel 10.2) gaben 16 Patienten (32,7 %) keinerlei Beschwerden an. Insgesamt hatten 19 Patienten (38,8 %) Schmerzen, wobei Schmerzen bei sportlichen Aktivitäten überwogen. Weitere 22 Patienten (44,9 %) hatten Bewegungseinschränkungen, wobei eine Beeinträchtigung der Streckung am häufigsten bestand. Ebenfalls gaben 21 der Befragten (42,9 %) eine Kraftminderung des verletzten Armes an. Es waren Mehrfachangaben möglich.

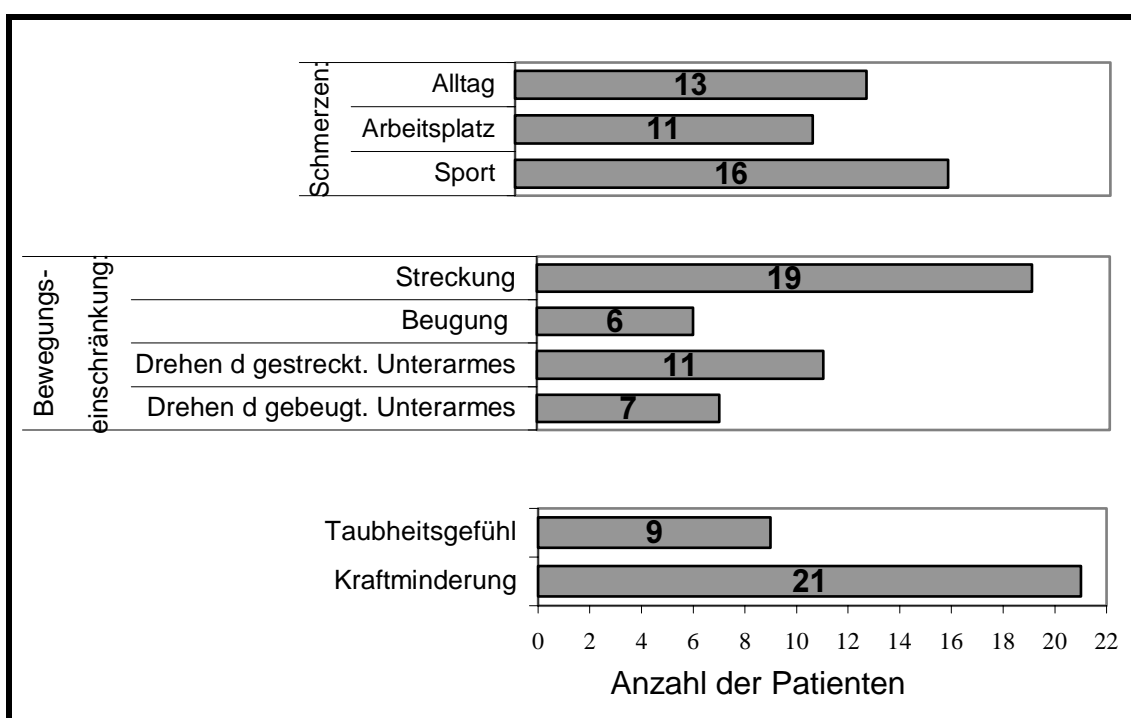


Abbildung 45: Antworten beim Fragebogen

## 4.3 Frakturlokalisierung

Im nachuntersuchten Patientenkollektiv lag in 30 Fällen (61,2 %) eine linksseitige und in 19 (38,8 %) eine rechtsseitige Verletzung des Ellenbogengelenkes vor. Dies entspricht einem Verhältnis von ca. 3:2, wobei die häufigste Verletzung die des linken Ellenbogengelenkes war. Insgesamt hatten 25 Rechtshänder den nichtdominanten Ellenbogen verletzt. Kein Linkshänder brach sich das rechte Olekranon.

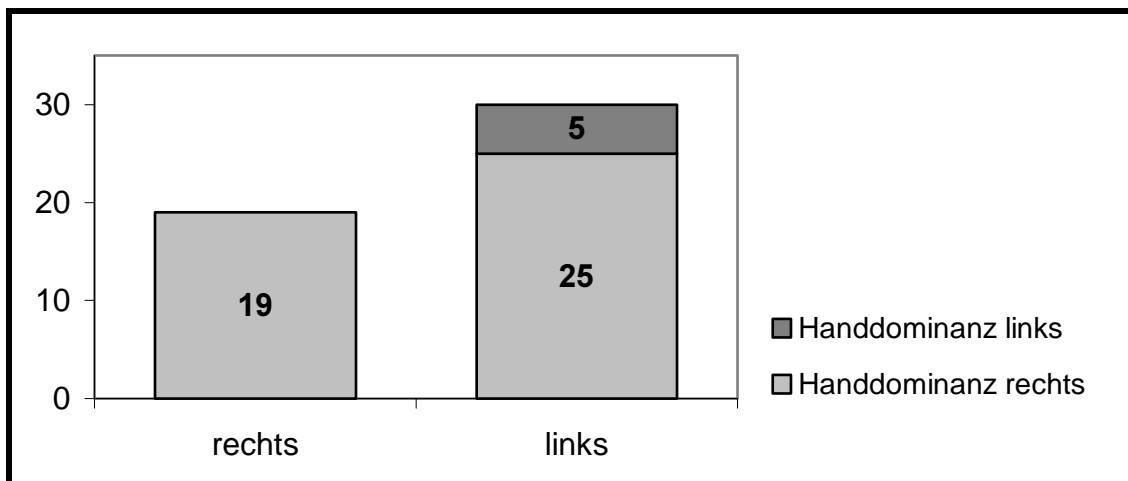


Abbildung 46: Frakturlokalisierung

#### 4.4 Beschwerden im Gelenk (subjektiv)

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung hatten noch 32 Patienten (65,3 %) Beschwerden am verletzten Ellenbogen, davon vier Patienten in Ruhe und 21 bei Belastung. Bei den restlichen Patienten war das Auftreten der Beschwerden nicht eindeutig klassifizierbar. Problematisch war bei einigen Patienten die aktive und die passive Streckung des Armes im Ellenbogengelenk. Vor allem bei den D - Frakturen war bei den Patienten eine Häufung von Beschwerden aufgetreten.

	Beschwerden	Unterteilung der Beschwerdesymptomatik									
		selten	häufig	immer	keine	in Ruhe	bei Belastung	Streckung			
								passiv (Zug)	aktiv	wetterabhängig	beim Aufstützen
<b>Typ A (18)</b>	10 (56 %)	70 %	30 %	0	44%	2	6	7	4	2	3
<b>Typ B ( 5)</b>	4 (80 %)	75 %	25 %	0	20%	0	4	2	1	1	1
<b>Typ C ( 6)</b>	4 (67 %)	75 %	25 %	0	33%	0	3	3	1	1	2
<b>Typ D (14)</b>	10 (71 %)	40 %	50 %	10 %	29%	2	5	7	5	6	5
<b>Typ E ( 3)</b>	2 (67 %)	50 %	50 %	0	33%	0	1	1	0	1	0
<b>Typ F ( 3)</b>	2 (67 %)	50 %	50 %	0	33%	0	2	2	1	1	2

Tab. 16: Beschwerden (subjektiv) in Bezug auf den Frakturtyp

Bei allen Frakturtypen traten Beschwerden auf, wobei die Patienten mit einer A – Fraktur prozentual am wenigsten Beschwerden (55,6 %) hatten, dagegen bei 71,4 % der D – Frakturen Probleme bestanden.

### **4.4.1 Unterteilung der Beschwerdesymptomatik**

Wie in Tabelle 16 dargestellt, wurde das Auftreten von Beschwerden im Ellenbogengelenk in die Kategorien „selten“, „häufig“ und „immer“ unterteilt.

Bei 19 Patienten (38,8 %) traten im verletzten Gelenk nur selten Probleme auf. In 12 Fällen (24,5 %) beklagten sich die Patienten über häufig auftretende Beschwerden und bei einem Patienten mit einer Typ D – Fraktur lagen immer Beschwerden vor. Unter den Patienten mit dieser Fraktur war der Anteil an „häufig“ auftretende Probleme am größten.

Bringt man die Geschlechter-, Seitenverteilung und die verschiedenen Altersgruppen mit dem Auftreten der Beschwerden in Zusammenhang, so findet man in der Seitenverteilung keine signifikanten Unterschiede. Bei der Betrachtung der Geschlechterverteilung fällt eine Zunahme in der Häufigkeit von Beschwerden bei den Männern auf. Die Altersgruppen wurden wie folgt eingeteilt: 0 – 14, 15 – 29, 30 – 44 und 45 – 59 Jahre. Im letzten Intervall hatten jeweils fünf Patienten keine, selten oder häufig Probleme. In den anderen Intervallen war die Verteilung gleichmäßiger, d.h. jeweils am meisten Patienten ohne Beschwerden, weniger Patienten mit seltenen Beschwerden und der kleinste Anteil mit häufigen Beschwerden.

#### **4.4.1.1 Belastungsabhängigkeit**

In dem nachuntersuchten Kollektiv traten die Beschwerden fast immer bei Belastung des Ellenbogens auf. Nur bei jeweils zwei Patienten mit einer A – und einer D – Fraktur bestanden auch in Ruhe Beschwerden.

22 Patienten (44,9 %) beklagten sich über Beschwerden bei der passiven, maximalen Streckung des Armes im Ellenbogengelenk. Diese Patienten hatten im Alltag Beschwerden beim Tragen von schweren Gegenständen mit gestreckten Arm (z.B. Eimer, Koffer, Kisten, etc.). Bei 90,9 % dieser Patienten lag eine durchschnittliche Streckhemmung von 16° (Minimum: 5° / Maximum: 40°) vor.

Nur zwei Patienten (9,1 %) hatten Probleme bei der passiven, maximalen Streckung, ohne daß jedoch ein Streckdefizit im Ellenbogengelenk vorlag.

12 Patienten gaben auch Beschwerden bei der aktiven, maximalen Streckung im Ellenbogengelenk an. Häufig machten sich diese bei sportlichen Aktivitäten wie z.B. beim Brustschwimmen oder beim Turnen bemerkbar. Bis auf einen Patienten hatten alle auch gleichzeitig Beschwerden bei passiver Bewegung.

### **4.4.1.2 Wetterfühligkeit**

Über das Auftreten von Beschwerden bei Witterungsumschwung klagten 12 (24,5 %) der nachuntersuchten Patienten. Die Hälfte dieser hatten eine Typ D – Fraktur. Außerdem hatten sieben Patienten, die über eine Wetterfühligkeit klagten, röntgenologisch nachweisbare arthrotische Veränderungen im Ellenbogengelenk.

Einen Zusammenhang zwischen den wetterabhängigen Beschwerden und Gelenksreiben gab es nicht.

### **4.4.1.3 Weitere Beschwerden**

13 Patienten (26,5 %) klagten über Schmerzen beim Aufstützen des gebeugten Armes auf das Olekranon. Einige Patienten konnten schmerzbedingt nicht mehr den Kopf mit dem Arm auf den Tisch aufstützen. Ein Großteil der Nachuntersuchten mit diesem Beschwerdebild hatte eine D – Fraktur.

Zwei Patienten konnten wegen Schmerzen nachts nicht auf der verletzten Seite schlafen. Zwei Patienten mit einer D – Fraktur hatte Beschwerden bei der Umwendbewegung der Hand, einer nur bei der Supination, der andere sowohl bei der Supination als auch bei der Pronation. Ein weiterer mit einer B – Fraktur hatte Beschwerden bei der Pronation. Ein Patient klagte über ein unangenehmes Engegefühl beim Anziehen von Kleidung über den Arm. Eine weitere Patientin (Typ D) hatte Schmerzen, die beim längeren Schreiben auftraten und sie zur Aufgabe der Tätigkeit zwangen.

Sieben Patienten verspürten (viermal Typ D) aufgrund von Instabilitätsgefühlen im Gelenk eine Unsicherheit beim Tragen oder Heben von Gegenständen.

#### 4.4.1.4 Stärke der Schmerzen

In dem Patientenkollektiv hatten 18 Patienten keine Schmerzen im Ellenbogen. Leichte Schmerzen bestanden zu dem Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei 20 Patienten, mäßige bei zehn, und eine Patientin klagte über starke Schmerzen. Bei letzterer Patientin lag eine Typ F – Fraktur vor, wobei diese Patientin bei der detaillierten Befragung der Schmerzen auf einer Skala von eins bis zehn mit sieben den höchsten Wert des gesamten Kollektives angab.

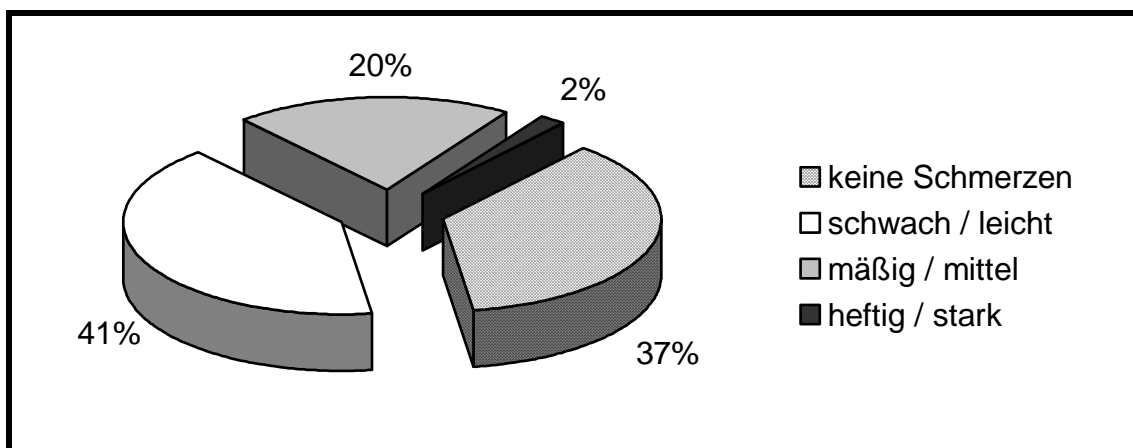


Abbildung 47: Schmerzen bei der Nachuntersuchung

2/3 der Patienten (neun) mit einer Typ D – Fraktur äußerten sich über schwache bis mittel starke Schmerzen. Jeweils zwei Patienten gaben auf der Skala Werte von fünf und sechs an. Zwei weitere Patienten mit den Frakturtypen A und E gaben ebenfalls die Werte sechs an.

	Typ A (18)	Typ B (5)	Typ C (6)	Typ D (14)	Typ E (3)	Typ F (3)
Keine Schmerzen	9 (50%)	1 (20%)	2 (33%)	5 (36%)	1 (33%)	0
schwach / leicht	7	3	3	4	1	2
mäßig / mittel	2	1	1	5	1	0
heftig / stark	0	0	0	0	0	1

**Tab. 17: Stärke der Schmerzen (subjektiv) in Bezug auf den Frakturtyp**

#### **4.4.2 Belastungsprobleme**

15 Nachuntersuchte (30,1 %) hatten Probleme bei der Belastung des verletzten Ellenbogens. Durch einen Kraftverlust fühlten sich acht Patienten eingeschränkt, davon drei erst nach längerer stärkerer Belastung.

Es handelte sich hauptsächlich um Frakturen des Typ D (sechs Fälle), gefolgt von Typ A (vier Fälle), Typ B (zwei Fälle) und jeweils einmal die Typen C, E und F. Zwei Patienten (Frakturtyp D und F) gaben sowohl eine Kraftminderung als auch eine Unsicherheit bei Belastung des Ellenbogens an.

#### **4.5 Arbeitsfähigkeit nach Unfall**

In insgesamt sieben Fällen (14,3 %) war eine Arbeitsfähigkeit im bisherigen Beruf nicht mehr gegeben, die in sechs Fällen zu einer Minderung der Erwerbsfähigkeit führte. Außerdem wurden zwei Patienten dauerberentet. In allen Fällen handelte es sich um Patienten mit Begleitverletzungen. Von diesen sieben Patienten mit eingeschränkter Arbeitsfähigkeit konnten vier eingeschränkt im bisherigen Beruf und zwei nach Umschulung wieder arbeiten. Bei einem Patienten war eine Arbeitsfähigkeit bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch nicht gegeben.

Am häufigsten lag eine D – Fraktur vor (vier Patienten) und ansonsten jeweils eine B-, E – und F – Fraktur.

Olekranonfrakturen ohne Begleitverletzungen führten in keinem Fall zu einer Einschränkung der Arbeitsfähigkeit.

#### **4.6 Gesamtbeurteilung**

Bei der Befragung der Patienten nach ihrer subjektiven Einschätzung der Behandlungsergebnisse fiel auf, daß diese unterschiedlich eingeschätzt wurden. Die bestimmenden Faktoren der Patientenbeurteilung waren sportliche und berufliche Ambitionen, das Alter, der Schweregrad der Verletzung und die eigene Erwartungshaltung. Obwohl die subjektive Einschätzung im Einzelfall größere Abweichung von dem objektiven Ergebnis aufwies, zeigt die nachfolgende Tabelle eine überwiegend positive Stimmung.

Der überwiegende Anteil der Patienten war mit dem Behandlungsergebnis zufrieden (40,8 %) und 46,9 % sehr zufrieden, bei 12,2 % waren unzufrieden. Unter diesen sechs Patienten war viermal die Fraktur D und jeweils einmal die Fraktur A und F vertreten. Alle litten unter Schmerzen im Ellenbogengelenk und fünf beklagten eine Einschränkung des Bewegungsausmaßes.

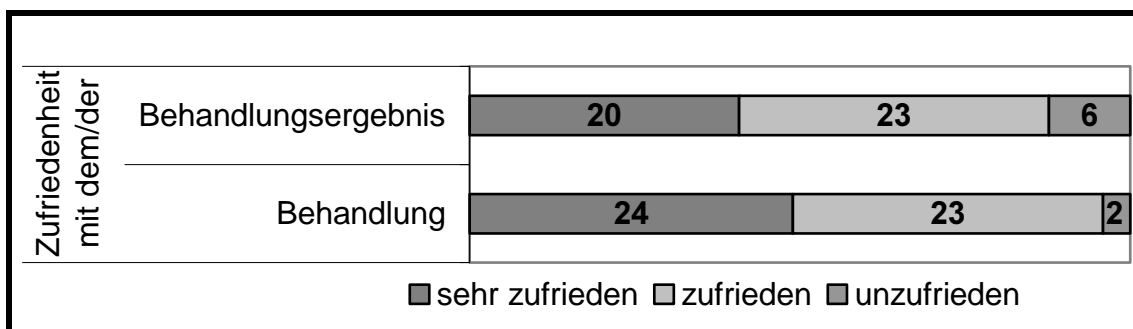


Abbildung 48: Zufriedenheit

Zufriedenheit über die Behandlung herrschte bei 95,9 % der Behandelten. Zwei Patienten mit einer D – und einer F – Fraktur waren unzufrieden.

Das Gesamturteil der Patienten und des Untersuchers über die Therapie der Olekranonfrakturen fiel bis auf zwei Patienten übereinstimmend sehr gut und gut aus.

Die beiden Patienten (Typ F und D) verunglückten im Straßenverkehr und wurden mit einem Polytrauma in die Klinik eingeliefert. Das mäßige Urteil lässt sich auch durch die objektiv schwerwiegenden Begleitverletzungen erklären.

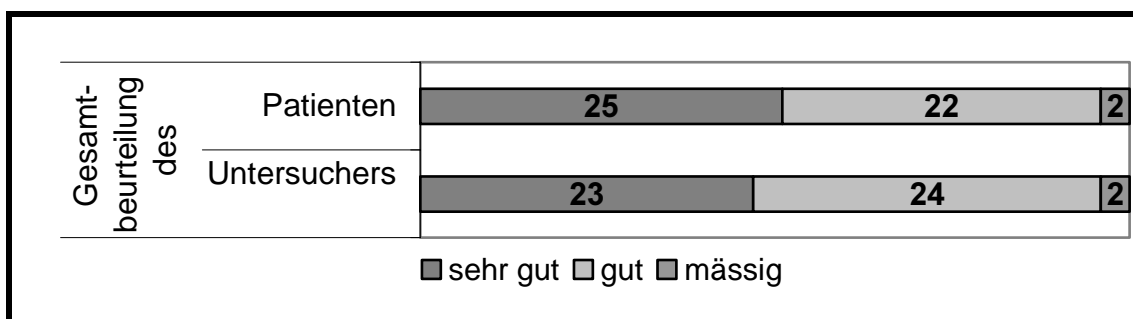


Abbildung 49: Gesamtbeurteilung



## 4.7 Klinischer Befund

### 4.7.1 Lokale Inspektion

#### 4.7.1.1 Gelenkkonfiguration

Eine anatomische Gelenkkonfiguration bei der Palpation des Ellenbogengelenkes zeigte sich bei 26 Patienten (53,1 %). Bei den restlichen 23 Patienten war eine Veränderung der Knochenkonturen im Bereich des Olekranons zu tasten. Dies war der Fall bei sieben Typ A – und sieben Typ D – Frakturen, jeweils dreimal beim Typ B und C, zweimal beim Typ E und einmal beim Typ F. Von den sieben Patienten mit weiterhin einliegendem Osteosynthesematerial, waren bei vier die Kirschner-Drähte über dem Olekranon zu tasten.

#### 4.7.1.2 Haut, Weichteile, Narbenbild

Die Haut ließ sich bei 44 Patienten (89,8 %) über der verheilten Fraktur gut verschieben. Nur bei fünf Patienten war dies nicht möglich. Bei einer Patientin mit einer F – Fraktur war die Haut wegen Spalthauttransplantaten und Narbenkontrakturen straff über dem Olekranon gespannt und nicht mehr verschiebbar. Bei sechs Patienten war die Haut im Bereich des Olekranon gerötet. Es bestand bei allen gleichzeitig auch eine veränderte Gelenkkonfiguration. Zwei Patienten klagten über Reizzustände, hervorgerufen durch die noch einliegenden Metalldrähte, so daß es gelegentlich zur Fistelung kam. Ansonsten waren die Weichteile bei allen Nachuntersuchten reizlos.

	Typ A (18)	Typ B (5)	Typ C (6)	Typ D (14)	Typ E (3)	Typ F (3)
<b>Veränderte Gelenkkonfiguration</b>	7	3	3	7	2	1
<b>Auffälliges Narbenbild</b>	10	1	2	6	1	2
<b>Sensibilitätsstörungen</b>	4	1	1	6	0	1
<b>Druckschmerz</b>	2	0	1	3	0	1
<b>Arthrotisches Reiben</b>	2	1	0	2	1	1
<b>Tab. 18: Befund bei der lokalen Inspektion</b>						

Ein unauffälliges Narbenbild bestand bei 27 Patienten (55,1 %). Die restlichen Nachuntersuchten hatten druckempfindliche, gerötete, verbreiterte oder kombi-

nierte Narbenbilder. Bei 15 Patienten war die Narbe verbreitert und bei neun war sie gerötet. Sechs Patienten gaben eine Druckempfindlichkeit im Bereich der Narbe an. Über die Hälfte der Patienten (55,6 %) mit einer A – Fraktur hatten ein auffälliges Narbenbild.

Kein nachuntersuchter Patient zeigte ein Narbenkeloid.

Eine adipöse Patientin hatte aufgrund von Narbenkontrakturen tiefe Verwachsungen an Ober- und Unterarm.

Bei zehn Patienten wurden psoriatiforme Hyperkeratosen am Olekranon festgestellt.

### **4.7.1.3 Sensibilitätsstörungen**

Sensibilitätsstörungen waren bei 13 der nachuntersuchten Patienten (26,5 %) festzustellen. Bei keinem dieser Patienten war ein völliger Sensibilitätsverlust nachzuweisen. Sechs Patienten klagten über Empfindungsstörungen im Bereich des Olekranons entlang der Narbe und sieben Patienten hatten Sensibilitätsstörungen distal des Ellenbogens. In zwei Fällen lagen die Beschwerden im Bereich des Nervus ulnaris und in einem im Bereich des Nervus medianus. Bei drei Nachuntersuchten lag eine herabgesetzte Funktionalität der Hand vor, so daß die Belastungsfähigkeit der Hand vermindert war, bzw. unter Belastung ein Taubheitsgefühl in der Hand auftrat.

Bei sechs Patienten lag eine D – Fraktur vor. Somit hatten 42,8 % aller Fälle mit einer Typ D – Fraktur Sensibilitätsstörungen.

### **4.7.1.4 Druckschmerz**

Ein lokal begrenzter, schmerzhafter Bereich am Ellenbogen wurde bei sieben nachuntersuchten Patienten (14,3 %) beobachtet. Bei drei Patienten war der Druckschmerz direkt an der Spitze des Olekranons lokalisiert. Eine Patientin klagte über Schmerzen bei der Palpation des Ellenbogengelenkes. Die drei weiteren Patienten gaben einen Druckschmerz medial oder etwas distal entlang der Ulna an. Die beiden Patienten mit den Reizerscheinungen über den noch einliegenden Drähten äußerten bei der Palpation keine Schmerzen.

#### 4.7.1.5 Arthrotisches Reiben

Bei sechs Patienten (12,2 %) trat beim Durchbewegen des verletzten Ellenbogengelenks eine artikuläre Krepitation auf. Eine Seitendominanz war nicht erkennbar. Bei drei Patienten war die Krepitation nur bei der passiven maximalen Bewegungen (Streckung und Beugung) zu spüren, bei der zweiten Hälfte war es jedoch während des ganzen Bewegungsumfanges des Gelenkes vorhanden. Drei der sechs Patienten hatten eine röntgenologisch sichtbare arthrotische Veränderung.

#### 4.7.2 Grobe Kraft

Durch die aktive Beugung und Streckung gegen Widerstand und den beidseitigen überkreuzten Händedruck bei gebeugtem Ellenbogengelenk wurde die grobe Kraft bzw. eine Minderung dieser beurteilt.

	Typ A (18)	Typ B (5)	Typ C (6)	Typ D (14)	Typ E (3)	Typ F (3)
Kraftminderung:						
Leichte	1	1	3	4	1	2
Starke	0	1	0	2	0	1

**Tab. 19: Kraftminderung in Bezug auf den Frakturtyp**

Eine Kraftminderung konnte bei 16 der nachuntersuchten Patienten (32,7 %) festgestellt werden. In 11 Fällen war der rechte und in fünf Fällen der linke Arm betroffen.

Bei 12 Patienten war die Kraft des verletzten Arms vermindert. Vier Patienten zeigten einen ausgeprägten Kraftverlust. In jedem dieser vier Fälle lag eine knöcherne Begleitverletzung vor.

Es bestand ebenfalls eine Beziehung zwischen Bewegungseinschränkung und Kraftverlust. Eine leichte Verminderung der groben Kraft wurde bei drei Patienten ohne Bewegungseinschränkungen festgestellt. Demgegenüber bestand bei 13 Patienten mit einer Kraftminderung nur ein zufriedenstellendes oder ein schlechtes Ausmaß der Beweglichkeit.

### **4.7.3 Umfangsmessung**

Die Umfangsmaße wurden bei den nachuntersuchten Patienten an drei Punkten (Oberarm, Ellenbogengelenk und Unterarm) an der verletzten und der gesunden Extremität befundet. Sechs Patienten hatten keine Umfangsdifferenzen an allen drei Meßpunkten. Sieben Werte für den Oberarm und 17 Werte für den Unterarm zeigten auf der verletzten Seite einen größeren Umfang an, wobei in 16 Fällen der dominante Arm betroffen war. Die Patienten übten hauptsächlich handwerkliche Berufe aus.

Bei 16 Patienten konnte auf der gesunden Seite ein größerer Oberarmumfang gemessen werden. Im Durchschnitt betrug die Seitendifferenz 1,4 cm. Am Unterarm war bei den restlichen 12 Patienten der Umfang des verletzten Armes durchschnittlich um 1,5 cm kleiner.

Bei 26 (Oberarm) und 20 (Unterarm) Patienten konnte keine Seitendifferenz nachgewiesen werden.

Am Ellenbogengelenk war bei 28 Patienten der gleiche Umfang zu messen. Vier Patienten hatten einen kleineren Umfang auf der verletzten Seite und 17 Patienten einen größeren. In beiden Fällen lag eine durchschnittliche Umfangsdifferenz von 1,3 cm vor.

### **4.7.4 Muskelatrophie**

Eine Umfangsdifferenz von mehr als 2 cm am Oberarm und / oder mehr als 1 cm am Unterarm wurde als Zeichen einer vorhandenen Muskelrückbildung auf der betroffenen oberen Extremität gewertet.

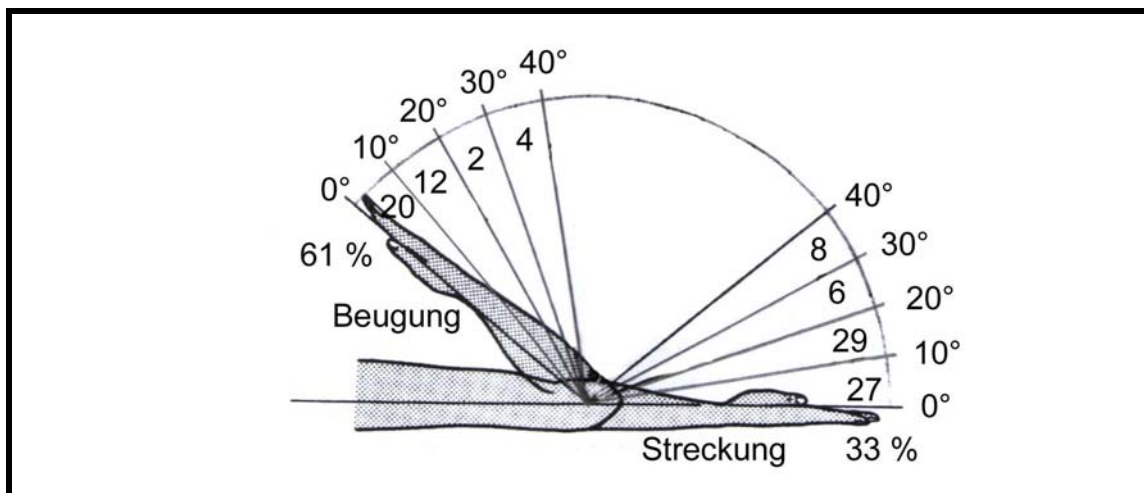
Unter diesen Voraussetzungen hatten fünf Patienten (10,2 %) eine Atrophie der Muskulatur der verletzten Extremität. Die Umfangsdifferenz betrug maximal am Oberarm 3,5 cm und am Unterarm 3 cm.

Von diesen fünf Patienten waren bei zweien sowohl der Oberarm als auch der Unterarm betroffen. In diesen beiden Fällen (Typ B – und D – Fraktur) lagen weitere Verletzungen der oberen Extremität vor.

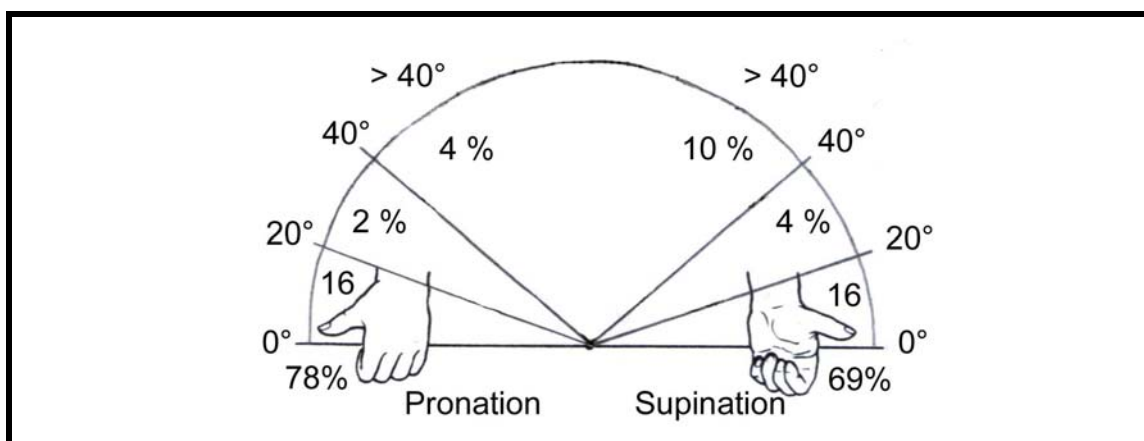
#### 4.7.5 Funktionsprüfung

Der aktive Bewegungsumfang im verletzten Ellenbogengelenk wurde nach der Neutral–Null–Methode im Vergleich zur gesunden Seite gemessen.

Im gesamten Patientenkollektiv hatten sechs Patienten (12,2 %) keine Defizite in den maximalen Bewegungen im Ellenbogengelenk. Im Durchschnitt lagen die Defizite der Streckung bei 8,6°, der Beugung bei 3,9°, der Supination bei 8,8° und der Pronation bei 5°. Die größte Bewegungsbeeinträchtigung des verletzten Armes stellte das Streckdefizit dar (s. Abbildung 50). Nur 16 Patienten (33 %) konnten das betroffene Gelenk ohne Einschränkung strecken.



**Abbildung 50: Bewegungsdefizite der Streckung und Beugung  
(Angaben in rel. Häufigkeit)**



**Abbildung 51: Bewegungsdefizite der Supination und Pronation  
(Angaben in rel. Häufigkeit)**

Bei der Streckung bestand bei einer E – Fraktur eine maximale Differenz von 40° und bei der Beugung lag ein Wert von 35° bei einem Patienten mit einer D – Fraktur vor. Bei einem Patienten (Typ D) war die Supination fast vollständig aufgehoben (80°). Das größte Pronationsdefizit (50°) bestand bei einer F – Fraktur. Bei einem Patienten mit einer D – Fraktur bestanden umfangreiche Defizite bei der Streckung und Beugung von jeweils 35°, bei der Supination von 20° und bei der Pronation von 30°.

Alle Patienten mit ausgeprägten Defiziten klagten über Schmerzen im Gelenk. Die Patienten mit lokalen Begleitverletzungen des Ellenbogens hatten nur leichte Differenzen im Bewegungsausmaß der verletzten Extremität.

#### 4.7.5.1 Streckung

Bei 16 Patienten (32,7 %) konnten keine Unterschiede im Ausmaß der Streckung der beiden Arme beobachtet werden.

<b>Streckung</b>	<b>Typ A (18)</b>	<b>Typ B (5)</b>	<b>Typ C (6)</b>	<b>Typ D (14)</b>	<b>Typ E (3)</b>	<b>Typ F (3)</b>
keine Differenz	6	2	4	2	1	1
bis 9°	5	2	0	4	1	0
10– 19°	6	1	2	4	0	1
20– 29°	1	0	0	2	0	0
30– 40°	0	0	0	2	1	1

**Tab. 20: Streckungsdefizit in Bezug auf den Frakturtyp**

13 Patienten (26,5 %) hatten eine leichte Minderung (bis 9°) der Streckfähigkeit, 14 Patienten (28,6 %) eine Minderung von 10° bis 19°, drei Patienten (6,1 %) eine Minderung von 20° bis 29°. Bei vier Patienten (8,2 %) waren Einbußen der Streckfähigkeit von 30° bis 40° vorhanden, davon die Hälfte mit einer D – Fraktur.

Von allen Patienten mit einer Typ D – Fraktur lag bei 12 (85,7 %) diese Bewegungseinschränkung vor.

Die Bewegungseinschränkungen wurden, wie schon einleitend erwähnt, aus der Differenz zur gesunden Extremität errechnet. Da bei einigen Patienten eine

Überstreckbarkeit des Armes bestand und nach Therapie der verletzten Seite diese nicht wieder erreicht wurde, lag bei einigen Nachuntersuchten eine normale Streckung bei errechnetem Defizit vor. Wird bei der Berechnung des Defizits die Streckung von 0° zugrunde gelegt, so erreichten 61 % der Patienten einen vollen Bewegungsumfang ohne Streckdefizit. Nur 14 % der Patienten hatten demzufolge ein Defizit bis 9°, 12 % ein Defizit zwischen 10– 19°, 2 % ein Defizit zwischen 20– 29° und 10 % der Patienten hatten ein Defizit zwischen 30– 39°.

#### 4.7.5.2 Beugung

Bei 30 Patienten (61,2 %) bestand eine beidseitig identische Beugefähigkeit. In zehn Fällen lag eine Einschränkung der Beugung von bis zu 9° vor. Ein Defizit zwischen 30° und 40° lag nur bei einem Patienten mit einer D – und bei einem mit einer E – Fraktur vor.

Beugung	Typ A (18)	Typ B (5)	Typ C (6)	Typ D (14)	Typ E (3)	Typ F (3)
keine Differenz	10	4	4	8	1	3
bis 9°	6	1	2	1	0	0
10– 19°	2	0	0	3	1	0
20– 29°	0	0	0	1	0	0
30– 40°	0	0	0	1	1	0

**Tab. 21: Beugungsdefizit in Bezug auf den Frakturtyp**

#### 4.7.5.3 Supination

34 Patienten (69,4 %) hatten eine seitengleiche Armaußendrehung. Leichte Einschränkungen der Supination (bis 20°) hatten acht Patienten. Schwere Einbußen waren bei fünf Fällen aufgetreten, davon alleine drei vom Typ D. Bei zwei dieser Patienten mit einer D – Fraktur war die Supination fast ganz aufgehoben (70° und 80°). Dadurch entstanden vor allem Probleme beim Heben von Gegenständen.

<b>Supination</b>	<b>Typ A (18)</b>	<b>Typ B (5)</b>	<b>Typ C (6)</b>	<b>Typ D (14)</b>	<b>Typ E (3)</b>	<b>Typ F (3)</b>
keine Differenz	15	2	2	9	3	3
bis 20°	2	2	2	2	0	0
21 – 40°	1	0	1	0	0	0
über 40°	0	1	1	3	0	0

**Tab. 22: Supinationsdefizit in Bezug auf den Frakturtyp**

#### 4.7.5.4 Pronation

38 Patienten (77,6 %) wiesen kein Pronationsdefizit im Vergleich zum gesunden Arm auf. Im Kollektiv litten die wenigsten Patienten an einer Einschränkung der Pronation. Eine Differenz bis 20° im Gegensatz zur gesunden Seite hatten acht Patienten. Zwei Patienten klagten über ein Defizit von 45° (Typ E) und über 50° (Typ F).

<b>Pronation</b>	<b>Typ A (18)</b>	<b>Typ B (5)</b>	<b>Typ C (6)</b>	<b>Typ D (14)</b>	<b>Typ E (3)</b>	<b>Typ F (3)</b>
keine Differenz	16	5	4	9	2	2
bis 20°	2	0	2	4	0	0
21– 40°	0	0	0	1	0	0
über 40°	0	0	0	0	1	1

**Tab. 23: Pronationsdefizit in Bezug auf den Frakturtyp**

#### 4.7.5.5 Übrige Gelenke des verletzten Armes

Fünf Patienten hatten Schmerzen im Schultergelenk. Diese Schmerzen traten durch Begleitverletzungen auf. Betroffen war einmal die A – Fraktur, dreimal die D – Fraktur und einmal die F – Fraktur.

Eine Patientin mit Schulterbeschwerden hatte auch zugleich noch Schmerzen im Handgelenk.



#### 4.7.5.6 Funktionsgriffe

Mit den Funktionsgriffen wurde die funktionelle Beweglichkeit im Ellenbogengelenk im Vergleich zur gesunden Seite bewertet. Beurteilt wurde der Bewegungsumfang von Kragenknopfgriff, Gegenohrgriff, Nackengriff und Schürzengriff. Mehrfachangaben waren möglich.

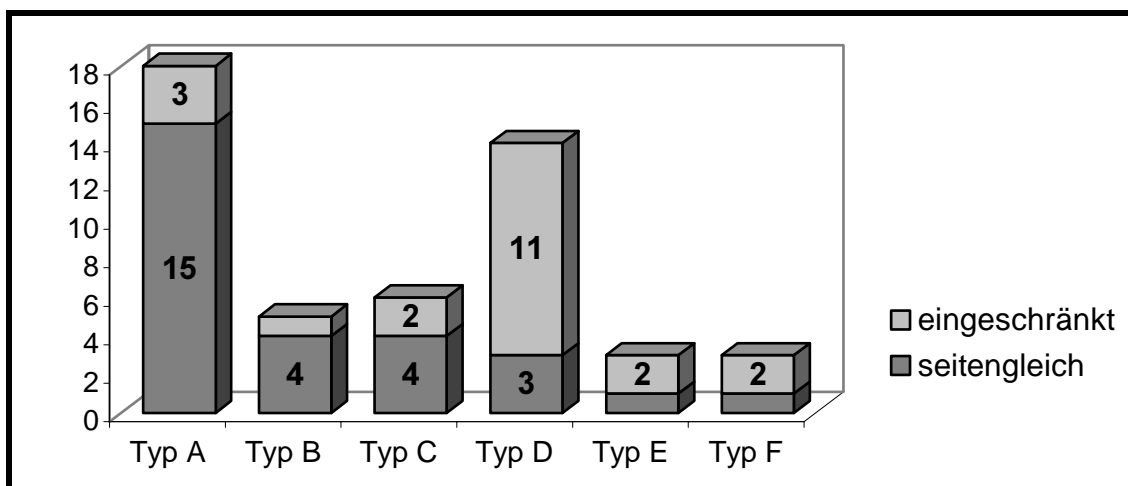


Abbildung 52: Funktionsgriffe

Insgesamt hatten 28 Patienten (57,1 %) im Kollektiv seitengleiche Bewegungsausmaße bei den Funktionsgriffen. Von den 21 Patienten mit Einschränkungen lagen in 16 Fällen Begleitverletzungen vor, davon in sieben Fällen lokale Verletzungen. Bei Patienten mit dem Frakturtyp D trat häufig eine Behinderung der Funktionsgriffe auf. Aus dieser Frakturgruppe hatten 11 Patienten (78,6 %) einen kleineren Bewegungsumfang.

<b>Funktionsgriffe</b> (Mehrfachangaben)	<b>Typ A</b> (18) / 3	<b>Typ B</b> (5) / 1	<b>Typ C</b> (6) / 2	<b>Typ D</b> (14) / 11	<b>Typ E</b> (3) / 2	<b>Typ F</b> (3) / 2
Kragenknopfgriff	1	0	0	5	0	1
Gegenohrgriff	0	1	0	4	0	1
Nackengriff	1	0	0	6	0	2
Schürzengriff	3	1	2	9	2	1

Tab. 24: Einschränkung der Funktionsgriffe in Bezug auf den Frakturtyp

Einschränkungen beim Schürzengriff kamen am häufigsten vor. Bei 18 Patienten war hier keine seitengleiche Bewegung möglich. Bei fünf Patienten waren

alle vier Griffe in ihrem Umfang eingeschränkt. Es handelte sich hier um vier D – Frakturen und eine F – Fraktur. Es war für die Patientin mit dem Frakturtyp F unmöglich, das Gegenohr zu berühren. Ein weiterer Patient mit einer D – Fraktur konnte wegen Schulterbeschwerden nicht in seinen Nacken fassen.

### **4.8 Radiologischer Befund**

Von dem gesamten Patientenkollektiv wurden die Unfallbilder, die Bilder nach der Osteosynthese und die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung angefertigten Bilder ausgewertet.

Anhand der Unfallröntgenbilder wurden die Frakturen eingeteilt.

#### **4.8.1 Beurteilung der Unfallbilder**

In dem nachuntersuchten Patientenkollektiv bestand in 27 Fällen (55,1 %) eine Einfragmentfraktur. Bei 22 Patienten (44,9 %) war das Olekranon mehrfach frakturiert. Eine Dislokation der Knochenfragmente lag bei 32 Patienten (65,3 %) vor. Bei einer Patientin war auf dem Unfallbild eine Fraktur ohne Dislokation zu sehen. Im weiteren Verlauf war nach 46 Tagen auf einer Röntgenkontrollaufnahme eine Dislokation von 4 cm zu erkennen. Drei Patienten hatten eine Luxationsfraktur mit einem mehrfach frakturierten Olekranon.

Die Gelenkfläche war entsprechend der Anzahl an Einfragmentfrakturen in 27 Fällen (55,1 %) einfach durch die Fraktur unterbrochen. In 15 Fällen lag eine doppelte und in vier Fällen eine dreifache Unterbrechung der Struktur vor. Bei zwei Patienten mit einer D – Fraktur und einem Patienten mit einer F – Fraktur war die Gelenkfläche darüber hinaus mehrfach frakturiert .

Eine Impression der Gelenkfläche lag bei 18 (36,7 %) nachuntersuchten Patienten vor. Dies betraf alle fünf Patienten mit einer B – Fraktur, 11 mit einer D – Fraktur und zwei mit einer F – Fraktur.

Zusätzlich wurden mögliche Stufen und Lücken in der Gelenkstruktur bedingt durch frakturierte Knochenfragmente befundet. Bei 16 Patienten (32,7 %) lag eine Stufe vor, die durchschnittlich 0,3 cm groß war. Bei einem Patienten mit einer D – Fraktur kam ein maximaler Wert von 0,8 cm vor. Entsprechend der Frakturklassifikation bestand bei allen B – Frakturen eine Stufe.

In drei Fällen war nur eine Stufe ohne Lücke in der Gelenkfläche vorhanden. Bei den Patienten lag im Durchschnitt eine Lücke von 1,1 cm vor. Die größte Lücke mit 4,5 cm kam bei einer Patientin mit einer F – Fraktur vor.

### **4.8.2 Beurteilung der Röntgenbilder nach Osteosynthese**

In zehn Fällen (20,4 %) wurde nach der Operation eine anatomisch korrekte Stellung des Olekranons erreicht. Darunter befanden sich sieben Typ A – Frakturen und jeweils eine Typ B –, C – und E – Fraktur. Bei der überwiegenden Anzahl der Fälle bestanden röntgenologisch nach der Osteosynthese eine Stufe und/oder eine Lücke. Durchschnittlich lag eine Stufe von 0,2 cm und eine Lücke von 0,4 cm vor. Die beiden maximalen Werte für die Stufe (0,5 cm) und für die Lücke (1,2 cm) kamen bei zwei D – Frakturen vor. Häufig war die Fehlstellung bedingt durch eine Impression der Gelenkfläche.

#### **4.8.2.1 Osteosynthesematerial**

In dem Kollektiv wurde insgesamt bei 47 Patienten Kirschner-Drähte verwendet, wobei anstelle der üblichen zwei Drähte zur Zuggurtungsosteosynthese bei einem drei und einem weiteren vier benutzt wurden. Die Drähte hatten im anterior- posterioren Strahlengang durchschnittlich eine Länge von 5,8 cm und 6,1 cm und im lateralen 6,6 cm und 6,2 cm. Der längste Draht war in den a.-p. Aufnahmen 10,5 cm lang und in den lateralen entsprechend 10,8 cm, der kürzeste hatte eine Länge von 4,0 cm (a.-p.) bzw. 4,1 cm im lateralen Bild.

Bei Männern wurden längere Drähte verwendet. Die Durchmesser der Kirschner-Drähte variierten zwischen 1,25 und 2,0 mm, die Cerclagedrähte waren zwischen 0,8 und 2,0 mm stark. Am häufigsten wurden 2,0 mm dicke Kirschner-Drähte und 1,25 mm starke Cerclagedrähte verwendet.

Bei den mit Kirschner-Drähten versorgten Frakturen wurde die Länge der proximal herausstehenden Drahtenden, d.h. die Distanz vom Knochen bis zum umgebogenen Ende des Drahtes im lateralen Strahlengang nach der Osteosynthese ausgemessen. Durchschnittlich lag ein Wert von 0,6 cm vor. Bei zwei Patienten stand das Metall 1,4 cm aus dem Knochen heraus. Bei beiden traten im Krankheitsverlauf Komplikationen durch Reizungen der Haut über den Draht-

tenden auf, welche bei einem Patienten zur frühzeitigen Metallentfernung führten. Bei einer Patientin wurden die Enden bis auf 0,2 cm eingeschlagen.

Bei den jungen Patienten (unter zehn Jahre) wurden höhere Werte (1,2 cm) wegen der noch unvollständigen Verknöcherung des Olekranons gemessen.

Diese Daten wurden nicht in die Auswertung miteinbezogen.

In der folgenden Tabelle wurden jeweils die Mittelwerte der Drahtlängen berechnet und anschließend in Bezug zum Frakturtyp gesetzt.

	Länge der Kirschner-Drähte						
	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	9 cm	10 cm
Typ A	1	3	8	2	4	0	0
Typ B	0	2	2	1	0	0	0
Typ C	0	1	2	1	2	0	0
Typ D	0	2	3	4	3	1	1
Typ E	0	1	0	1	0	0	0
Typ F	0	1	2	0	0	0	0

**Tab. 25: Länge der Kirschner-Drähte in Bezug zum Frakturtyp**

Bei den Patienten wurde zusätzlich in den a.-p. Röntgenbildern der Abstand zwischen dem tiefsten Punkt der Gelenkfläche und dem senkrecht darunter verlaufenden Draht gemessen. Im Durchschnitt lag ein Abstand von 0,7 cm vor mit einer maximalen Distanz von 1,3 cm und einem Draht, der direkt unter der Gelenkfläche lag. Bei einem 8 cm langen oder einem längeren Draht bestand immer ein Abstand von mindestens 0,7 cm und durchschnittlich 0,9 cm.

#### 4.8.2.2 Implantat-Fraktur-Winkel

45 Olekranonfrakturen wurden mit einer Zuggurtungsosteosynthese versorgt.

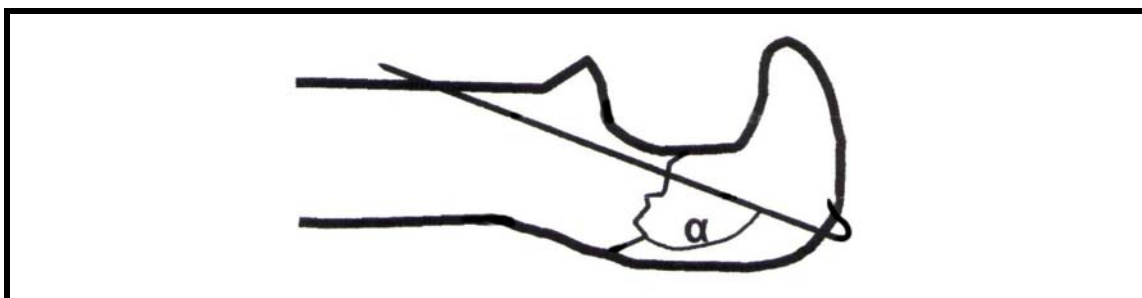


Abbildung 53: Implantat-Fraktur-Winkel  $\alpha$

Folgende Metallanordnungen kamen zur Anwendung: In zehn Fällen wurden Kirschner-Drähte rechtwinklig zum Frakturspalt eingebracht, 18mal betrug der Implantat-Fraktur-Winkel mehr als 90° und 17mal weniger als 90°.

Im Durchschnitt lag ein Winkel von 89,2° vor. Bei insgesamt 60 % der Patienten lag der Wert im Bereich von 90° +/- 10°. Unter den Schrägfrakturen waren erwartungsgemäß nur Winkel über 90° zu finden.

Der kleinste Winkel mit 40° bestand bei einer D – Fraktur und der größte mit 140° bei einer C – Fraktur.

	Implantat-Fraktur-Winkel						
	40– 50°	60– 70°	80°	90°	100°	110– 120°	130– 140°
<b>Typ A</b>	0	4	5	5	2	2	0
<b>Typ B</b>	1	0	0	0	3	1	0
<b>Typ C</b>	0	0	0	1	2	2	1
<b>Typ D</b>	1	2	4	3	1	1	0
<b>Typ E</b>	0	0	0	0	0	1	0
<b>Typ F</b>	1	0	0	1	0	1	0

**Tab. 26: Implantat-Fraktur-Winkel**

#### 4.8.2.3 Lage der Kirschner-Drähte

Bei 47 Patienten wurden allein oder in Kombination Kirschner-Drähte verwendet. In 63,8 % der Fälle (30 Patienten) lagen beide Drahtspitzen in der Gegenkortikalis. Bei 13 Patienten befand sich nur ein Draht in der Kortikalis und einer im intraossären Raum. In vier Fällen war kein Draht in der Kortikalis verankert.

Bei drei von den vier Patienten mit intraossärer Lage beider Drähte trat im Verlauf eine Metallmigration auf. Bei einem Patienten wurde eine Reosteosynthese aufgrund stark rückläufigem Osteosynthesematerials vorgenommen. Bei einem Patienten, bei dem als Komplikation eine Metallockerung ohne Heilungsstörung auftrat, befanden sich postoperativ beide Drähte in der Gegenkortikalis. Bis zur Metallentfernung war einer der Drähte 0,5 cm zurück gewandert.

Das Ausmaß der Metallmigration wurde anhand der postoperativen Bilder und der Bilder vor Metallentfernung beurteilt.

	Lage der Drähte in der Gegenkortikalis			Metallmigration nach proximal in [cm]				
	beide	nur 1	keiner	0,1– 0,2	0,3– 0,4	0,5– 0,6	0,7– 0,8	keine
<b>Typ A</b>	9	6	3	4	4	0	0	10
<b>Typ B</b>	4	1	0	1	0	0	0	4
<b>Typ C</b>	5	1	0	2	2	0	0	2
<b>Typ D</b>	8	4	1	2	1	2	2	6
<b>Typ E</b>	1	1	0	2	0	0	0	0
<b>Typ F</b>	3	0	0	0	0	0	0	3

**Tab. 27: Lage der Kirschner-Drähte**

In ungefähr der Hälfte der Fällen (53,2 %) lagen die Kirschner-Drähte unverändert ein. Bei 22 Patienten lag durchschnittlich eine Differenz der proximal herausragenden Drahtenden zwischen Operation und Metallentfernung von 0,3 cm vor. Bei einem Patienten (s.o.) trat nach 14 Tagen eine Lockerung von 0,8 cm auf. Beide Drähte lagen intraossär und wurden im Rahmen einer Reosteo-synthese entfernt.

#### 4.8.3 Röntgenbilder bei Nachuntersuchung

Bei allen 49 Patienten war die Fraktur knöchern durchbaut. Bei 46 Patienten waren die Fragmente anatomisch gerecht eingeeilt. In drei Fällen bei zwei D – Frakturen und einer F – Fraktur lagen Knochenfehlstellungen vor. Bei der Patientin mit der Typ F – Fraktur war eine Knochennekrose aufgetreten, so daß ein Teil des Olekranons reseziert werden mußte.

Bei sieben Patienten lagen die Osteosynthesematerialien noch ein.

##### 4.8.3.1 Fehlstellungen im Gelenk

Bei drei Patienten war röntgenologisch eine Fehlstellung zu erkennen. In zwei Fällen lag eine Impression der Gelenkfläche (B – und C – Fraktur) und in einem weiteren mit einer F – Fraktur eine Knochennekrose vor.

Bei acht Patienten entsprach die glatt begrenzte Struktur der Gelenkfläche der der gesunden Seite. Beim Großteil der nachuntersuchten Patienten (83,7 %) war die Gelenkfläche des Olekranons unregelmäßig entrundet. Bei 21 Patienten war im Röntgenbild eine Stufe erkennbar. Außer bei einem Patienten bestand die Stufe aus Werten zwischen 0,1 und 0,2 cm. In einem Fall war bei einer Typ

D – Fraktur eine Stufe von 0,6 cm und eine Lücke von 0,7 cm in dem Bild bei der Nachuntersuchung erkennbar.

Eine Lücke in der Gelenkfläche war bei acht Patienten vorhanden, die durchschnittlich 0,4 cm groß war. Außer bei einem Patienten war die Lücke mit einer Stufe assoziiert und dementsprechend als leichte Impression in der Gelenkfläche zu erkennen.

Bei keinem Patienten war ein freier Gelenkkörper im Gelenk vorhanden.

#### 4.8.3.2 Gelenkspalt

Bei 27 Patienten (55,1 %) entsprach die Breite des Gelenkspalts der Gegenseite. Bei den restlichen Patienten lag im Durchschnitt eine Verminderung von 0,95 mm vor.

Gelenkspalt	Typ A (18)	Typ B (5)	Typ C (6)	Typ D (14)	Typ E (3)	Typ F (3)
normal konfiguriert	8	2	4	4	1	0
Breite vermindert / Fläche glatt begrenzt	4	1	1	0	1	0
Breite vermindert / Fläche entrundet	6	2	1	7	1	2
Deformierung	0	0	0	3	0	1

**Tab. 28: Beurteilung des Gelenkspaltes**

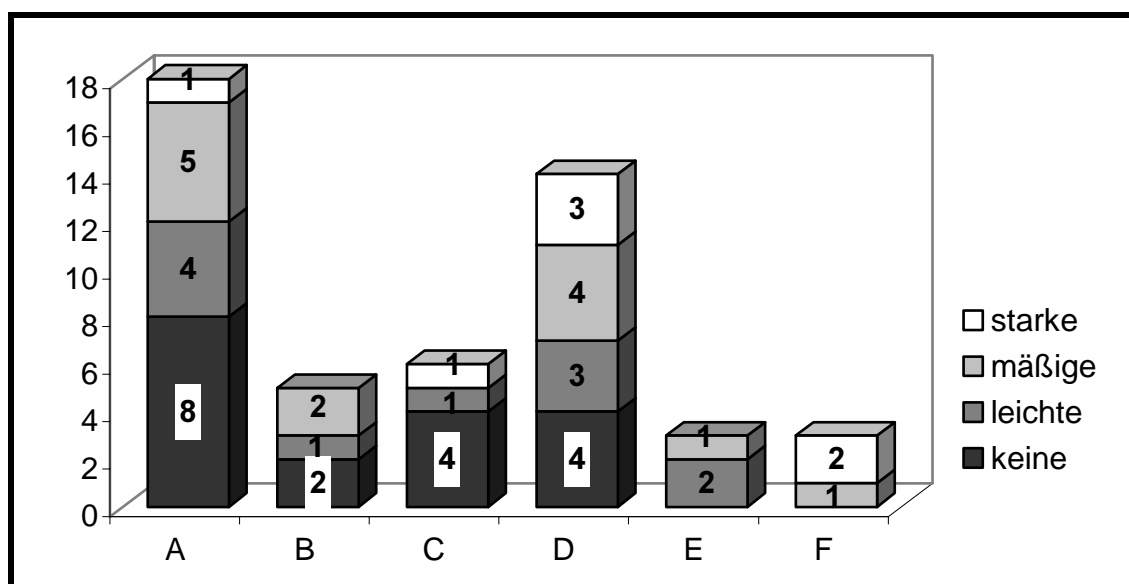
Bei 15 Patienten (30,6 %) wurden röntgenologisch keine Veränderungen des Gelenkspaltes und der Gelenkfläche im Vergleich zur gesunden Seite festgestellt. In sieben Fällen war der Gelenkspalt vermindert und die Gelenkfläche unverändert glatt begrenzt, und in 19 Fällen waren sowohl die Breite als auch die Fläche des Gelenkes verändert. Bei vier Patienten lag eine Deformierung im Gelenkbereich vor. Davon waren ein Patient mit einer F – Fraktur und drei mit einer D – Fraktur betroffen.

#### 4.8.3.3 Artikuläre Veränderungen

In 19 Fällen (38,8 %) waren auf den Röntgenbildern zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung artikuläre Veränderungen sichtbar. Diese Strukturen entsprachen Ausziehungen und Randwulste der Gelenkstruktur.

Bis auf drei Patienten lag in allen Fällen gleichzeitig ein verschmälertes Gelenkspalt vor. Bei einem Patienten mit einer D – Fraktur waren Veränderungen von 0,4 cm an dem proximalen Ende des Olekranons zu messen. Bei allen Patienten lagen Bewegungseinschränkungen vor.

Im folgenden Diagramm wurden die verschiedenen röntgenologischen Veränderungen in Bezug zu den Frakturtypen gesetzt. Dabei wurden die Faktoren Stufe und Lücke der Gelenkfläche, Verschmälderung des Gelenkspaltes und artikuläre Veränderungen berücksichtigt.



**Abbildung 54: Röntgenologische Veränderungen**

Bei 18 Patienten (36,7 %) waren seitengleiche Verhältnisse der beiden Ellenbogengelenke im Röntgenbild zu finden. In 11 Fällen (22,4 %) waren Unterschiede in nur einem der folgenden Punkte: Verschmälderung des Gelenkspaltes, Stufe oder artikuläre Veränderung aufgetreten. 13 Patienten (26,5 %) zeigten in zwei und/oder drei Punkten Unterschiede zur Gegenseite, die meist arthrotischen Ursprungs waren und eine Verschmälderung des Gelenkspaltes und eine artikuläre Veränderungen beinhalteten. Bei sieben Patienten (14,3 %) war in allen vier Punkten eine Veränderung des Ellenbogengelenkes aufgetreten.



#### 4.8.3.4 Arthrotische Veränderungen

Die Einteilung der Arthrose wurde anhand des Scores nach Gauer et al. (s. 10.1 Bewertungsschemata) vorgenommen. Die arthrotischen Veränderungen wurden in vier Schweregrade unterteilt.

Bei den Frakturtypen mit einem Fragment (A, C und E) hatten von den 27 Patienten 16 (59,3 %) keine arthrotischen Veränderungen im Röntgenbild. Die restlichen Patienten hatten eine leichte oder mäßige Arthrose.

Bei den 22 komplizierteren Frakturen (B, D und F) hatten jeweils neun Patienten keine bzw. leichte/mäßige und vier (18,2 %) schwere arthrotische Veränderungen.

Die Ausprägung und das Auftreten der Arthrose waren bei den jüngeren Patienten geringer als bei den Älteren.

Arthrose im Ellenbogengelenk	Typ A (18)	Typ B (5)	Typ C (6)	Typ D (14)	Typ E (3)	Typ F (3)
Stufe 0	11	3	4	6	1	0
Stufe 1	3	2	2	4	1	2
Stufe 2	4	0	0	1	1	0
Stufe 3	0	0	0	3	0	1

**Tab. 29: Einteilung der Arthrose nach Gauer et al.**

#### 4.9 Gesamtbeurteilung

Der Gesamtbeurteilung wurde die in der Literatur üblichen Einteilungen nach Oestern und Tscherne [73] und nach Murphy et al. [41,71] (s. 10.1 Bewertungsschemata) zugrunde gelegt.

In dem ersten Score wurde das subjektive Schmerzempfinden und das objektive Ausmaß der Bewegungen (Streckung, Beugung, Pronation und Supination) und der Röntgenbefund berücksichtigt. Die Kriteriengewichtung liegt hauptsächlich auf dem Ausmaß der Bewegung (66,7 %). Die weiteren Kriterien Schmerz und Arthrose gehen jeweils zu 16,7 % in den Score ein.

Von den maximal 30 Punkten wurde im Durchschnitt ein Wert von 25 Punkten und somit ein gutes Ergebnis erreicht. Zehn Patienten (20,4 %) erreichten ein sehr gutes Ergebnis, 25 (51 %) ein gutes, acht (16,3 %) ein befriedigendes und in sechs Fällen (12,2 %) bestand ein schlechtes Ergebnis nach der Behandlung der Olekranonfraktur.

Drei Patienten, davon zwei mit einer A – Fraktur und einer mit einer B – Fraktur, erzielten die maximale Punktzahl von 30. Das schlechteste Ergebnis mit acht Punkten wurde von einem Patienten mit einer Typ D – Fraktur erreicht. Nach einem Verkehrsunfall im Ausland wurde er erst nach seiner Rückkehr in Deutschland operiert. Im weiteren Krankheitsverlauf trat eine Wundinfektion auf. In dem Score erreichten 83,3 % der Patienten mit einer Typ A – Fraktur ein sehr gutes und gutes Ergebnis. Durchschnittlich erzielten diese Patienten einen Wert von 26,9 Punkten. Die Patienten mit einer B – Fraktur erreichten 26 Punkte, diejenigen mit einer Typ C Fraktur 25,7 Punkte, die mit einer Typ D Fraktur 22,7 Punkte, die mit einer Typ E Fraktur 23,3 Punkte und die mit einer Typ F Fraktur erreichten einen Wert von 22 Punkten. 42,9 % der Patienten mit einer D – Fraktur erzielten befriedigende oder schlechte Werte, davon zählten vier zu den sieben Patienten mit schlechtem Score.

Die mit einer Platte versorgte Patientin erreichte mit 28 Punkten ein gutes Ergebnis, ebenso der Patient mit 27 Punkten, der mit einer Schraubenosteosynthese versorgt worden war.

Bewertung	Frakturtyp						Geschlecht		Alter in Jahren bei Nachuntersuchung			
	A (18)	B (5)	C (6)	D (14)	E (3)	F (3)	männlich	weiblich	15 - 29	30 - 44	45 - 59	60 - 74
<b>Sehr gut</b> 10	5	1	2	1	1	0	8	2	4	5	1	0
<b>Gut</b> 25	10	3	2	7	1	2	13	12	3	9	5	8
<b>Befriedigend</b> 8	3	1	2	2	0	0	5	3	1	2	2	3
<b>Schlecht</b> 6	0	0	0	4	1	1	5	1	1	2	2	1

Tab. 30: Score nach Oestern und Tscherne

Beim Vergleich der Ergebnisse in Bezug zum Geschlecht und zu den verschiedenen Altersgruppen, ergab sich bei den Männern eine größere Anzahl an sehr guten (26 % : 11 %) aber auch an schlechten Resultaten (16 % : 6 %). Bei den Frauen lagen in 67 % der Fälle gute Ergebnisse vor, wohingegen bei den Männern nur in 42 % der Fälle. Die Patienten aus den beiden ersten Altersgruppen erreichten überwiegend sehr gute und gute Ergebnisse. Die Hälfte der Patienten im Alter zwischen 45 und 59 Jahren erzielten gute Ergebnisse, ebenso wie 2/3 der Patienten zwischen 60 und 74 Jahren. Die schlechten Ergebnisse ergaben sich vor allem bei Patienten in den mittleren Altersgruppen.

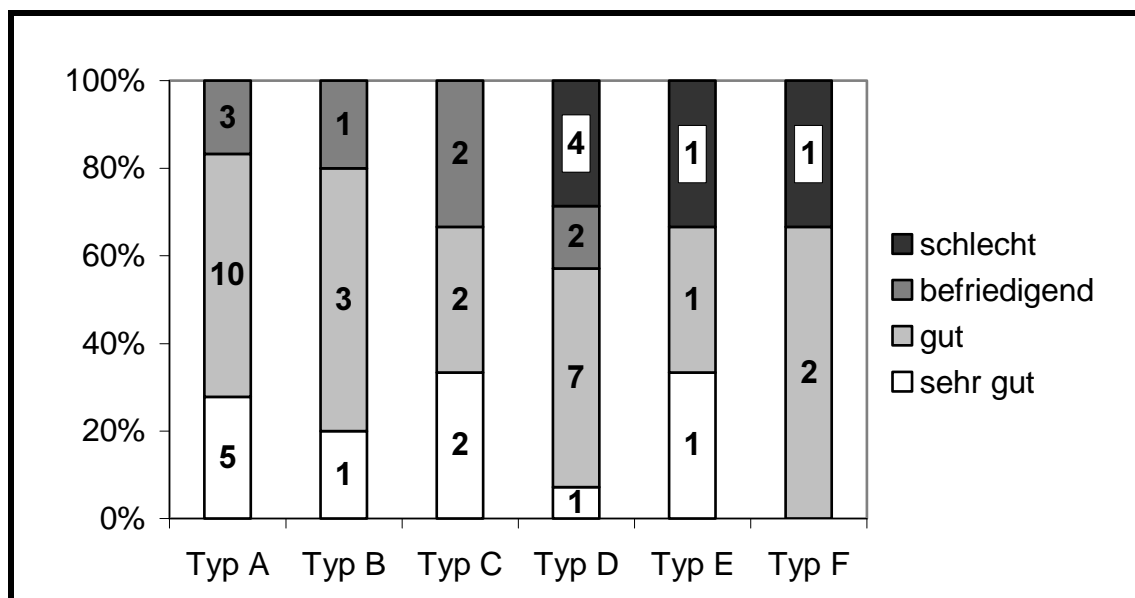


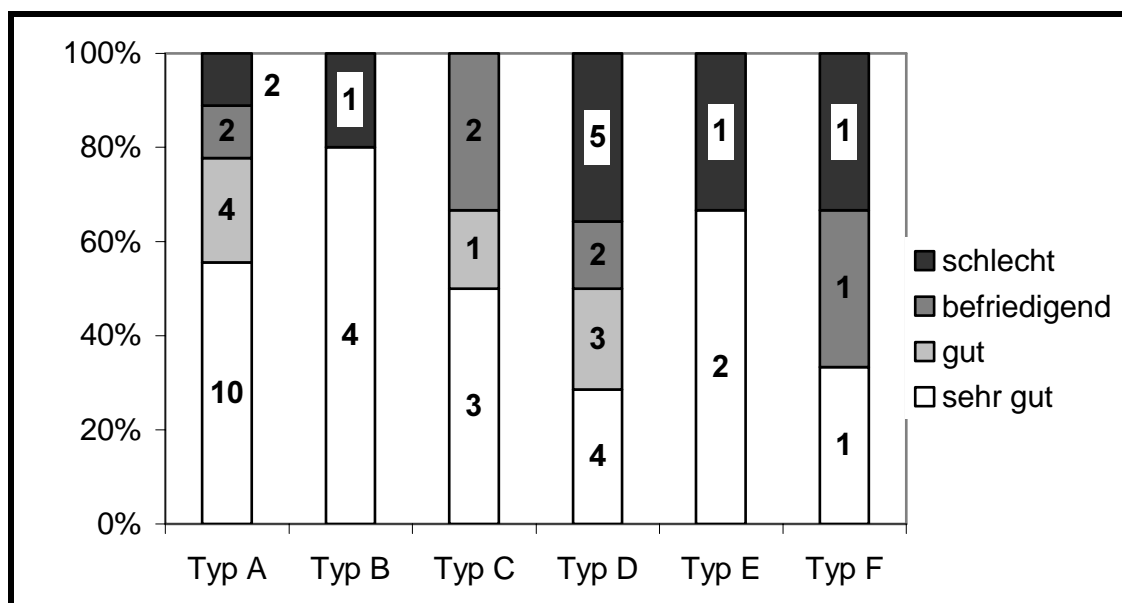
Abbildung 55: Beurteilung nach Oestern und Tscherne

In dem Score nach Murphy et al. gehen die subjektiven Beschwerden zu 53 % und die objektiven zu 47 % ein. Die Faktoren Schmerz, Funktion und Bewegungsausmaß werden jeweils zu 26,3 % und die Erscheinungen im Röntgenbild zu 21 % gewertet.

	Typ A (18)	Typ B (5)	Typ C (6)	Typ D (14)	Typ E (3)	Typ F (3)
<b>Sehr gut</b> 24	10	4	3	4	2	1
<b>Gut</b> 8	4	0	1	3	0	0
<b>Befriedigend</b> 7	2	0	2	2	0	1
<b>Schlecht</b> 10	2	1	0	5	1	1

**Tab. 31: Gesamtbeurteilung nach Murphy et al.**

Nach diesem Score erreichte ungefähr die Hälfte der Patienten (49,0 %) ein sehr gutes, acht (16,3 %) ein gutes, sieben ein befriedigendes (14,3 %) und zehn (20,4 %) ein schlechtes Ergebnis. Die Patienten mit Typ A, B, C und E – Frakturen erzielten überwiegend sehr gute und gute Ergebnisse (über 60 %). Schlechte Werte kamen hauptsächlich bei den D – und F – Frakturen vor.



**Abbildung 56: Beurteilung nach Murphy et al.**

Von den maximal erreichbaren 19 Punkten wurde eine durchschnittliche Punktzahl von 17 und somit ein befriedigendes Ergebnis erreicht. Den maximalen Wert erzielten 11 Patienten, davon sechs mit einer A – Fraktur, jeweils zwei mit einer C und einer D – Fraktur und einer mit einer E – Fraktur.

Das schlechteste Ergebnis mit sieben Punkten wurde von einem Patienten mit einer Typ F – Fraktur erreicht. Zwei Patienten mit einer D – Fraktur erzielten Werte von neun Punkten.

Durchschnittlich erreichten die Patienten mit einer A – und einer B – Fraktur einen Wert von 17,4 Punkten. Bei den Patienten mit einer C – Fraktur waren es 17,5 Punkte, beim Typ D waren es 15,5 , beim Typ E 16,7 und beim Typ F lag ein Durchschnittswert von 14 Punkten vor.



## 5. Diskussion

### Methodenkritik:

Die Erhebung von Therapiekonzepten und Nachuntersuchungsergebnissen in dieser Studie basiert auf der Auswertung von Krankenakten und Röntgenbildern von 89 Patienten, die zwischen 1979 und 1993 an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen behandelt wurden. 52 Patienten konnten im Zeitraum von 7 bis 19 Jahren, durchschnittlich nach 12,7 Jahren, nach der Operation untersucht werden. Bei Oestern und Tscherne [73] lag das Unfallereignis bei der Nachuntersuchung sechs Monate bis acht Jahre, bei Macko und Szabo [57] drei Monate bis vier Jahre (durchschnittlich 13,5 Monate) und bei Hume und Wiss [28] 16 Wochen bis 12 Monate, durchschnittlich vier Monate zurück. In den Vergleichsstudien umfaßte das Kollektiv Patienten, die in ähnlichen Abständen zur Operation nachuntersucht wurden. In dieser Studie bestand das längste Intervall zwischen Operation und Nachuntersuchung.

Dennoch konnten mit 58,4 % (Tab. 32) im Vergleich mit den anderen Studien

Erscheinungsjahr	Autor	Anzahl der Behandelten Patienten	Anzahl der Nachuntersuchten Patienten	Relative Häufigkeit in Prozent
1967	Bürger u. Henkert	128	50	39,0 %
1969	Kouwenhoven u. Weber	33	28	84,0 %
1970	Scheuba u. Unger	54 (87)	31	57,4 %
1976	Hofbauer et al.	139	71	60,5 %
1981	Meier	105	61	58,1 %
1982	Oestern u. Tscherne	81	62	76,5 %
1983	Eitel u. Schweiberer	261 (326)	175	67,0 %
1984	Holdsworth u. Mossad	104	52	50,0 %
1985	Macko u. Szabo	30	20	66,7 %
1990	König et al.	116	60	51,7 %
	eigene Studie	89 (106)	52	58,4 %

**Tab. 32: Anteil nachuntersuchter Patienten bei den verschiedenen Studien**

eine mittlere Anzahl an Patienten nachuntersucht werden.

In der BGU wurden in dem oben genannten Zeitraum 106 Patienten mit Olekranonfrakturen behandelt. Nur 89 kamen für die Nachuntersuchung in Frage, da sie entweder die Altersgrenze von 72 Jahren überschritten hatten, oder aufgrund des überregionalen Einzugsbereichs der Klinik nicht oder nicht mehr innerhalb der Landesgrenzen von Baden-Württemberg wohnhaft waren. Diese Kriterien wurden dementsprechend gewählt, weil man den bis zur Nachuntersuchung durchschnittlich 85 Jahre alten Patienten und den verzögerten Patienten den Weg zur BGU nicht zumuten wollte. Hinsichtlich der Ausschlußkriterien ist festzuhalten, daß Osteotomien des Olekranons wie sie im Rahmen der Schaffung eines Zuganges zum Ellenbogengelenk vorgenommen werden, nicht berücksichtigt wurden.

Zu der Nachuntersuchung kamen 52 Patienten (58,4 %), was in etwa dem in der Literatur beschriebenen durchschnittlichen Prozentsatz entsprach. Drei Patienten wurden aus dem Kollektiv ausgeschlossen. Bei einer Patientin lag eine beidseitige Fraktur vor. Die Daten waren wegen der aufgehobenen Vergleichbarkeit mit der Gegenseite nicht verwertbar. Bei einem Patienten lag wahrscheinlich ein Verschlüsselungsfehler vor, da keine Olekranonfraktur auf den Röntgenbildern nachzuweisen war. Beim letzten Patienten lag eine diaphysäre Fraktur der Ulna vor, die mittels Zuggurtungsosteosynthese versorgt wurde. Ungefähr 60 % der verunfallten Patienten mit den Frakturtypen A, B und D konnten nachuntersucht werden. Alle Patienten mit einer Typ E – Fraktur kamen zur Nachuntersuchung. Bei der Einfragmentfraktur vom Typ C und der komplizierten Luxationsfraktur (Typ F) kamen aus unbekanntem Gründen jeweils nur ungefähr 40 %.

Die Beurteilung der Behandlungsergebnisse basierte auf dem Vergleich des verletzten mit dem gesunden Arm. Für die Bewertung wurde der Score nach Oestern und Tscherny [73] angewandt. Die Kriterien Beweglichkeit, subjektive Beschwerden und Röntgenbefund im Ellenbogengelenk wurden berücksichtigt. Dieser Score wurde ebenfalls in den Studien von Eitel und Schweiberer [12], von Jaskulka und Harm [29] und von König et al. [38] herangezogen. In diesem

Bewertungsschema erzielt ein Patient mit einem Beugedefizit von  $10^\circ$  noch den maximalen Wert von fünf Punkten, bei einem Defizit von  $40^\circ$  noch zwei Punkte. Dagegen erhält ein Patient nur bei seitengleicher voller Streckung fünf Punkte und bei einem Streckdefizit von  $30^\circ$  noch einen Punkt. Bei der Pro- und Supination gibt es beim gleichen Ausmaß der Bewegung fünf Punkte. In  $10^\circ$ -Schritten gibt es einen Punkt Abzug. Bei einem Defizit von größer als  $30^\circ$  wird kein Punkt mehr vergeben. Oestern und Tscherne [73] bewerteten wie oben beschrieben eine verminderte Beugefähigkeit im Ellenbogengelenk weniger streng als ein Streckdefizit. Dabei zählt gerade die Beugung des Armes zu den wichtigen Bewegungen, bei der die Nahrung zum Mund geführt wird und die bei der Gesichts- und Körperpflege eine wichtige Rolle spielt. Die bei der Olekranonfraktur resultierende leichte Einschränkung der vollen Beweglichkeit der Streckung ist häufig beim Tragen von schweren Gegenständen schmerzhaft. Bei der Beugung treten bei leichten Defiziten keine Beschwerden auf. König et al. [38] änderten den Score, indem sie für die volle seitengleiche Bewegung der Streckung und Beugung maximal fünf Punkte, bei einem Defizit von  $30^\circ$  noch drei Punkte und bei  $45^\circ$  keinen Punkt mehr vergaben.

Zur Beurteilung des Gesamtergebnisses wurde ein weiteres Bewertungsschema herangezogen. In dem Score nach Murphy et al. [71] liegt die Kriteriengewichtung weniger auf dem Ausmaß der Bewegung, sondern vermehrt auf der Funktionalität und dem Schmerz.

Da häufig die funktionellen Ergebnisse nach Verletzung des Ellenbogengelenkes subjektiven Kriterien des Patienten und des Untersuchers unterliegen, wird von Korner et al. [39] der Leipziger Ellbogenscore empfohlen. Dabei wurde eine Schwerpunktverlagerung zugunsten objektivierbarer klinischer und radiologischer Befunde vorgenommen. Für die Beurteilung der Olekranonfraktur waren die Kriterien in den beiden oben genannten Scores ausreichend.

Hofbauer et al. [23] integrierten in ihrem Score die Beurteilung der Muskelkraft und -atrophie. Hume und Wiss [28] verzichteten ganz auf die Beurteilung der subjektiven Beschwerden.



### Epidemiologie:

Im eigenen Krankengut wurde eine Dominanz des männlichen Geschlechtes (58 : 29) im Verhältnis von 3:2 festgestellt. Die meisten Autoren beschrieben ebenfalls ein vermehrtes Auftreten der Fraktur bei Männern [12, 21, 26, 28, 38, 57, 97, 107,]. Bei den folgenden Autoren überwog dagegen der Anteil der Frauen [3, 23, 27, 35, 73, 89]. Das Durchschnittsalter und die Altersverteilung des nachuntersuchten Kollektives standen im Einklang mit dem Durchschnittswert der Autoren bei 31,2 Jahren, wobei eine Häufung im zweiten und dritten sowie im sechsten Lebensjahrzehnt bestand.

Eine Abweichung ergab sich bezüglich der Seitenverteilung. In dem Kollektiv wurde ein Verhältnis von ca. 3:2 zugunsten der linksseitigen Olekranonfraktur beobachtet. Ursache dafür könnte bei Fußgängerstürzen das Halten von Gegenständen in der meist dominanten rechten Hand sein. Die Ausfallbewegung erfolgt somit durch den linken Ellenbogen. In der Literatur wurden geringere Unterschiede in der Seitenlokalisation beschrieben [3, 12, 107]. In dem Patientengut brachen sich die Linkshänder immer das linke Olekranon, wobei die Frakturen der Rechtshänder auf beiden Seiten auftraten.

Bei fast allen Olekranonfrakturen lag ein direkter Unfallmechanismus in Form eines Stoßes, Sturzes oder eines Schlages auf den gebeugten Ellenbogen vor. Blank [3] beobachtete ausschließlich direkte Traumata, wohingegen Scheuba und Unger [89] eine gewisse Anzahl an indirekten Unfallmechanismen beschrieben.

Die häufigste Ursache für eine Olekranonfraktur war im eigenen Patientengut mit fast der Hälfte der Fälle ein Unfall im Straßenverkehr, gefolgt von Freizeitunfällen, von Stürzen beim Gehen und schließlich von Arbeitsunfällen. Diese Verteilung läßt sich auch durch den hohen Anteil an 11- bis 30jährige Patienten erklären. Holdsworth und Mossad [26] und Blank [3] gaben eine ähnliche Verteilung der Unfallursachen an. Bei den folgenden Autoren [27, 57, 79, 97, 107] wurde der Sturz als häufigste Ursache angegeben.

Das durchschnittliche Alter der Patienten variierte zwischen den verschiedenen Unfallursachen. Bei den Patienten, die beim Sport verunfallten, lag der kleinste Mittelwert von 18,6 Jahren vor. Bei den Freizeitunfällen lag das durchschnittliche Alter bei 25,2 Jahren, bei den Verkehrsunfällen bei 29,0 Jahren, bei den Arbeitsunfällen bei 33,0 Jahren, bei den Haushaltsunfällen bei 35,8 Jahren und den höchsten Altersdurchschnitt mit 39,9 Jahren hatten die Patienten, die beim Gehen stürzten. Bei letzteren lag bei der Hälfte als Ursache ein Sturz auf Glatt-eis vor.

### Diagnostik:

Die Olekranonfraktur kann sich klinisch anhand einer lokalen Weichteilschwellung, eines möglichen Weichteilschadens über der Ellenbogenspitze, einer schmerzhaften Bewegungseinschränkung oder einer aufgehobenen Streckung gegen Widerstand manifestieren. Zur Sicherung der Diagnostik sind Röntgenaufnahmen in den zwei Standardebenen indiziert. Sie dienen neben der Bestimmung des Frakturtyps zum Nachweis knöcherner Begleitverletzungen. Da sich der Frakturspalt in der lateralen Aufnahme gut darstellen lässt, erfolgt anhand dieser Aufnahme die Einteilung der Fraktur. Wegen Überlagerungen bei der a.-p. Aufnahme ergeben sich daraus nur wenige zusätzliche Informationen. Sie sind jedoch erforderlich um Begleitverletzungen zu befunden.

Die Klassifizierung nach Schatzker entspricht in etwa der von den meisten Autoren vorgeschlagenen Einteilung der Olekranonfraktur. Andere Ansätze sind die Mayo- und die AO-Klassifizierung (s. Kapitel 1.3.1). Die Einteilung der Frakturen im eigenen Kollektiv wurde anhand der Klassifizierung nach Schatzker vorgenommen. In diesem Patientenkollektiv war die Querfraktur (Typ A) die häufigste Form der Olekranonfraktur (35 %), an zweiter Stelle folgte die Mehrfragmentfraktur (Typ D) mit 27 %, dann die proximale Schrägfraktur (Typ C) mit 17 %, mit jeweils 9 % folgten die Luxationsfraktur (Typ F) und die Querfraktur mit Impression der Gelenkfläche (Typ B) und schließlich mit 3 % die distale Schrägfraktur (Typ E). In dem Kollektiv von Hume und Wiss [28] befanden sich

34,1 % Querfrakturen, jedoch verglichen mit dem eigenen Patientengut die doppelte Anzahl (36,6 %) an Schrägfrakturen. Oestern und Tscherne [73], Meier [59] und König et al. [38] beschrieben eine größere Anzahl an Querfrakturen, wobei das Kollektiv von König et al. [38] aus 71,6 % dieses Frakturtyps bestand. Alle drei Autoren beschrieben eine vergleichbare Anzahl an Schrägfrakturen und eine um etwa 10- 20 % verminderte Anzahl an Mehrfragmentfrakturen. Oestern und Tscherne [73] beobachteten 7,4 % Luxationsfrakturen. Eine mögliche Ursache für die unterschiedliche Verteilung der Frakturtypen stellten die verschiedenen Schwerpunkte der Krankenhäuser dar. So ist beispielsweise die BGU Tübingen ein überregionales Traumazentrum, dem Patienten mit kompliziertem Krankheitsbild zugeführt werden und dadurch auch der Anteil an Mehrfragmentfrakturen des Olekranons größer ist als in den oben erwähnten Studien. Die Frakturen in dem Patientengut von Eitel und Schweiberer [12] entsprachen weitgehend der eigenen Studie. Sie beschrieben außerdem 7,4 % Abrißfrakturen. Im eigenen Patientenkollektiv fanden sich 4 % Abrißfrakturen, die in der Einteilung nach Schatzker den Querfrakturen zuzuteilen sind. Die Häufigkeit von Querfrakturen variiert bei anderen Autoren [3, 23, 35, 38, 40, 52, 54, 59, 71, 73, 79, 91] zwischen 34,1 % und 69,7 %, die Schrägfrakturen zwischen 8,3 % und 30,8 % und die Mehrfragmentfrakturen zwischen 6,1% und 72,9 %.

### Begleitverletzungen:

Bei 41 Patienten (46,1 %) lagen Zusatzverletzungen vor. Diese unterteilten sich in 12,2 % lokale Verletzungen am betroffenen Ellenbogen, in 58,5 % fern der Fraktur gelegene Verletzungen und in 29,3 % Verletzungen bei Polytraumatisierten.

Die häufigsten knöchernen Begleitverletzungen betrafen das Radiusköpfchen, den Proc. coronoideus, den distalen Humerus und den proximalen Unterarmknochen. Aufgrund der exponierten streckseitigen Lage des Olekranons sind begleitende Weichteilschäden häufig. Nerven- und Gefäßverletzungen sind bei reinen Olekranonfrakturen die Ausnahme.

Knöcherner Begleitverletzungen lagen bei 33,7 % der Patienten des gesamten Kollektives vor, wobei die obere Extremität am häufigsten betroffen war. In 9 % der Fälle wurden neurologische Ausfälle nach dem Unfall festgestellt, wobei der N. ulnaris am häufigsten betroffen war. Wolfgang et al. [107] und Teasdall et al. [97] beschrieben in ihren Studien ebenfalls 6,7 % bzw. 11,1 % Nervenverletzungen. In der Vergleichsstudie von Scheuba und Unger [89] lag die Fraktur des Radiusköpfchens bei 6,9 % der Patienten vor. Bei Oestern und Tscherne [73] waren es 9,9 %, bei König et al. [38] 17,2 % und bei Wentzensen [104] hatten 1/3 der Patienten mit einer Olekranonfraktur zusätzlich diese Verletzung. Im eigenen Kollektiv erlitten 2,2 % der Patienten noch eine Radiusköpfchenfraktur. Als weitere lokale Begleitverletzung beschrieben Autoren die Fraktur des Proc. coronoideus (Scheuba und Unger [89] 12,6 %, Hofbauer et al. [23] 2,8 % und Wentzensen [104] 23,1 %), wohingegen bei ebenfalls 2,2 % des Patientenguts der BGU diese Fraktur vorlag.

Luxationsfrakturen wurden von einigen Autoren [23, 38, 73, 89] mit einer Häufigkeit zwischen 2,2 % und 15,5 % als Begleitverletzung angegeben. Bei der im eigenen Kollektiv angewandten Frakturklassifikation nach Schatzker wurden diese Frakturen in einer eigenen Gruppe (Typ F) zusammengefaßt und diese betrug vergleichbare 9 %.

Bei den Zusatzverletzungen und somit auch bei den Weichteilverletzungen bestand eine Zunahme der Häufigkeit des Auftretens mit zunehmender Schwere der Ellenbogenfraktur. Insgesamt entsprachen die Begleitverletzungen der eigenen Studie in etwa den Zahlen der Literatur.

In 23,6 % der Fälle lag eine offene Olekranonfraktur vor, in 42,7 % waren die Weichteile kontusioniert. Bei Oestern und Tscherne [73] und Macko und Szabo [57] lagen gleiche Anteile an offenen Frakturen vor. In den Kollektiven von Eitel und Schweiberer [12] und König et al. [38] lag dieser Anteil dagegen bei 6,9 % bzw. bei 13,3 %. Entsprechend der Angaben in den Krankenakten wurde die Einteilung in drei Stufen vorgenommen, um die Vergleichbarkeit mit den anderen Studien zu wahren.

### Therapie:

Die konservative Ruhigstellung des Bruches bei Patienten mit allgemeinen Kontraindikationen oder bei Wunsch des Patienten wurde in der Studie von Jaskulka und Harm [29] diskutiert. Die objektiven Therapieergebnisse der Patienten waren signifikant schlechter als in seinem Vergleichskollektiv. Im subjektiven Ergebnis konnte dagegen im Vergleich der beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Auf die alleinige konservative Therapie wurde in eigener wie in den Vergleichsstudien zunehmend verzichtet, da es bei nahezu allen Frakturen des Ellenhakens durch den Zug des M. triceps brachii zur Fragmentdiastase kommen kann. In diesen Fällen stellt die operative Stabilisierung der Fraktur das Verfahren der Wahl dar.

In Übereinstimmung mit Oestern und Tscherne [73] und König et al. [38] wurden im eigenen Kollektiv über die Hälfte der Patienten am Unfalltag, etwa 30 % innerhalb der ersten Woche und die restlichen, hauptsächlich polytraumatisierten Patienten (10 %) später operiert. Der Zeitpunkt des Eingriffes sollte von der Weichteilsituation abhängig gemacht werden. Die primäre (Unfalltag) oder frühsekundäre Versorgung (2.– 3. Tag) ist anzustreben. Bis zum Eingriff ist gegebenenfalls eine Ruhigstellung im Gips, bevorzugt in weniger als 90° Beugung, oder mit einem Fixateur externe erforderlich.

Der operative Eingriff wurde bei der Hälfte der Fälle in Intubationsnarkose und mit Blutsperrung und in 83,9 % der Fälle in Rückenlage vorgenommen. Im Gegensatz dazu operierten Meier [59], Oestern und Tscherne [73] und Eitel und Schweiberer [12] die Patienten ohne Begleitverletzung in Bauchlage (61,7 % bzw. 51 %). Einige andere Autoren [14, 46, 76, 86, 50] bevorzugten die Rückenlage. Dadurch wird die Betreuung des Patienten durch den Anästhesisten erleichtert. Diese Lagerung wird auch vom Patienten besser toleriert und ermöglicht einen unproblematischeren Eingriff unter Plexusanästhesie.

Übereinstimmung herrscht bei der Schnittführung, die mit wenigen Ausnahmen bedingt durch den Wundverlauf bei offenen Frakturen bogenförmig dorso- radial

um das Olekranon herum und radial neben der Ulnakante nach distal geführt wird.

Um das Ziel der operativen Behandlung, die anatomische Rekonstruktion und die Erlangung der Übungsstabilität zu erreichen, finden verschiedene therapeutische Ansätze Anwendung.

Bei der operativen Versorgung der Olekranonfraktur wurden in der BGU vier unterschiedliche Verfahren der Osteosynthese angewandt. Im eigenen Patientengut wurde in 79,8 % der Fälle die Zuggurtungsosteosynthese nach Weber [102] gewählt. Bei weiteren 11,2 % wurde in Kombination zusätzlich eine Schraube benutzt. Bei 4,5 % fand die Versorgung mittels Plattenosteosynthese, bei 3,4 % ausschließlich mit Kirschner-Drähten und bei 1,1 % lediglich mit einer Schraubenosteosynthese statt. Dies entsprach in etwa den Studien von Kouwenhoven und Weber [40], Blank [3], Kiviluoto und Santavirta [35], Meier [59], Oestern und Tscherne [73], Eitel und Schweiberer [12] und König et al. [38]. Bei allen oben genannten Autoren war die Zuggurtung mit 57,1 % bis 90,0 % das häufigste angewandte Verfahren. Kouwenhoven und Weber [40], Meier [59], Oestern und Tscherne [73] und Eitel und Schweiberer [12] benutzten wie im eigenen Kollektiv das Verfahren der Zuggurtung in Kombination mit einer Schraube am zweit häufigsten. Im Gegensatz zur eigenen Studie kam die Plattenosteosynthese bei Oestern und Tscherne [73] mit 16,0 %, bei König et al. [38] mit 15,5 % und bei Hume und Wiss [28] mit 53,7 % in ihrer vergleichenden Studie mit der Zuggurtung zur Anwendung. Die alleinige Schraubenosteosynthese spielte außer bei Hofbauer et al. [23] mit 30,2 % und bei Kiviluoto und Santavirta [35] mit 22,9 % eine geringere Rolle in der Versorgung der Olekranonfraktur. Gleiches gilt für die alleinige Therapie mit Kirschner-Drähten. In den weiteren Studien [6, 14, 18, 25, 54, 100, 105] lagen die Schwerpunkte der Osteosynthese auf den Verfahren der Cerclage, Fragmentexzision, Zuelzer-Klammer und Maatzschen Federschraube.

Bei Querfrakturen (Typ A – Frakturen) und bei kurzen Schrägfrakturen (Typ C), mit einem Winkel  $< 45^\circ$  zwischen der Senkrechten durch den tiefsten Punkt der Gelenkfläche und dem Frakturspalt, wurde durch die Zuggurtungsosteosynthe-

se hauptsächlich sehr gute und gute Ergebnisse erreicht. War zusätzlich zu den beiden Hauptfragmenten ein weiteres ausgebrochen, so ließ sich dieses bei einem Patienten durch eine Zugschraube an eines der beiden Hauptfragmente fixieren. Die nun entstandene Zweifragmentfraktur konnte durch eine Zuggurtung therapiert werden.

Bei den langen Schrägfrakturen (Typ E) ( $> 45^\circ$ ) können die resultierenden Scherkräfte zu einem Abgleiten der Fragmente führen, weil die durch die Zuggurtung erzeugten Kräfte nicht senkrecht auf den Frakturspalt treffen. Dies kann durch das Anbringen einer interfragmentären Zugschraube vermieden werden. Bei zwei Patienten mit einer Typ C – Fraktur bestand ein Frakturwinkel größer als  $45^\circ$ . Ein Patient wurde mit einer zusätzlichen Schraube versorgt und erreichte ein sehr gutes Ergebnis. Der andere Patient wurde nur mit einer Zuggurtung versorgt und erreichte wegen eines Streck- und Pronationsdefizites bei weiterhin bestehenden bewegungsabhängigen Schmerzen ein befriedigendes Ergebnis.

Aufgrund des therapeutischen Vorgehens (Zuggurtungsosteosynthese) und der Ergebnisse könnten die Quer- (Typ A) und die Schrägfrakturen (Typ C) mit einem Winkel kleiner als  $45^\circ$  zu einer Gruppe zusammengefaßt werden. Die Schrägfrakturen ( $> 45^\circ$ ) müßten dagegen wegen des erweiterten Therapieansatzes einer Zuggurtung in Kombination mit einer Schraube in eine eigene Gruppe eingeteilt werden. Wegen der niedrigen Fallzahl an distalen Schrägfrakturen (Typ E) könnten diese jedoch auch den Typ C – Frakturen zugeordnet werden. Bei den Typ B – Frakturen lag eine Einfragmentfraktur mit einer Impression der Gelenkfläche, die mittels Zuggurtung behandelt wurde, vor. Wegen der problematischeren Rekonstruktion im Vergleich zum Frakturtyp A wird sie gesondert in einer eigenen Gruppe betrachtet.

Bei der Zuggurtungsosteosynthese müssen die Kirschner-Drähte die Gegenkortikalis perforieren, sodaß sie nicht intraartikulär liegen. Die folgenden Autoren [34, 47, 72, 80, 85] modifizierten die Technik um eine Lockerung der Drähte zu verhindern.

Die Drähte dürfen ebenfalls nicht radial abweichen, um den Radius in seiner Bewegung um die Ulna nicht zu behindern. Bei den nachuntersuchten Patienten lagen die Kirschner-Drähte zum größten Teil ulnar oder zentral im Knochen. Bei sieben Patienten wich die Drahtspitze nach radial ab, wobei keine Perforation der Kortikalis in den a.-p. Aufnahmen zu beobachten war. In zwei Fällen lag ein vermindertes Ausmaß der Unterarmrotation vor. Bei einem Patienten bestanden bei der Nachuntersuchung noch Beschwerden sowohl bei der Supination als auch bei der Pronation. Es kann eine mögliche Behinderung des Radius bei seinem Bewegungsablauf durch die Drähte vorgelegen haben. Eine weitere Ursache kann eine durch Weichteilverletzungen im Radioulnargelenk entstandene Vernarbung sein. Bei den restlichen fünf Patienten lagen keine Defizite und keine Beschwerden bei der Umwendbewegung des Unterarmes vor.

Eine bessere Abstützung des frakturierten Fragmentes am distalen Knochensegment kann durch das Einbringen der Drähte unterhalb der Gelenkfläche erreicht werden. Dadurch wird auch die Fraktur genügend unter Druck gebracht [81]. Beschwerden und Reizungen der Haut können durch prominente Drähte entstehen. Deshalb ist darauf zu achten, diese möglichst weit zu versenken.

Der Winkel der Drähte in Bezug auf den Frakturspalt bei den Typ C – Frakturen hatte einen geringen Einfluß auf das Ergebnis. Der von Eitel und Schweiberer [12] empfohlene Implantat-Fraktur-Winkel von 90° erreichte im eigenen Kollektiv nicht vergleichbare Ergebnisse. Vielmehr kam es bei den Schrägfrakturen darauf an, bei einem Winkel von über 45° die Zuggurtungsosteosynthese mit einer Schraube zu kombinieren.

Die zur Osteosynthese verwendeten Kirschner-Drähte, sowie deren Abstand zur Gelenkfläche wurden ausgemessen. Bei einem größeren Abstand lagen durchschnittlich längere Drähte wegen der längeren Distanz bis zur Gegenkortikalis vor. Auf das Bewegungsausmaß und somit auch auf das Ergebnis hatten diese beiden Faktoren entsprechend den Angaben von Macko und Szabo [57] keinen Einfluß. Bei Männern wurden aufgrund der anatomischen Gegebenheiten längere Drähte verwendet. Bestehende Gelenkdefekte bei den Einfragmentfrakturen wurden gut toleriert. Bei einem Patienten wurden die Kirschner-Drähte



direkt unter dem Gelenkspalt eingebracht und führten dort wahrscheinlich durch Störungen des Gelenkknorpels zur Arthrose.

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen aus der Literatur kann die Zuggurtungsosteosynthese bei unsachgemäßer Ausführung zu instabilen Verhältnissen mit Metallockerung, Redislokation und Pseudarthrose führen.

Bei Mehrfragmentfrakturen kann die Zuggurtung zu einer Fragmentverschiebung und dadurch zu einer Verkürzung der Gelenkstrukturen führen. Auch um eine bessere Gelenkflächenrekonstruktion zu erreichen, ist bei diesen Frakturen die Indikation zur Anwendung einer Platte zu überprüfen. Bei Frakturen, die bis an die Olekranonspitze heranreichen, kann eine bessere Stabilität durch Umbiegen der Platte um die Olekranonkante herum erzielt werden, wobei die Platte proximal entweder durch eine Schraube oder durch das Einbringen von Spitzen der Platte in den Knochen (s. Zuelzer-Platte [105, 109]) fixiert werden. Die Plattenosteosynthese wurde im eigenen Kollektiv sowie in den anderen Studien lediglich zu einem geringeren Prozentsatz der Mehrfragmentfrakturen eingesetzt. Die einzige nachuntersuchte Patientin (Typ D), die mit einer Platte versorgt wurde, erreichte ein gutes Ergebnis. Bei den restlichen Patienten mit Mehrfragmentfrakturen wurden mittels Zuggurtung gute und ein sehr gutes, aber auch schlechtere Ergebnisse erzielt. In der Studie von Hume und Wiss [28] wurden die Verfahren der Zuggurtungs- und der Plattenosteosynthese verglichen. Dabei wurden mittels der Plattenosteosynthese bessere Ergebnisse erzielt. Bei der Plattenosteosynthese und der von Labitzke [42, 43, 44, 45] vorgeschlagenen lateralen Zuggurtung ist allerdings ein ausgiebigeres Freipräparieren der proximalen Ulna notwendig, sodaß bei diesen Verfahren ein größerer Weichteilschaden entsteht.

Fehlstellungen der Gelenkfläche wurden nach der Osteosynthese und bei der Nachuntersuchung befundet. Nach der primären Operation lag eine durchschnittliche Stufe von 1 mm und eine Lücke von 1,9 mm vor. Bei keinem Patienten mit dem Frakturtyp D konnte nach der Osteosynthese eine korrekte Gelenkfläche rekonstruiert werden. Bei der Nachuntersuchung betrug sowohl die Stufe als auch die Lücke noch durchschnittlich 0,7 mm. In der Studie von Hume und

Wiss [28] wurde als Kriterium auch die Struktur der Gelenkfläche bewertet. In dieser Vergleichsstudie bestand postoperativ bei der Zuggurtung im Durchschnitt eine Stufe von 0,4 mm und eine Lücke von 1,4 mm. Mit der Platte konnte die Gelenkstruktur besser rekonstruiert werden, so daß zusammen durchschnittlich eine Stufe von 0,1 mm und eine Lücke von 0,4 mm bestand. Bis zur Nachuntersuchung lagen bei der Platte eine Stufe und eine Lücke von jeweils 0,1 mm, bei der Zuggurtung eine Stufe von 0,8 mm und eine Lücke von 1,8 mm vor.

Im eigenen Kollektiv waren bei drei Patienten (Typ D) mit einer Arthrose dritten Grades größere Stufen und Lücken sowohl direkt nach der primären Operation als auch bei der Nachuntersuchung in der Gelenkstruktur vorhanden. Insgesamt lagen in 20,4 % der Fälle mäßige und schwere arthrotische Veränderungen vor. Kouwenhoven und Weber [40] beschrieben eine Rate von 25,8 %, Bürger und Henkert [6] von 2,4 % und Teasdall et al. [97] von 4,6 %.

Bei zwei Olekranonfrakturen (Typ B – und D – Frakturen) mußten Substanzverluste mit Spongiosa aufgefüllt werden, um eine stufenfreie Kongruenz der Gelenkfläche wiederherzustellen. Bei dem Patienten mit einem Frakturtyp B blieb trotz Unterfütterung eine Stufe und eine Lücke (1,2 mm) nach der Osteosynthese bestehen, die sich aber im Krankheitsverlauf verringerten, sodaß bei der Nachuntersuchung eine nahezu anatomische Struktur der Gelenkfläche bestand. Wegen Bewegungseinschränkungen und leichten arthrotischen Veränderung im Gelenk erzielte der Patient ein befriedigendes Ergebnis. Bei dem zweiten Patienten (Typ D) wurde schon bei der Osteosynthese eine fast anatomisch korrekte Gelenkfläche hergestellt. Er erzielte ein sehr gutes Ergebnis.

### Postoperative Versorgung:

Die initiale postoperative Ruhigstellung im eigenen Patientengut erfolgte in 64,0 % der Fälle in einem Gipsverband, in 16,9 % in einer Gipsschale, in 14,6 % durch einen elastischen Verband und in 4,5 % durch einen Fixateur externe, da keine Übungsstabilität erreicht wurde, oder die Weichteile zu sehr ver-

letzt waren oder Zusatzverletzungen vorlagen. Wolfgang et al. [107] verwendeten bei 48,9 % der Patienten einen elastischen Verband, bei 28,9 % die dorsale Gipsschiene und bei 22,2 % einen Oberarmgips. In der Studie von Blank [3] wurde in gleichem Maße auf die dorsale Gipsschiene und den Gipsverband zurückgegriffen. Eitel und Schweiberer [12] verordneten in ihrem Kollektiv für 16 Tage eine Gipsschiene. Bei fehlender Übungsstabilität wurde für durchschnittlich 26 Tage ein Oberarmgips angelegt. Bei Hofbauer et al. [23] wurden Olekranonfrakturen mit Zusatzverletzungen für ungefähr vier bis sechs Wochen im Oberarmgips ruhiggestellt. In der Literatur [50] wird für die postoperative Frakturruhistellung der elastische Verband empfohlen, und ein Oberarmgips bei problematischen Weichteilverhältnissen oder Begleitverletzungen für maximal zwei Wochen belassen.

Mit der funktionellen Nachbehandlung des Ellenbogengelenkes sollte, in Abhängigkeit von der erreichten Stabilität der Osteosynthese und dem Zustand der Weichteile, nach Meinung der meisten Autoren [12, 32, 40, 97] frühzeitig begonnen werden. Im eigenen Kollektiv wurde damit in 85,4 % der Fälle innerhalb der ersten vier Tage nach der Operation begonnen. Bei den Patienten, bei denen nach dem vierten Tag die physiotherapeutische Behandlung angegangen wurde, lagen meist komplizierte Frakturtypen vor. Kouwenhoven und Weber [40] entfernten am fünften postoperativen Tag die Gipsschiene und begannen anschließend mit der funktionellen aktiven Übungsbehandlung. Bei Eitel und Schweiberer [12] wurde durchschnittlich am sechsten Tag mit der Behandlung begonnen.

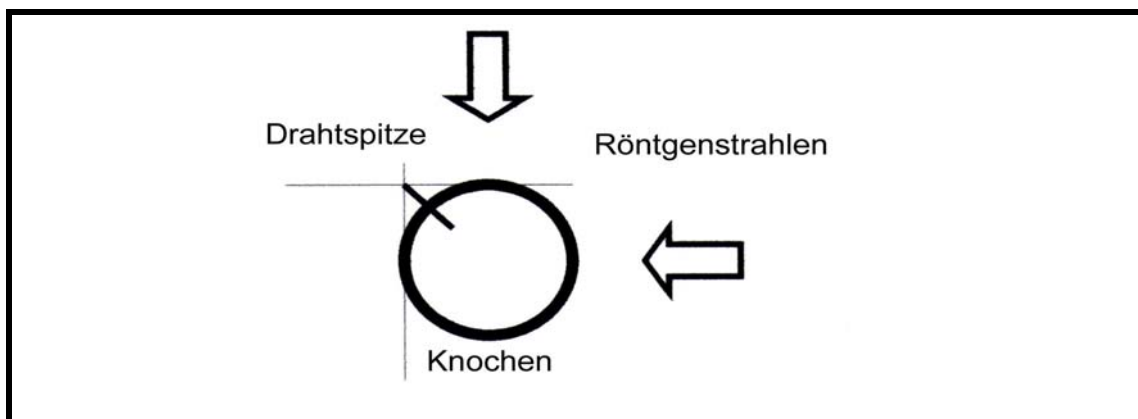
Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer lag bei Eitel und Schweiberer [12] im Durchschnitt bei 19 Tagen, bei König et al. [38] bei 4,5 Tagen und Oestern und Tscherne [73] entließen ihre Patienten nach sieben Tagen, wobei sie nur die Patienten mit isolierten Olekranonfrakturen berücksichtigten. In der BGU lag die stationäre Behandlungsdauer mit 22 Tagen höher als in der Literatur angegeben. Bei 20 Patienten im eigenen Kollektiv war bedingt durch eine oder mehrere Begleitverletzungen eine längere Behandlung als die durchschnittlichen 22 Tage notwendig. Die Patienten mit einer isolierten Olekranonfraktur wurden nach 10,4 Tagen aus dem Krankenhaus entlassen. Dementsprechend

lag die stationäre Behandlung der Patienten mit einer Einfragmentfraktur durchschnittlich bei 14,7 Tagen und bei den komplizierten Frakturen (Typ D und F) bei 34 Tagen.

### Postoperative Komplikationen:

Das Spektrum der Komplikationen nach operativer Versorgung der Olekranonfrakturen reichte von Metallmigrationen ohne oder mit Heilungsstörungen und gegebenenfalls Reosteosynthese, Infektionen, posttraumatischen Arthrosen, paraartikulären Ossifikationen, Nervenirritationen bis hin zu Wundheilungsstörungen. Im eigenen Kollektiv traten bei 37,9 % der Patienten Komplikationen auf.

Das Hauptproblem nach operativer Versorgung von Olekranonfrakturen stellen Lockerungen der Implantate dar. Die damit verbundene Redislokation der Fragmente kann im weiteren Verlauf in einer Pseudarthrose resultieren. Durch Zurückwandern der Kirschner-Drähte werden diese unter der Haut prominent und bereiten Beschwerden. Die Ursache ist meist eine unsachgemäß durchgeführte Osteosynthese. In 66,7 % der Fälle des nachuntersuchten Kollektivs lagen beide Drahtspitzen in der Gegenkortikalis, bzw. gingen durch sie hindurch. Bei einem Drittel dieser Patienten befand sich mindestens ein Draht in der Kortikalis. Weder in der a.-p. noch in der lateralen Röntgenaufnahme war eindeutig ein Durchdringen des Knochens zu beurteilen.



**Abbildung 57: Beurteilung der Kortikalisperforation beim Röntgen in zwei Ebenen**

Wie in der Abbildung 57 dargestellt, kann anhand der Röntgenaufnahme in zwei Ebenen nicht eindeutig festgestellt werden, ob eine Perforation der Kortikalis durch die Drähte vorliegt, falls der Draht beispielsweise gerade so in der Winkelhalbierenden liegt.

Anhand der Röntgenbilder wurde bei knapp der Hälfte der nachuntersuchten Patienten (22) zwischen primärer Operation und Metallentfernung eine Metallmigration von durchschnittlich 0,3 cm gemessen, wobei bei wiederum der Hälfte der Fälle der Krankheitsverlauf symptomlos verlief. Kleinere Unterschiede können durch eine veränderte Perspektive bei der Aufnahme verursacht sein. In 11 Fällen lag mindestens ein Draht intraossär und führte wegen der mangelnden Verankerung zu dessen Lockerung. Von zehn Fällen mit intrakortikaler Lage der Drahtspitzen trat im Verlauf bei fünf Patienten eine Lockerung auf. In sechs Fällen war eine eindeutige Perforation zu erkennen. Bei fünf Patienten kam es trotz intraossärer Lage einer der Drähte zu keiner Migration.

In 18,0 % der Fälle des gesamten Kollektivs trat eine symptomatische Metallockerung auf. Bei vier Patienten (4,5 %) führte die Lockerung zu einer Perforation der Weichteile und bei einem zu einer Reosteosynthese. Bei den zehn nachuntersuchten Patienten mit dieser Komplikation bestand jeweils eine radiologisch verifizierbare Wanderung der Drähte zwischen der Operation und der Metallentfernung. In diesen Fällen lag bis auf einen Patienten eine fehlende Verankerung der Drahtspitzen in der Gegenkortikalis vor, wobei bei drei Patienten keine Perforation der Kortikalis vorlag. In der Vergleichsstudie von Hume und Wiss [28] lag der Wert von symptomatisch einliegender Zuggurtung bei 42,1 %. Es wurde nicht näher angegeben, ob dies eine Folge einer Metallmigration war. Bei Oestern und Tscherne [73] mußten 3,7 % der Fälle wegen einer Metallockerung ein weiteres Mal operiert werden. Bei Eitel und Schweiberer [12] lag bei 5,7 % eine Metallockerung ohne Heilungsstörung vor und bei weiteren 1,7 % mußte eine Reosteosynthese vorgenommen werden. Bei König et al. [38] kam es ebenfalls bei 1,7 % zu einer Drahtwanderung, die zu einem Eingriff zwang. Metallbrüche wurden im eigenen Kollektiv nicht beobachtet.

Eine Reosteosynthese mußte im eigenen Kollektiv bei 3,4 % der Fälle vorgenommen werden. In einem Fall, wie bereits beschrieben, aufgrund einer Metalllockerung, in einem weiteren wegen eines Infektes und im letzten wegen einer Pseudarthrose. Bei Meier [59] war bei 2,9 % und bei Blank [3] bei 7,1 % ein weiterer Eingriff wegen einer Pseudarthrose oder eines Infektes nötig.

In der Literatur wurde eine vergleichbare Pseudarthroserate angegeben. Bei König et al. [38] mußten 0,9 % der Patienten und bei Oestern und Tscherne [73] 1,2 % wegen dieser Komplikation eine Reosteosynthese vorgenommen werden. Eitel und Schweiberer [12] beschrieben mit 5,7 % eine etwas höhere Rate. Infektionen kamen im eigenen Patientengut in 3,4 % der Fälle vor und waren ausschließlich auf offene Frakturen beschränkt. Eitel und Schweiberer [12] hatte eine Infektionsrate sowohl bei offenen als auch bei geschlossenen Frakturen von jeweils 1,7 %. Bei König et al. [38] lagen in 4,3 % der Fälle und bei Hume und Wiss [28] in 10,5 % Infektionen vor. Dagegen beobachteten Oestern und Tscherne [73] keine Infekte.

Eine posttraumatische Arthrose lag in 5,6 % der Fälle vor. In der Literatur wurde das Auftreten der Arthrose mit unterschiedlicher Häufigkeit beschrieben. Jedoch gaben die Autoren nicht den Zeitpunkt der Befundung an. Im eigenen Kollektiv wurde die posttraumatische Arthrose nach einem Intervall von ungefähr zwei Jahren nach dem Eingriff beschrieben und nicht zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Arthrotische Veränderungen im Ellenbogengelenk korrelierten mit der Schwere der Verletzung bzw. mit den postoperativ belassenen Gelenkstufen und -lücken.

Paraartikuläre Ossifikationen bestanden in 2,2 % der Fälle. In der Literatur gab es diesbezüglich nur wenige Angaben. Lediglich König, Kilga und Kwasny [37] dokumentierten in ihrer Studie das Vorkommen bei 12 %.

Von einer Nervenirritation war in der Literatur sowie im eigenen Kollektiv hauptsächlich der N. ulnaris betroffen. So lag die Rate bei den in der BGU behandelten Patienten bei 3,4 %. In den Studien von Kouwenhoven und Weber [40], Rehn [78], Holdsworth und Mossad [26] und Hume und Wiss [28] lagen die Werte zwischen 1,0 % und 6,1 %. Die Olekranonfraktur kann vor allem den N. ulnaris schädigen, wobei die anderen beiden großen Nerven im Bereich des

Ellenbogengelenkes lediglich durch Begleitverletzungen in Mitleidenschaft gezogen werden.

Zusätzlich bestand in der eigenen Studie bei 1,1 % der Fälle ein postoperatives Hämatom. Bei König et al. [38] und bei Oestern und Tscherne [73] lagen Prozentsätze von 0,9 % bzw. von 2,5 % vor.

Die Entfernung des Osteosynthesematerials sollte, soweit durch eine Komplikation nicht ein frühzeitigerer Eingriff erforderlich wird, nach einem Jahr erfolgen [50]. Der Eingriff wurde im eigenen Patientengut im Durchschnitt nach einem Jahr vorgenommen, bei einem Zeitraum von einem Monat bis zu drei Jahren. Im Patientenkollektiv von Blank [3] wurde das Metall zwischen dem 3. und 16. Monat entfernt. Eitel und Schweiberer [12] gaben eine durchschnittliche Metallverweildauer von neun Monaten bei Zuggurtungsosteosynthesen und 12 Monaten bei Plattenosteosynthesen an. Um ein Wandern der Spickdrähte mit Perforation der Haut zu vermeiden, entfernte Rehn [78] die Osteosynthese nach drei Monaten. Die Autoren Horne und Tanzer [27], Holdsworth und Mossad [26] und Wolfgang et al. [107] gaben für die durchschnittliche Metallverweildauer Werte von 6 bis 12 Monaten an. Bei den Patienten höheren Alters wurde in der eigenen Studie und in der von Holdsworth und Mossad [26] die Indikation zur Metallentfernung seltener gestellt als bei den Jüngeren.

Den Patienten störende prominente Drähte führten im eigenen Kollektiv in 18 % der Fälle zu deren frühzeitiger Entfernung.

Nach der Metallentfernung gaben sieben der nachuntersuchten Patienten eine Besserung der Bewegungsfunktion an, wobei die meisten Patienten eine subjektive Besserung der Streckung angaben, was durch das Blockieren der Drahtenden in der Fossa olecrani des Humerus zu erklären ist. Einige Patienten gaben einen subjektiv größeren Bewegungsumfang von Streckung und Beugung an. Letztere Funktionszunahme lässt sich alleine durch die Metallentfernung nicht erklären. Mögliche Ursache ist eine Besserung nach einer schmerzbedingten Beugungseinschränkung.

### Nachuntersuchung:

Der mit dem Einladungsschreiben mitgeschickte Fragebogen sollte den Patienten vor der Nachuntersuchung dazu bewegen, sich mit der häufig schon länger zurückliegenden Olekranonfraktur zu befassen. Auf die vier Fragenkomplexe Schmerzen, Bewegungseinschränkungen, Kraftminderung und Taubheitsgefühl wurde während der Nachuntersuchung nochmals eingegangen. In allen Punkten herrschte zwischen den Angaben im Fragebogen und dem Nachuntersuchungsbefund Übereinstimmung.

Bei der subjektiven Beurteilung waren in den Studien von Oestern und Tscherne [73] und König et al. [38] 59,7 % bzw. 50 % der Patienten beschwerdefrei. Im eigenen Kollektiv bestand bei 34,7 % der nachuntersuchten Patienten vollständige Beschwerdefreiheit. Der Unterschied kann durch den höheren Anteil an komplizierteren Frakturen begründet werden.

Bei allen Frakturtypen gaben jeweils über die Hälfte der Patienten Beschwerden an. Bei den komplizierteren Frakturen B, D und F lagen die Werte zwischen 67 und 80 %.

Entsprechend der Angaben über Beschwerden im Ellenbogengelenk lagen bei 63,3 % der Patienten Schmerzen vor, und somit waren die Beschwerden bis auf einen Patienten mit Schmerzen assoziiert. Schmerzen bei Belastung bestanden in 42,9 % und in Ruhe in 8,2 % der Fälle. Wetterfühligkeit lag bei 24,5 % und Schmerzen beim Aufstützen des Armes auf den gebeugten Ellenbogen bei 26,5 % der Patienten vor. Bei der subjektiven Beschreibung der Beschwerden wurden beim Aufstützen des Ellenbogens und bei Veränderungen der Wetterlage häufig eher leichte Schmerzen angegeben. Die mäßigen und starken Schmerzen bestanden hauptsächlich bei starker Belastung des Ellenbogengelenkes.

In dem nachuntersuchten Patientenkollektiv waren 14,3 % nicht mehr voll in ihrem Beruf arbeitsfähig. In zwei Fällen lag die Arbeitsfähigkeit nach Umschulung wieder und in einem Fall nicht mehr vor. Bei sechs Patienten wurde eine Minderung der Erwerbsfähigkeit festgestellt und zwei erhielten eine Dauerrrente.



Alle Patienten hatten Begleitverletzungen. Sowohl bei einer einfachen als auch bei einer komplizierten Olekranonfraktur ohne Begleitverletzung ist somit nicht mit einer Berufsunfähigkeit auf Dauer zu rechnen.

Bei der lokalen Inspektion des Gelenkes wurde versucht, die subjektiv angegebene Kraftminderung zu objektivieren. Die grobe Kraft wurde durch beidseitige Beugung und Streckung gegen Widerstand und durch überkreuzten Händedruck beurteilt. Außerdem wurden drei Umfänge am Arm gemessen, um eine mögliche Atrophie festzustellen. Dabei wurden auch größere Umfänge der verletzten Seite gemessen. Da der Arm unterschiedlichen Ansprüchen und Belastungen genügen muß, war es schwierig, über die Umfangsdifferenzen Rückschlüsse auf eine Kraftminderung zu ziehen. Die Grenze zur Muskelatrophie wurde bei Umfangsdifferenzen von 2 cm am Oberarm und / oder mehr als 1 cm am Unterarm gewählt. Demzufolge lag bei fünf Patienten eine Atrophie vor, wobei drei Nachuntersuchte über mäßige bis schwere Gelenkschmerzen und zwei über erhebliche Bewegungseinschränkungen klagten, so daß man die vorgeannten Beschwerden als Ursache der Muskelrückbildung ansehen kann.

Relativ häufig verblieben nach der Fraktur endgradige Bewegungseinschränkungen vor allem bei der Streckung und Beugung. Die Zugbelastung des maximal im Ellenbogengelenk gestreckten Armes führte bei Belastung durch Hebelwirkung zu der vorherrschenden schmerzbedingten Belastungseinschränkung. Bei 91 % dieser Patienten lag eine durchschnittliche Streckhemmung von 16° vor. Mögliche Ursache dieser Problematik könnten solche Strukturen sein, die zur Streckhemmung führen und unter Belastung Schmerzen hervorrufen.

Drei Patienten gaben Schmerzen bei Umwendbewegungen des Unterarmes an, wobei eine Fraktur des Olekranons kaum Einfluß auf das Radioulnargelenk und somit auf die Bewegungen der Supination und Pronation nimmt. Bei diesen Patienten lagen keine lokalen Begleitverletzungen vor. Zwei Patienten hatten eine Olekranonfraktur mit äußerst großer Trümmerzone. Bei einem dieser Patienten verliefen die Kirschner-Drähte nach radial. Bei einem lag bei der Nachuntersuchung eine beidseitige ausgeprägte Arthrose vor.

Die Funktionalität des Ellenbogengelenkes wurde dadurch nur selten entscheidend beeinflusst.

Der Mittelwert des Bewegungsausmaßes der Streckung und Beugung lag am 24. postoperativen Tag durchschnittlich bei 0 – 22 – 114 und der der Supination und Pronation bei 69 – 0 – 70. Nach zwei Monaten bzw. zwei Jahren nach dem Eingriff verbesserte sich die Streckung im Durchschnitt um 5° und nochmals um 4°, die Beugung um 12° und um 8°, die Supination um 1° und um 3° und die Pronation um 12°. Die Streckung besserte sich innerhalb von zwei Jahren um 9°. Nach dem 24. postoperativen Tag lag mit durchschnittlichen 22° Streckhemmung eine im Vergleich zur Beugung bessere Funktion vor. Letztere besserte sich innerhalb von zwei Jahren um das Doppelte (20°). Die Verbesserung des Bewegungsumfanges der Pronation um 12° kann mit der postoperativen verwendeten konservativen Ruhigstellung in Supinationsstellung und der damit verbundenen Versteifung zusammenhängen. Die Bewegungseinschränkungen bzw. Gelenkkontrakturen sind mögliche Folgen von verlängerter Ruhigstellung oder schmerzhaft bedingt. Bei den nachuntersuchten Patienten lag nach durchschnittlich 12,7 Jahren ein Mittelwert der Streckung / Beugung von 0 – 3 – 138 und der Supination / Pronation von 84 – 0 – 85 vor, wobei bei zwei Patienten jeweils eine Supination von 10° bestand und diese Werte gesondert betrachtet wurden. Die Bewegungen im Ellenbogengelenk besserten sich bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, und es lagen durchschnittlich annähernd physiologische Ausmaße vor. Im Gegensatz zu den Vergleichsstudien, die einen kürzeren Nachuntersuchungszeitraum gewählt hatten, kann man im Verlauf eine weitere Verbesserung der Bewegungsfunktion erkennen.

Im eigenen Kollektiv hatte nur ein geringer Prozentsatz (12,2 %) der nachuntersuchten Patienten kein Defizit in den vier möglichen Bewegungsrichtungen des Ellenbogengelenkes. Im Durchschnitt lagen endgradige Bewegungseinschränkungen unter 10° vor. Die häufigste Beeinträchtigung war die Unfähigkeit den Arm zu strecken, wobei das Defizit aus der Differenz des gesunden und des verletzten Arm berechnet wurde, und somit bei Patienten ein voller Bewegungsumfang bei errechnetem Defizit bestand. Der Vergleich mit anderen Studien war insofern schwierig, da die Autoren unterschiedliche Bewertungsstufen

für die Bewegungsdefizite gewählt hatten. In der Studie von Oestern und Tscherne [73] lagen die besten Bewegungsausmaße vor. Die Unterschiede in der Studie von König et al. [38] bei der Supination und Pronation entsprachen denen der eigenen Studie, wobei die Ausmaße der Streckung und Beugung besser waren. Eitel und Schweiberer [12] faßten die Bewegungseinschränkungen zwischen 0 und 10° aufgrund der Meßfehlergrenze in einer Gruppe zusammen. Die Bewegungsausmaße waren im Vergleich zur eigenen Studie schlechter.

Die erste Ursache für das schlechtere Abschneiden des eigenen Kollektives und des von Eitel und Schweiberer [12] im direkten Vergleich mit den anderen ist in der Schwere der Verletzungen zu suchen.

Die zweite Ursache entsteht durch die unterschiedliche Bewertung der Überstreckbarkeit der gesunden Extremität. Vernachlässigt man diese, so werden die Bewegungsausmaße vergleichbar mit denen der oben genannten Autoren. In der eigenen Studie besteht demnach ein Streckdefizit mit der gleichen Häufigkeit wie ein Beugedefizit bei 61 % der Patienten. In den Vergleichsstudien wurde nicht erwähnt, ob die Überstreckbarkeit des Armes berücksichtigt wurde.

Die Ursachen für das Bestehen von größeren Defiziten beim Frakturtyp A bei der Streckung lagen an der oben beschriebenen Überstreckbarkeit im Vergleich zur verletzten Extremität. Bei einem Patienten verzögerte eine Infektion den Heilungsverlauf. Bei zwei Patienten bestanden keine offensichtlichen Ursachen für die Defizite, bei einem lag zusätzlich noch ein Beugedefizit vor. Bei einem Patienten führten lokale Begleitverletzungen zu einer Einschränkung der Beugung.

Erwartungsgemäß traten bei den komplizierteren Frakturtypen D und F häufiger und größere Bewegungsdefizite auf.

Dementsprechend bestand bei diesen Frakturtypen auch ein eingeschränktes Bewegungsausmaß bei den Funktionsgriffen. Bei den insgesamt 21 Patienten lagen bei bis auf fünf Patienten Begleitverletzungen, die das Ergebnis beeinflussten, vor.

Kein Patient fühlte sich infolge der Olekranonfraktur durch eine Bewegungseinschränkung behindert, die die vitale Nahrungsaufnahme verhindern würde. Vereinzelt gaben Patienten an, den Kamm oder den Rasierer in die andere Hand zu nehmen, um die gegenüberliegende Gesichtshälfte zu erreichen. Die größten Beschwerden entstanden bei Belastung des gestreckten Armes bei bestehender Streckhemmung.

Gesamtergebnis:

Die eigenen Ergebnisse waren mit denjenigen von Oestern und Tscherne [73], König et al. [38] und Eitel und Schweiberer [12] vergleichbar, weil diese Autoren ihren Untersuchungen annähernd die gleichen Beurteilungskriterien zugrunde gelegt hatten. Man muß aber berücksichtigen, daß bei den beiden zuerst genannten Autoren halb so viele Mehrfragmentfrakturen (14,8 % bzw. 10,3 % zu 27,6 %) beschrieben wurden. Oestern und Tscherne [73] und König et al. [38] verfügten somit über das prognostisch günstigere Patientengut. Die Anzahl der Zusatzverletzungen waren bei den Studien vergleichbar.

<b>Bewertung</b>	<b>Oestern und Tscherne [73]</b>	<b>Eitel und Schweiberer [12]</b>	<b>König et al., [38]</b>	<b>eigenes Kollektiv</b>
sehr gut / gut	81 %	69 %	77 %	71 %
befriedigend	16 %	15 %	20 %	16 %
schlecht	3 %	17%	3 %	12 %

**Tab. 33: Vergleich der Behandlungsergebnisse (Score nach Oestern)**

Bei den sechs Patienten (12 %) mit schlechtem Ergebnis lag stets eine Begleitverletzung vor. Während des Krankheitsverlaufs waren in diesen Fällen Komplikationen aufgetreten. Es konnte durch die osteosynthetische Versorgung der Frakturen keine korrekte Stellung der Knochenfragmente erreicht werden. Die entstandenen Lücken und Stufen in der Gelenkfläche waren bei diesen Patienten die wahrscheinliche Ursache der Arthrose.

Bei dem Vergleich mit den Behandlungsergebnissen von Murphy lag abermals eine geringere Anzahl an Mehrfragmentfrakturen (15,6 % zu 27,6 %) vor. Auch hier verfügte die Vergleichsstudie über das prognostisch günstigere Patientenkollektiv.

<b>Bewertung</b>	<b>Murphy et al. [71]</b>	<b>eigenes Kollektiv</b>
sehr gut	52 %	47 %
gut	15 %	16 %
befriedigend	24 %	14%
schlecht	9 %	22 %

**Tab. 34: Vergleich der Behandlungsergebnisse (Score nach Murphy)**

Im Vergleich zu dem Score von Oestern liegt beim Score von Murphy die doppelte Anzahl an sehr guten Ergebnissen vor. Bei beiden Beurteilungen haben etwa gleich viele Patienten sehr gute und gute Ergebnisse erzielt. Die Anzahl der schlechten Resultate ist bei dem Score nach Murphy um ein Drittel höher (10) als in dem anderen Score (7). Bei den befriedigenden Ergebnissen herrschte Übereinstimmung laut der beiden Bewertungsschemata. Kleinere Unterschiede ergaben sich durch die unterschiedliche Gewichtung der Kriterien.

In den in der Literatur beschriebenen Arbeiten wurden verschiedene Scores angewandt. Nur durch die standardisierte Anwendung von etablierten Bewertungsscores auf die Nachuntersuchungsergebnisse von Olekranonfrakturen ist ein Vergleich der Ergebnisse verschiedener Autoren möglich. Bei dem Score von Oestern handelt es sich um das am häufigsten benutzte Bewertungssystem. Aus diesem Grund bietet sich der Vergleich der eigenen Ergebnisse mit diesem Score, der zudem auch einfach anzuwenden ist, an.

### Schlußfolgerungen

- In Übereinstimmung mit der Literatur besteht eine Korrelation zwischen der Schwere der Fraktur und dem subjektiven und objektiven Behandlungsergebnis.
- Sehr gute und gute Ergebnisse zeigten sich in der Gruppe der Quer- und Schrägfrakturen, während befriedigende und schlechte Ergebnisse überwiegend bei Patienten mit Mehrfragment- und Luxationsfrakturen sowie mit begleitenden Frakturen beobachtet wurden.
- Die Zuggurtungsosteosynthese kann bei vielen Formen der Olekranonfrakturen eingesetzt werden. Der Großteil der Patienten erzielte dadurch ein gutes Ergebnis.
- Die Grenzen der Zuggurtung liegen bei der distalen Schrägfraktur bedingt durch die Scherkräfte bei einem Winkel  $> 45^\circ$  zwischen der Senkrechten durch den tiefsten Punkt der Gelenkfläche und dem Frakturspalt. Deshalb sollte eine derartige Fraktur mit einer zusätzlichen Schraube komprimiert werden.
- Bei den stark dislozierten Mehrfragmentfrakturen läßt sich durch eine Plattenosteosynthese eine bessere Reposition der Knochenfragmente erreichen. Im eigenen Kollektiv wäre bei vier Frakturen von diesem Typ eventuell eine Platte indiziert gewesen, da nach Zuggurtung noch größere Defekte der Gelenkfläche vorlagen, die im Verlauf zu einer Arthrose und zu schlechten Ergebnissen führten.
- Auf eine sachgemäße Durchführung der Zuggurtungsosteosynthese sollte besonders in Bezug auf das Durchdringen der Kirschner-Drähte durch die Gegenkortikalis zur Vermeidung einer Metallmigration geachtet werden.

## **6. Zusammenfassung**

In der vorliegenden Studie werden die Therapieergebnisse von Olekranonfrakturen vorgestellt. In den Jahren von 1979 bis 1993 wurden in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen 106 dieser Frakturen behandelt. Nach Prüfung auf Ausschlußkriterien wurden 89 Patienten angeschrieben. Neben der Auswertung der Krankenakten konnte bei 52 Patienten (58,4 %) eine Verlaufsanamnese, eine klinische Befunderhebung und eine Röntgendokumentation durchgeführt werden.

Die Frakturen wurden nach der Klassifikation von Schatzker eingeteilt, da hiermit eine prognostische Aussage bereits anhand der Betrachtung des lateralen Röntgenbildes gemacht werden kann.

Die Versorgung der Fraktur erfolgte in 91 % der Fälle mit einer Zuggurtungsosteosynthese. Die Ergebnisse zeigen, daß lange Schrägfrakturen ( $> 45^\circ$ ) durch zusätzliche Schrauben oder durch eine Platte komprimiert werden sollten. Die Zuggurtungsosteosynthese eignet sich auch zur Therapie der Olekranonfraktur bei Kindern. Bei Mehrfragmentfrakturen ist im Einzelfall bei mangelnder Abstützung des distalen Fraktursegmentes und wegen einer besseren Wiederherstellung der Gelenkfläche die Indikation zur Stabilisierung mittels Plattenosteosynthese zu prüfen.

Die Behandlungsergebnisse unterscheiden sich nicht wesentlich von den in der Literatur angegebenen Beurteilungen. Komplikationen beruhen entweder auf unsachgemäßer Ausführung der Osteosynthese und dadurch resultierenden Metallockerungen oder auf begleitenden Weichteil- und Zusatzverletzungen.

Neben einem Großteil an sehr guten und guten Ergebnissen gibt es eine kleinere Anzahl an schlechten Nachuntersuchungsergebnissen, die sich aus den oft nicht vollständig rekonstruierten Gelenkflächen und den häufig vorliegenden Begleitverletzungen erklären. Bei passiver Streckung kann sich der endgradige Streckausfall durch Schmerzen bemerkbar machen. Spätschäden mit schmerzhaften Ellenbogen sind nach isolierten Olekranonfrakturen ohne Trümmerzone und ohne Luxation nach einwandfreier Osteosynthese selten.

## 7. Fallkasuistiken

### 1. Patient:

Der Patient L.H. verunglückte im Alter von 27 Jahren mit einem Pkw bei einem Verkehrsunfall in Afrika. Er zog sich dabei eine offene Olekranonfraktur am linken Arm zu. Es lagen keine weiteren Verletzungen vor. Jedoch bestand nach dem Unfall eine Teilparese des N. ulnaris.

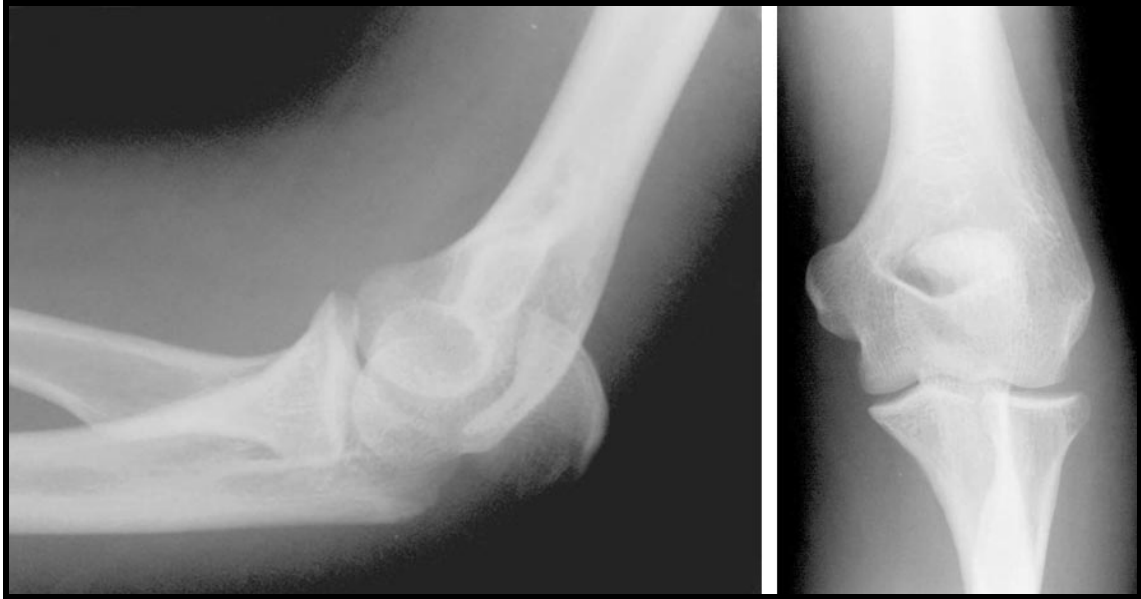
Die Diagnose wurde in Afrika (Somalia) anhand eines Röntgenbildes gestellt und die Fraktur konservativ mit einem Gipsverband versorgt.



**Abbildung1-58: Unfallröntgenbilder (li. Olekranon), angefertigt in Afrika**

Der Patient entschloß sich zur weiteren Behandlung nach Deutschland zurückzukehren. Am vierten Tag nach dem Unfall stellte sich Herr H. in der BGU vor. Es lag eine Typ A – Fraktur (Klassifikation nach Schatzker) des Olekranons vor. Sechs Tage nach Aufnahme wurde die Olekranonfraktur mittels einer Zuggurtungosteosynthese therapiert. Der Eingriff wurde unter Plexusanästhesie vorgenommen.





**Abbildung 1-59: Präoperative Bilder, angefertigt bei Aufnahme in der BGU**



**Abbildung 1-60: Bilder nach der Zuggurtungsosteosynthese**

Postoperativ wurde ein geschlossener Gipsverband angelegt und nach zwei Tagen mit der physiotherapeutischen Nachbehandlung begonnen. Zehn Tage nach dem Eingriff mußte der Patient wegen eines lokalen Infektes auf die septische Station verlegt werden. Im Bereich der Wunde befand sich eine sezernierende Fistel, die bei Druck rahmigen Eiter absonderte. Daraufhin wurde eine

Gummidrainage eingebracht, ein täglicher Verbandswechsel vorgenommen und der Arm in einer Gipsschale ruhiggestellt.

Am 21. Tag nach der Operation konnte der Patient mit der Gummidrainage und weitgehend reizlosen Wundverhältnissen entlassen werden. Am Tag der Entlassung stellte sich der Patient zur Abklärung eines Hautausschlages im Bereich des Rumpfes in der Ambulanz des Paul-Lechler-Krankenhauses vor. Es wurde eine livide Hautverfärbung am ganzen Unterbauch bis zu den Oberschenkeln und dichte, nicht juckende rote Flecken am Stamm und Beine beschrieben. Es wurde keine Diagnose gestellt.

Nach einem Monat wurde wegen lokalen Reizerscheinungen die Metallentfernung vorgenommen. Im Bereich der Wunde bestand weiterhin eine mäßig sezernierende Fistel. Der Patient blieb für den zweiten Eingriff acht Tage in stationärer Behandlung. Bei der Entlassung lag ein Bewegungsumfang von Streckung und Beugung von 0 – 30 – 100 vor.

Im weiteren Krankheitsverlauf trat eine vollständige Remission des lokalen Infektes auf. Zwei Monate nach Metallentfernung war ein Bewegungsumfang der Streckung und Beugung von 0 – 25 – 105 und ein freier Umfang der Supination und Pronation möglich. Nach einem Jahr besserte sich die Streckung und Beugung auf 0 – 15 – 135.

Der Patient wurde 17 Jahre nach der operativen Therapie der Olekranonfraktur nachuntersucht. Er klagte über selten auftretende, leichte Schmerzen, die entweder nachts oder bei Belastung wie z.B. beim Tragen von schweren Gegenständen auftraten. Ansonsten lagen keine weiteren Beschwerden vor, und die lokale Inspektion war unauffällig. Bei der Funktionsprüfung wurde bei der Streckung und Beugung ein Bewegungsumfang am gesunden Arm von 5 – 0 – 145 und am verletzten Arm von 0 – 10 – 140 gemessen. Es liegt somit ein Streckdefizit von 15° und ein leichter Beugedefizit von 5° vor. Bei der Supination und Pronation lag bei beiden Ellenbogen ein Wert von 90 – 0 – 90 vor. Die Funktionsgriffe waren seitengleich im vollen Ausmaß ausführbar. Der Patient erzielte ein gutes Ergebnis bei den beiden verwendeten Bewertungsschemata.



**Abbildung 1-61: Funktionsprüfung : Streckung und Beugung**



**Abbildung 1-62: Röntgenbilder bei Nachuntersuchung (linkes Olekranon)**



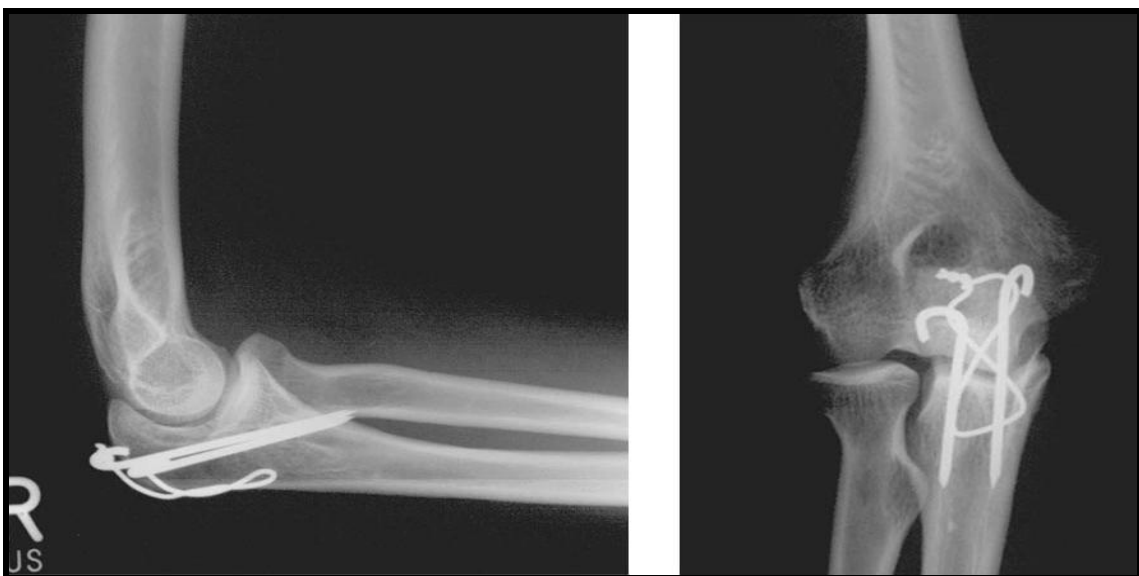
**Abbildung 1-63: Röntgenbilder bei Nachuntersuchung (re. Olekranon)**

2. Patient:

Die Patientin G.K. stürzte in einem Abstand von fünf Jahren zuerst auf das rechte und dann auf das linke Olekranon. Beim ersten Unfall frakturierte sich die 41jährige Patientin das Olekranon beim Sturz auf Glatteis. Vom Hausarzt wurde sie in die BGU eingewiesen, und die operative Therapie mittels Zuggurtungsosteosynthese wurde noch am Unfalltag vorgenommen.



**Abbildung 2-64: Unfallröntgenbilder, rechtes Olekranon (Typ B – Fraktur)**



**Abbildung 2-65: Bilder nach Zuggurtungsosteosynthese**

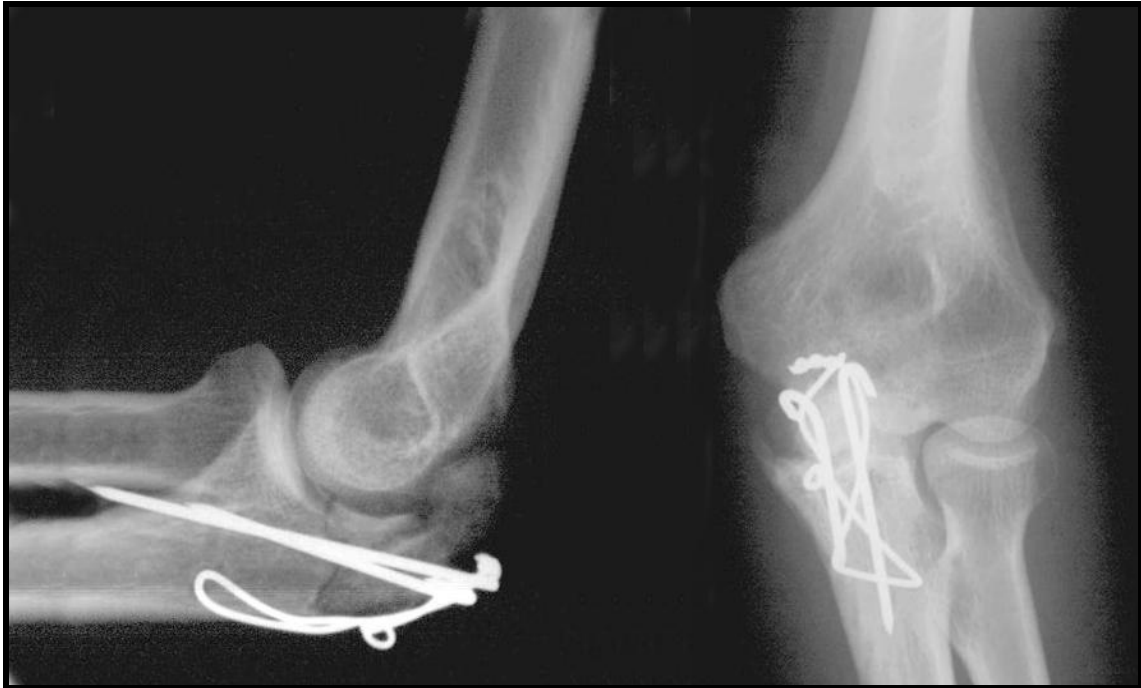
Es lagen keine Begleitverletzungen vor. Die Patientin konnte nach einem ungestörten Heilverlauf nach fünf Tagen aus der stationären Behandlung entlassen werden.

Nach einem komplikationslosen Jahr konnte die Metallentfernung vorgenommen werden. Das Ausmaß der Streckung und Beugung kurz vor dem Eingriff lag bei 0 – 5 – 140.

Die Patientin stürzte fünf Jahre nach dem ersten Unfall ein zweites Mal. Bei einem Fahrradunfall frakturierte sie sich das linke Olekranon. Außerdem zog Frau K. sich bei dem Unfall eine Hüftprellung zu. Lokal lag am Ellenbogen eine geschlossene Fraktur mit deutlicher Weichteilkontusion vor. Auf den nach dem Unfall angefertigten Röntgenbildern ist eine Typ D – Fraktur des Olekranons zu erkennen. Der Bruch wurde konservativ ruhiggestellt, und am dritten Tag nach dem Unfall wurde wie schon auf der anderen Seite die Zuggurtungsosteosynthese durchgeführt. Beide primären Eingriffe wurden unter Plexusanästhesie vorgenommen.



**Abbildung 2-66: Unfallröntgenbilder, linkes Olekranon (Typ D – Fraktur)**



**Abbildung 2-67: Bilder nach Zuggurtungsosteosynthese**

Bei der Patientin wurden wegen instabilen Frakturverhältnissen ein Monat nach dem ersten Eingriff die Implantate entfernt, und eine Reosteosynthese mit einer Drittelrohrplatte vorgenommen.



**Abbildung 2-68: Reosteosynthese mit Hilfe einer Platte**

Intraoperativ lag das Bewegungsausmaß von Streckung und Beugung bei 0 – 30 – 110. Der Umfang der Bewegung lag bei Entlassung nach neun Tagen bei 0 – 35 – 105. Nach einem halben Jahr war ein Bewegungsumfang von 0 – 25 – 125 zu messen.

Nach 14 Monaten komplikationsfreien Verlauf konnte die Metallentfernung vorgenommen werden. Im Anschluß an den Eingriff bestand ein Umfang von 0 – 20 – 115 bei der Streckung und Beugung.

Die Nachuntersuchung der Patientin fand nach neun bzw. vier Jahren nach den Unfällen statt. Vor allem auf der linken Seite bestanden noch Beschwerden. Die Patientin gab selten auftretende Schmerzen mäßiger Stärke bei Belastung des Ellenbogens an. Bei längerer Streckung des Armes im Ellenbogengelenk würde eine Parästhesie im Bereich des Versorgungsgebietes des N. ulnaris in der Hand auftreten. Ebenfalls klagte sie über Schmerzen im Gelenk bei längerem Tragen von schweren Gegenständen mit gestrecktem Arm. Auch wegen der Kraftminderung des linken Armes sei ein schweres Tragen nicht mehr möglich. Ein Aufstützen des gebeugten linken Ellenbogens auf eine harte Unterlage empfand die Patientin als sehr unangenehm.

Bei der Inspektion der beiden Ellenbogengelenke war die rechte Seite unauffällig. Auf der linken Seite war die Narbe druckempfindlich und gerötet. Ein Druckschmerz bestand über dem gesamten Olekranon. Es lag eine Differenz der Umfangmaße sowohl am Ober- als auch am Unterarm zwischen linkem und rechtem Arm vor. Rechts waren die Werte 1,5 cm bzw. 1 cm größer.

Bei der Funktionsprüfung war am rechten Arm ein Bewegungsausmaß bei der Streckung und Beugung von 0 – 0 – 140 und am linken Arm von 0 – 30 – 110 zu messen. Somit bestand ein Streck- und ein Beugedefizit von jeweils 30°. Die Bewegung der Supination und Pronation betrug in beiden Armen 90 – 0 – 90. Der Nackengriff und der Schürzengriff waren auf der linken Seite jeweils stark eingeschränkt.



Dementsprechend wurde auf der rechten Seite ein sehr gutes Therapieergebnis der Olekranonfraktur ohne Beschwerden und einem physiologischen Bewegungsausmaß erzielt. Auf der linken Seite war das Ergebnis aufgrund der oben beschriebenen Beschwerden weniger zufriedenstellend.

Wegen der beidseitigen Fraktur und der dadurch aufgehobenen Vergleichbarkeit, wurde die Patientin aus dem nachuntersuchten Patientenkollektiv genommen.



**Abbildung 2-69: Röntgenbilder bei Nachuntersuchung (re. Olekranon)**



**Abbildung 2-70: Röntgenbilder bei Nachuntersuchung (li. Olekranon)**

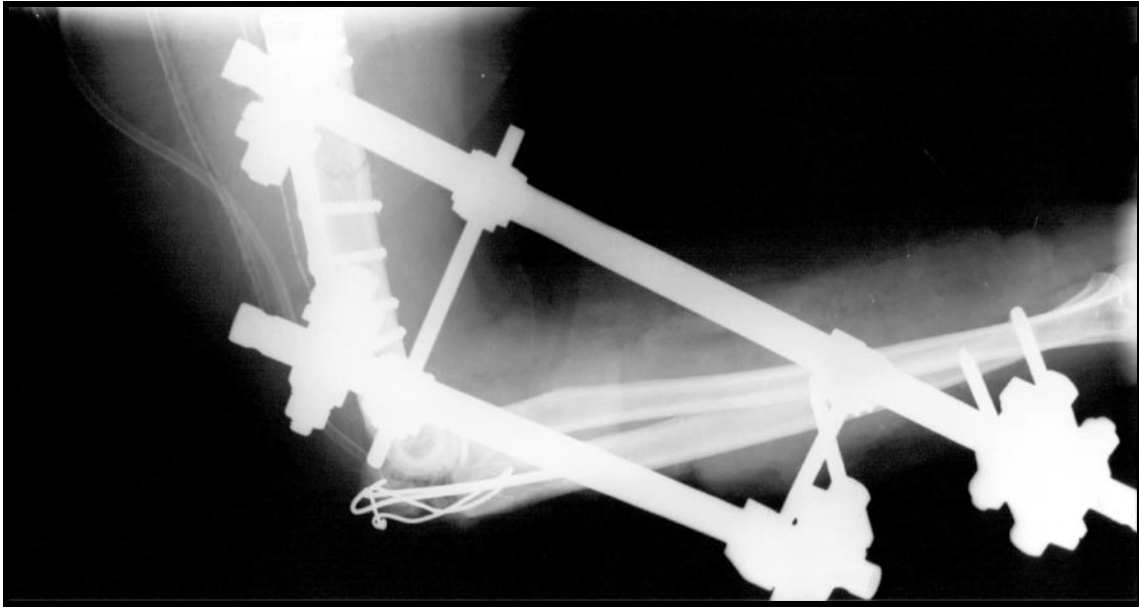
### 3. Patient:

Die Patientin L.Z. verletzte sich im Alter von 46 Jahren bei einem schweren Autounfall am rechten Olekranon. Die polytraumatisierte Patientin wurde nach dem Unfall in der BGU aufgenommen. An der rechten oberen Extremität wurde eine III° offene Olekranonrümmerfraktur mit Ellenbogenluxation und eine II° offene Oberarmschaftfraktur diagnostiziert. Zusätzlich bestand auf dieser Seite eine Läsion des N. ulnaris. Außerdem lagen Verletzungen des Schädels und des Thorax sowie Verbrennungen vor.



**Abbildung 3-71: Unfallröntgenbild, rechtes Olekranon (Typ F – Fraktur)**

Am Unfalltag wurde die Versorgung der Olekranonfraktur mittels einer Zuggurtungsosteosynthese vorgenommen. Zur postoperativen Ruhigstellung des Ellenbogengelenkes wurde ein Fixateur externe für 24 Tage angebracht. Danach wurde mit der physiotherapeutischen Übungsbehandlung begonnen. Das Ausmaß der Streckung und Beugung lag primär bei 0 – 40 – 100. Ein kompletter Faustschluß war nicht möglich.



**Abbildung 3-72: Zuggurtungsosteosynthese und Fixateur externe**

Eine eitrige Fistelbildung trat 19 Tage nach der Entfernung des Fixateur externe über der Olekranonspitze auf. Am folgenden Tag wurde deshalb eine Reosteosynthese mittels Zuggurtung vorgenommen, Drainagen angelegt und eine PMMA- Kette in das Operationsgebiet gelegt. Diese Kette wurde ein Monat im Gelenk belassen. Mit der Physiotherapie wurde am zweiten Tag nach der Revision begonnen.



**Abbildung 3-73: Reosteosynthese und PMMA- Kette**

Die Patientin wurde drei Monate nach ihrem Unfall aus der stationären Behandlung entlassen. Zu diesem Zeitpunkt lag die Beweglichkeit für Streckung und Beugung bei 0 – 55 – 110 und die der Supination und Pronation bei 90 – 0 – 90.

Drei Monate nach der Reosteosynthese wurde wegen eines Reizzustandes und einer Fistelung über den Kirschner-Drähten die Metallentfernung vorgenommen. Das Olekranon war nekrotisch verändert. Die maximalen Ausmaße der Bewegungen im Ellenbogengelenk besserten sich nach der Entfernung der Zuggurtung.

Der weitere Krankheitsverlauf war geprägt von einer chronischen Osteitis. In unregelmäßigen Abständen traten sezernierende Fistelungen im Bereich des Olekranons auf, die antibiotisch therapiert wurden.

Die Patientin stellte sich 13 Jahre nach dem Unfall für die Nachuntersuchung zur Verfügung. Starke Beschwerden bestanden in der rechten oberen Extremität. Häufig traten Schmerzen im Ellenbogengelenk bei Belastungen des Armes auf. Die Problematik bestand vor allem bei der Pronation und bei der passiven maximalen Streckung und Beugung des Armes. Die Stärke der Schmerzen wurde von der Patientin als stark (7/10) angegeben. Im Alltag fühlte sie sich hauptsächlich durch die mangelnde Belastbarkeit und eine Unsicherheit beim Tragen und Heben von Gegenständen beeinträchtigt. Nach dem Unfall war Frau Z. auch wegen der Begleitverletzungen nicht mehr berufstätig. Es lag eine Minderung der Erwerbsfähigkeit von 40 % vor.

Bei der lokalen Inspektion wurde eine pathologische Gelenkkonfiguration festgestellt. Die Weichteile waren reizlos. Die adipöse Patientin hatte eine tiefe 22 cm lange narbige Verwachsung von der Olekranonspitze beginnend entlang des Unterarms. Ein arthrotisches Reiben bestand bei allen passiven Bewegungen im Ellenbogengelenk. Gefühlsstörungen lagen im Versorgungsgebiet des N. ulnaris vor und äußerten sich als Parästhesien. Die Kraft im verletzten Arm war stark eingeschränkt.

Bei der Prüfung der Gelenksfunktion konnten die beiden Arme bis  $145^\circ$  gebeugt werden. Bei der Streckung lag beim verletzten Arm ein Defizit von  $30^\circ$  vor. Die Umwendbewegung im Unterarm war bei der linken Seite frei ( $90 - 0 - 90$ ) im Gegensatz dazu am rechten Arm bei der Pronation eingeschränkt ( $90 - 0 - 45$ ). Alle vier Funktionsgriffe konnten nur eingeschränkt ausgeführt werden. Das Gegenohr wurde nicht erreicht. Bei der Nachuntersuchung bestand im Röntgenbild eine vollkommen deformierte Gelenkstruktur rechts mit grob verändertem Gelenkspalt und noch verbleibender Plattenosteosynthese am Oberarm. Die Patientin erzielte ein schlechtes Ergebnis sowohl in dem Score nach Oestern und Tscherne als auch in dem Score von Murphy et al.. In letzterem bestand mit acht von 19 Punkten das schlechteste Ergebnis des gesamten Kollektivs.



**Abbildung 3-74: Funktionsprüfung : Streckung**



**Abbildung 3-75: Röntgenbilder bei Nachuntersuchung (li. Olekranon)**



**Abbildung 3-76: Röntgenbilder bei Nachuntersuchung (re. Olekranon)**

4. Patient:

Der Patient M.W. zog sich im Alter von 19 Jahren bei einem Motorradunfall eine II° offene Olekranonfraktur, eine Fraktur des Epicondylus humerus ulnaris und schwere Schädel- Hirn- Verletzungen zu.



**Abbildung 4-77: Unfallröntgenbilder, rechtes Olekranon (Typ D – Fraktur)**

Am Unfalltag wurde die Refixation eines größeren Olekranonfragments mit Hilfe eines Kirschner-Drahtes durchgeführt. Bei dem Eingriff mußten einige Olekranonfragmente entfernt werden und die Fraktur am Epicondylus humerus ulnaris ebenfalls mit einem Draht fixiert werden. Mit einem Fixateur externe wurden die Frakturen postoperativ ruhiggestellt. Der Fixateur wurde nach knapp zwei Wochen entfernt. Daraufhin konnte mit der Physiotherapie begonnen werden. Der Patient befand sich 77 Tage in stationärer Behandlung und konnte nach einem ungestörten Heilverlauf entlassen werden. Die Gelenkfunktion für die Bewegungen der Streckung und der Beugung lag bei 0 – 25 – 130.

Eine Metallentfernung wurde nicht vorgenommen. Im Verlauf traten periartikuläre Verkalkungen auf. Auf einen erneuten operativen Eingriff verzichtete man wegen der schweren Gelenkzertrümmerung.



**Abbildung 4-78: Osteosynthese am Olekranon mit einem Kirschner-Draht**

Die Nachuntersuchung fand 11 Jahre nach dem Unfall statt. Es traten häufig Schmerzen bei Belastung im Ellenbogengelenk hauptsächlich bei der passiven und aktiven Streckung und der Supination auf. Der Patient bewertete die Schmerzen als schwach. Probleme traten demzufolge im Alltag beim Umgang mit schweren Lasten auf. Herr W. ist in seinem bisherigen Beruf eingeschränkt tätig und hat eine Minderung der Erwerbsfähigkeit von 50 %.

Bei der lokalen Inspektion fiel ein stark verbreitertes Olekranon auf. Die Weichteile und die Narbe waren reizlos. Bei der Beurteilung der Kraft der beiden Arme war kein Seitenunterschied feststellbar. Bei der Streckung und Beugung wurden am verletzten Arm folgende Werte gemessen 0 – 30 – 135, im Vergleich dazu beim gesunden Arm 0 – 5 – 135. Somit besteht ein Streckdefizit von 35° bei seitengleicher Beugung. Die Supination und Pronation war beim gesunden Arm 90 – 0 – 90 und am verletzten Arm 10 – 0 – 90. Beim Patienten war somit die Supination fast vollständig aufgehoben (Defizit von 80°).

Der Patient erzielte in den beiden Bewertungsschemata ein schlechtes Ergebnis.





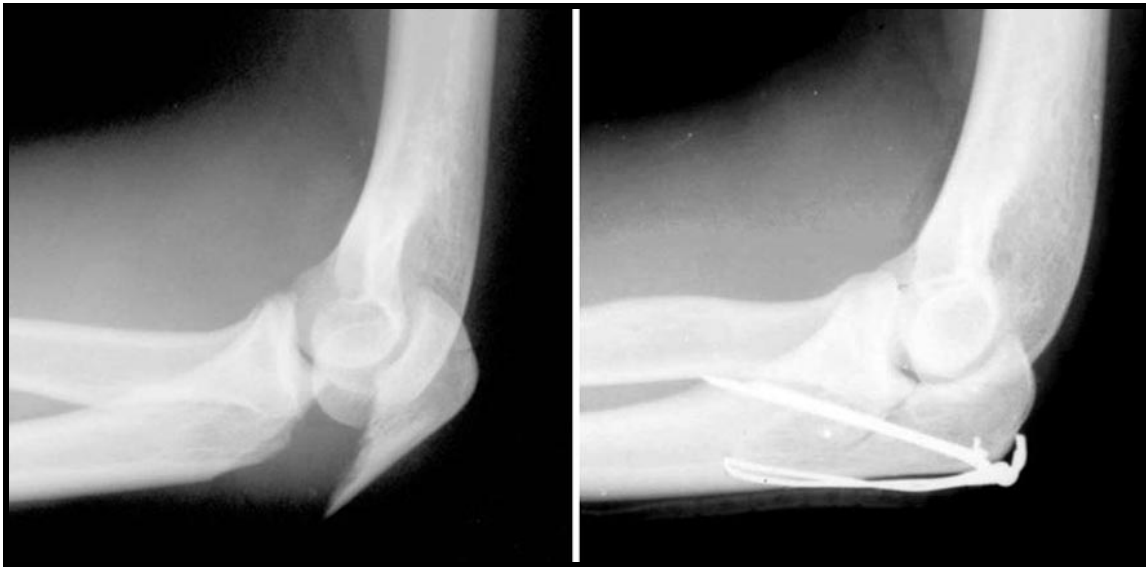
**Abbildung 4-79: Röntgenbilder bei Nachuntersuchung (li. Olekranon)**



**Abbildung 4-80: Röntgenbilder bei Nachuntersuchung (re. Olekranon)**

5. Patient:

Der Patient J.H. verunglückte im Alter von 19 Jahren bei einem Autounfall. Nach Aufnahme in der BGU wurde eine geschlossene Olekranonfraktur links und eine I° offene Unterschenkelfraktur diagnostiziert. Am folgenden Tag wurde die osteosynthetische Versorgung der Olekranonfraktur mittels Zuggurtung durchgeführt.



**Abbildung 5-81: Unfall- und Osteosyntheseröntgenbild, linkes Olekranon (Typ C – Fraktur)**

Am dritten Tag nach dem Eingriff wurde mit der physiotherapeutischen Nachbehandlung begonnen. Bis dahin hatte man am Arm einen elastischen Verband angelegt. Der Heilverlauf an der oberen Extremität verlief komplikationslos, wohingegen der Heilungsprozeß am Unterschenkel gestört war. Deswegen wurde Herr H. erst nach zwei Monaten nach dem Unfall entlassen. Die Funktion im Ellenbogengelenk war frei bei 0 – 0 – 150 für die Streckung und Beugung bei freier Umwendbewegung des Unterarmes.

Nach 11 Monaten wurde das Osteosynthesematerial wegen einer Reizung der Kirschner-Drähte unter der Haut entfernt. Röntgenologisch wurde in dem Zeit-

raum zwischen der Operation und der Metallentfernung eine Wanderung eines Drahtes festgestellt. Im weiteren Verlauf trat ein halbes Jahr nach der Metallentfernung ein Fadengranulom im Narbenbereich auf.

Bei der Nachuntersuchung 16 Jahre nach dem Unfall gab der Patient stetige leichte Schmerzen bei starker Belastung, vor allem bei maximaler Streckung im Ellenbogengelenk an. Ansonsten lagen keine Beschwerden vor.

Bei der lokalen Inspektion des Gelenkes lag ein reizloser Weichteil- und Narbenbefund und seitengleiche Kraftverhältnisse vor. Bei der Bewegungsprüfung wurden Werte von 10 – 0 – 145 (Streckung und Beugung) beim gesunden Arm und 0 – 0 – 145 beim verletzten Arm gemessen. Es lag ein seitengleiches Ausmaß der Supination und Pronation mit 90 – 0 – 90 vor. Die Funktionsgriffe konnten seitengleich ausgeführt werden.

Der Patient erzielte wegen der noch bestehenden Schmerzen im Ellenbogengelenk nur ein befriedigendes Ergebnis in dem Score nach Oestern und Tscherne, und in dem Score nach Murphy et al. lag ein gutes Ergebnis vor.



**Abbildung 5-82: Röntgenbilder bei Nachuntersuchung (li. Olekranon)**



**Abbildung 5-83: Röntgenbilder bei Nachuntersuchung (re. Olekranon)**

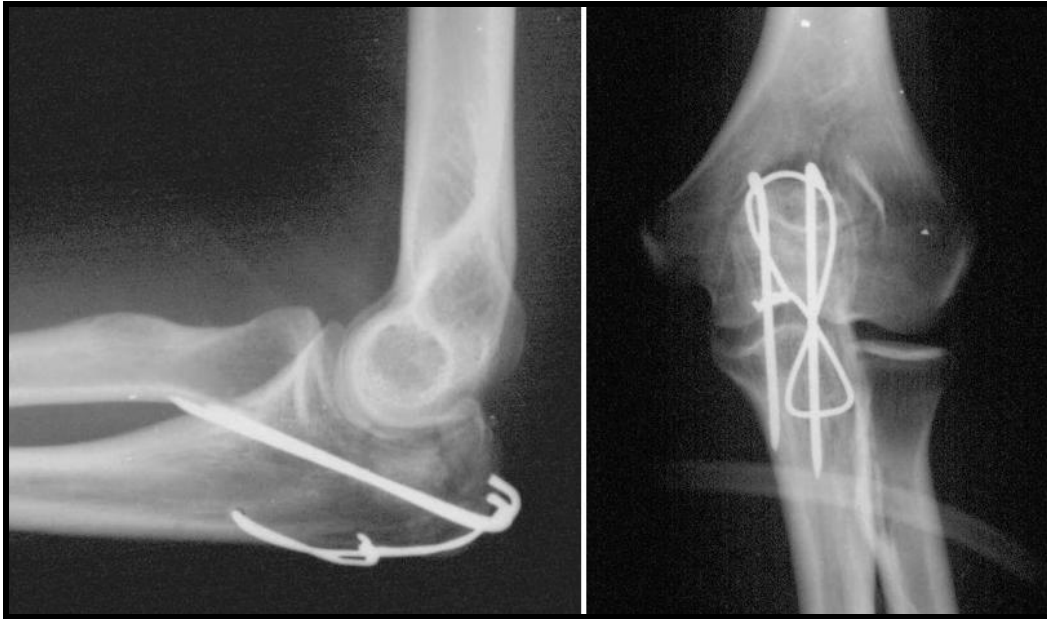
6. Patient:

Die Patientin S.B. stürzte im Alter von 21 Jahren vom Fahrrad und zog sich dabei auf der linken Seite eine Olekranonfraktur zu. Die Fraktur wurde in der BGU konservativ mit einem Gips ruhiggestellt bevor der Bruch noch am Unfalltag operativ versorgt wurde. Es lagen keine Begleitverletzungen vor.



**Abbildung 6-84: Unfallröntgenbilder, linkes Olekranon (Typ B – Fraktur)**

Zur Versorgung der Fraktur wurde das Verfahren der Zuggurtungsosteosynthese gewählt. Der Eingriff wurde unter Plexusanästhesie vorgenommen. Der Defekt am Olekranon wurde mit autologer Spongiosa aufgefüllt. Postoperativ wurde ein elastischer Verband angelegt und am zweiten Tag nach dem Eingriff mit der Physiotherapie begonnen.



**Abbildung 6-85: Röntgenbilder nach Zuggurtungsosteosynthese**

Nach einem ungestörten Heilverlauf konnte die Patientin am neunten Tag aus der stationären Behandlung entlassen werden. Die Funktion (Streckung / Beugung) lag zu dem Zeitpunkt bei 0 – 15 – 115.

Der weitere Krankheitsverlauf war komplikationslos. Die Metallentfernung konnte nach 14 Monaten vorgenommen werden. Die Drahtenden waren unter der Haut tastbar, ohne daß eine Metallockerung zu beobachten war.

Die Patientin stellte sich 13 Jahre nach dem Unfall zur Nachuntersuchung vor. Sie war beschwerdefrei. Vor der Metallentfernung konnte sie den im Ellenbogengelenk gebeugten Arm schmerzbedingt nicht aufstützen. Bis drei Jahre vor der Nachuntersuchung hatte die Patientin Schmerzen im Ellenbogen bei sportlichen Tätigkeiten, bei denen das Körpergewicht auf den gebeugten Unterarm gestützt wurde.

Bei der lokalen Inspektion war nur eine leichte Knochenunregelmäßigkeit des Olekranons zu tasten. Bei der Beurteilung des Bewegungsausmaßes war sowohl für die Streckung und Beugung als auch für die Supination und Pronation seitengleiche Werte zu messen (10 – 0 – 145 bzw. 90 – 0 – 90). Die Funktions-

griffe waren seitengleich ausführbar. Die Patientin erzielte in den beiden Bewertungsschemata ein sehr gutes Ergebnis.



**Abbildung 6-86: Röntgenbilder bei Nachuntersuchung (li. Olekranon)**



**Abbildung 6-87: Röntgenbilder bei Nachuntersuchung (re. Olekranon)**

**8. Abkürzungsverzeichnis**

A.	Arteria	N.	Nervus
Abb.	Abbildung	niedergel.	niedergelassener
ant.	anterior	Pkw	Personenkraft- wagen
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese	PMMA	Polymethylmeta- acrylat
a.-p.	anterior- posterior	post.	posterior
BGU	Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik	postop.	postoperativ
bzw.	beziehungsweise	Proc.	Processus
ca.	circa	prof.	profunda
cm	Zentimeter	OP	Operation
evtl.	eventuell	R.	Ramus
ges.	geschlossene	rad.	radial
Gy	Gray	re.	rechts
inf.	inferior	Rec.	Recessus
ITN	Intubationsnarkose	s.	siehe
lat.	lateralis	sog.	sogenannte
li.	links	SP	Schwerpunkt
Lig.	Ligamentum	sup.	superior
Ligg.	Ligamenta	u.	und
M.	Musculus	ul.	ulnar
max.	maximal	V.	Vena
ME	Metallentfernung	Vv.	Venae
med.	medialis	z.B.	zum Beispiel
mm	Millimeter	#	Fraktur



## **9. Literaturverzeichnis**

- 1 André, S., Michelutti, D., Tomeno, B.  
Les fractures de l'olécrane  
Revue de chirurgie orthopédique (1983) 69, 629- 636
- 2 Betz, A.  
Die operative Differentialtherapie bei der Radiusköpfchenfraktur  
Orthopäde (1988) 17, 320- 327
- 3 Blank, H.R.  
Osteosynthese bei Olekranonfrakturen  
AO Bulletin (1972), 1- 30
- 4 Böhler, J.  
Gelenknahe Frakturen des Unterarms  
Der Chirurg (1969) 40, 198- 203
- 5 Brossmann, J., Czerny, C., Freyschmidt, J. (2001)  
Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen in der Radiologie des kindlichen und erwachsenen Skeletts:  
Freyschmidt's „Köhler/Zimmer“  
14. Aufl., Georg Thieme; Stuttgart, New York
- 6 Bürger, K., Henkert, K.  
Die Methode der Zuggurtungs-Osteosynthese bei der operativen Behandlung von Olecranonfrakturen  
Mschr. Unfallheilk. (1967) 70, 528- 534
- 7 Celli, L. (1991)  
The Elbow  
1. Aufl. Springer; Wien, New York
- 8 Colton, C.L.  
Fractures of the olecranon in adults: classification and management  
Injury (1973) 5, 121- 129
- 9 Curtiss, P.H., Klein, L.  
Destruction of cartilage in septic arthritis (II). In-vivo studies  
J. Bone Joint Surg. (1965) 58-A, 393
- 10 Daubenspeck, K. (1983)  
Verletzungen (Schultergürtel, Schultergelenk und Oberarm)  
In: Witt, A.N., Rettig, H., Schlegel, K.F. [Hrsg]:  
Orthopädie in Praxis und Klinik,  
Band 6, Teil 1  
2. Aufl. Georg Thieme; Stuttgart, New York

- 11 Deliyannis, S.N.  
Comminuted fractures of the olecranon treated by the Weber-Vasey technique  
Injury (1973) 5, 19– 24
- 12 Eitel, F., Schweiberer, L.  
Olecranonfrakturen  
Unfallheilkunde (1983) 86, 143- 151
- 13 Eulert, J., Knelles, D., Barthel, Th.  
Heterotope Ossifikationen  
Unfallchirurg (1997) 100, 667- 674
- 14 Firbas, W., Weise, K. (1994)  
Ellbogen  
In: Kremer, K., Lierse, W., Platzer, W., Schreiber, H.W., Welle, S.(Hrsg.):  
Chirurgische Operationslehre; Schultergürtel, obere Extremität, Band 9  
Thieme; Stuttgart, New York
- 15 Flach, K.  
Olecranonfrakturen bei Erwachsenen, Behandlung und Ergebnisse  
Arch. orthop. Unfall-Chir. (1969) 65, 173- 181
- 16 Flach, K.  
Spätfolgen nach Olecranonfrakturen  
Mschr. Unfallheilk. (1970) 73, 42- 48
- 17 Fyfe, I.S., Mossad, M.M., Holdsworth, B.J.  
Methods of fixation of olecranon fractures  
J. Bone Joint Surg. (1985) 67-B, 367- 372
- 18 Gartsman, G.M., Sculco, T.,P., Otis, J.C.  
Operative treatment of olecranon fractures  
J. Bone Joint Surg. (1981) 63-A (5), 718- 721
- 19 Gross, P., Gerhart, A.  
Die Olecranonfraktur und ihre Behandlung  
Mschr. Unfallheilk. (1964) 67, 77- 83
- 20 Heimann, D., Schlachetzki, J., Bommert, E.  
Zur konservativen Behandlung von Olecranonfrakturen  
Mschr. Unfallheilk. (1970) 73, 325- 330
- 21 Helm, R.H., Hornby R., Millar, S.W.W.  
The complications of surgical treatment of displaced fractures of the olecranon  
Injury (1987) 18, 48- 50

- 22 Herzog, K. (1981)  
Körperbau und Bewegung  
Ferdinand Enke; Stuttgart
- 23 Hofbauer, F., Licen, D., Roka, R.  
Olecranonbrüche und ihre Behandlungsergebnisse  
Arch. orthop. Unfall-Chir. (1976) 84, 235- 247
- 24 Hofmann,  
Klinische und Röntgendiagnostik der Ellenbogenverletzungen  
Schriftreihe Unfallmed. (1979) 38, 131- 136
- 25 Hofmeister, F.  
Die Behandlung der Knochenverletzungen des Olecranons  
Mschr. Unfallheilk. (1963) 66, 224- 232
- 26 Holdsworth, B.J., Mossad, M.M.  
Elbow function following tension band fixation of displaced fractures of  
the olecranon  
Injury (1984) 16, 182- 187
- 27 Horne, J.G., Tanzer, T.L.  
Olecranon fractures: a review of 100 cases  
J. Trauma (1981) 21 (6), 469- 472
- 28 Hume, M.C., Wiss, D.A.  
Olecranon Fractures  
A clinical and radiographic comparison of tension band wiring and plate  
fixation  
Clin. Orthop. (1992) 285, 229- 235
- 29 Jaskulka, R., Harm, Th.  
Die konservative Therapie geschlossener, dislozierter Olecranonfraktu-  
ren im geriatrischen Krankengut  
Unfallchirurg (1991) 94, 424- 429
- 30 Jockheck, M., Höntzsch, D., Brettschneider, K.  
Die Zuggurtungsosteosynthese bei Olecranonfrakturen  
Operat. Orthop. Traumatol. (1995) 7, 156- 163
- 31 Josten, C., Korner, J.  
Frakturen und Luxationen am proximalen Unterarm  
Trauma Berufskh (2000) 2 [Suppl 2], 194- 198

- 32 Jungbluth, K.-H., Rüter, A. und Burri, C.  
Olecranonfrakturen - Diskussionsbemerkungen und Empfehlungen aller Teilnehmer  
Hefte Unfallheilkd. (1982) 155, 113- 116
- 33 Kapandji, I.A. (1984)  
Funktionelle Anatomie der Gelenke, Band 1, 73-107  
In: Otte, P., Schlegel, K.-F. [Hrsg]: Bücherei des Orthopäden, Band 40  
Ferdinand Enke; Stuttgart
- 34 Kinik, H., Us, A.K., Mergen, E.  
Self-locking tension band technique  
Arch Orthop Trauma Surg (1999) 119, 432- 434
- 35 Kiviluoto, O., Santavirta, S.  
Fractures of the olecranon: Analysis of 37 consecutive cases  
Acta Orthop Scand (1978) 49, 28- 31
- 36 Knußmann, R. (1996)  
Vergleichende Biologie des Menschen  
2. Aufl., Gustav Fischer; Stuttgart, Jena, Lübeck
- 37 König, St., Kilga, M., Kwasny, O.  
Ergebnisse nach Plattenosteosynthese bei der Olekranontrümmerfraktur  
Unfallchirurg (1990) 93, 216- 220
- 38 König, S., Kwasny, O., Kilga, M., Hertz, H.  
Olecranonfrakturen  
Acta Chir Austr (1990) 84 [Suppl], 36- 40
- 39 Korner, J., Lill, H., Verheyden, P., Josten, C.  
Die Komplexverletzung des Ellenbogengelenkes –  
Management und Ergebnisse  
Akt. Traumatol. (1998) 28, 205- 215
- 40 Kouwenhoven, G.C., Weber, B.G.  
Zuggurtungs-Osteosynthesen bei Olecranonfrakturen  
Arch. orthop. Unfall-Chir. (1969) 65, 244- 250
- 41 Krämer, K.-L., Maichl, F.-P (1993)  
Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und  
Traumatologie  
Thieme; Stuttgart, New York
- 42 Labitzke, R.  
Die laterale Zuggurtung  
Arch. orthop. Unfall-Chir. (1975) 81, 193- 198

- 43 Labitzke, R.  
Bipolare interfragmentäre Druckkraftmessung am Modellknochen bei Variierung der Zuggurtung einer Olecranonfraktur  
Arch. orthop. Unfall-Chir. (1975) 81, 199- 205
- 44 Labitzke, R., Towfigh, H.  
Operationstechnik und Behandlungsergebnisse nach lateraler Zuggurtung an Patella und Olecranon  
Unfallheilkunde (1980) 83, 450- 456
- 45 Labitzke, R.  
Theorie und Technik der lateralen Zuggurtung am Olecranon, ausgeführt mit Draht-Seilen  
Hefte Unfallheilkd. (1982) 155, 110- 112
- 46 Lais, E., Hertel, P. (1991)  
Knöcherner Verletzungen des Ellenbogengelenkes  
In: Hertel, P. (Hrsg.):  
Traumatologie; 3. Schulter und obere Extremität, Band 10  
Urban & Schwarzenberg; München, Wien, Baltimore
- 47 Larsen, E., Jensen, C.M.  
Tension-band wiring of olecranon fractures with nonsliding pins  
Acta Orthop Scand (1991) 62, 360- 362
- 48 Lechner,  
Behandlung der Frakturen, Luxationen, Luxationsfrakturen des Ellenbogens  
Schriftreihe Unfallmed. (1979) 38, 137- 143
- 49 Lehmkuhler, W. (1997)  
Komplexe manuelle Orthopädie  
Thieme; Stuttgart, New York
- 50 Letsch, R., Schmit-Neuerburg, K.-P. (2001)  
Frakturen der proximalen Ulna  
In: Schmit-Neuerburg, K.-P., Towfigh, H., Letsch, R. [Hrsg.]  
Tscherne Unfallchirurgie  
1. Aufl. Springer; Berlin, Heidelberg, New York
- 51 Lister, J.  
An address on the treatment of the fracture of the patella  
Br Med J (1883) 2, 855- 860
- 52 Lorenz, R.  
Gibt es die typische Olecranonfraktur?  
Fortschr. Röntgenstr. (1981) 135, 6, 699- 703

- 53 Lugger, L.-J., Russe, O.  
Olecranonfrakturen, Ursachen und Formen  
Hefte Unfallheilkd. (1982) 155, 83- 96
- 54 Luther, R., Schulitz, K.P.  
Zur Behandlung der Olecranonfrakturen  
Mschr. Unfallheilk. (1968) 71, 213- 220
- 55 Maatz, R.  
Osteosynthese mit Feder  
Langenbecks Arch Chir (1949) 263, 201- 212
- 56 MacKinnon, P., Morris, J. (1997)  
Oxford Lehrbuch der klinischen Anatomie  
Hans Huber; Bern, Göttingen, Toronto
- 57 Macko, D., Szabo, R.  
Complications of tension band wiring of olecranon fractures  
J. Bone Joint Surg. (1985) 67-A, 1396- 1401
- 58 Matthewson, M.H., McCreath, S.W.  
Tension band wiring in the treatment of olecranon fractures  
J. Bone Joint. Surg. (1975) 57-B, 399
- 59 Meier, W.  
Behandlung und Spätergebnisse nach Olecranonfrakturen  
Orthopäde (1981) 10, 291- 296
- 60 Meuli, H. Ch.  
Röntgenbeurteilung des Ellenbogengelenks  
Orthopäde (1981) 10, 256- 263
- 61 Moll, K.J., Moll, M. (1995)  
Anatomie  
14. Aufl., Jungjohann; Neckarsulm, Lübeck, Ulm
- 62 Moore, K.L. (1996)  
Grundlagen der medizinischen Embryologie  
2. Aufl., Ferdinand Enke; Stuttgart
- 63 Morrey, B.F. (1993)  
The elbow and it's disorders;  
2. Aufl., W.B. Saunders; Philadelphia, London, Toronto
- 64 Morrey, B.F.  
Currents concepts in the treatment of fractures of the radial head, the  
olecranon, and the coronoid  
J. Bone Joint Surg. (1995) 77-A, 316- 327

- 65 Muhr, G., Kayser, M  
Die infizierte Ellbogengelenkfraktur  
Orthopäde (1988) 17, 279- 286
- 66 Müller,  
Krankengymnastische, beschäftigungstherapeutische und orthopädisch-  
technische Behandlung des verletzten Ellenbogengelenkes  
Schriftreihe Unfallmed. (1979) 38, 163-166
- 67 Müller, M.E., Allgöwer, A., Willenegger, H. (1963)  
Technik der operativen Frakturbehandlung  
Springer; Berlin, Göttingen, Heidelberg
- 68 Müller, M.E., Allgöwer, M., Schneider, R., Willenegger, H. (1991)  
Manuel of internal fixation: techniques recommended by the AO-ASIF  
group  
3. Aufl., Springer; Berlin, Heidelberg, New York
- 69 Müller, M.E., Nazarian, S., Koch, P., Schatzker, J, (1990)  
Classification of fractures  
Springer; Berlin, Heidelberg, New York
- 70 Murphy, D.F., Greene, W.B., Gilbert, J.A., Dameron, T.B.  
Displaced olecranon fractures in adults - biomechanical analysis of fixation  
methods  
Clin. Orthop. (1987) 224, 210- 214
- 71 Murphy, D.F., Greene, W.B., Gilbert, J.A., Dameron, T.B.  
Displaced olecranon fractures in adults - clinical evaluation  
Clin. Orthop. (1987) 224, 215- 223
- 72 Netz, P., Stromberg, L.  
Non-sliding pins in traction absorbing wiring of fractures  
Acta Orthop. Scand. (1982) 53, 355
- 73 Oestern, H.-J., Tscherne, H.  
Olecranonfracturen, Therapie und Ergebnisse  
Unfallheilkunde (1982) 155, 97- 109
- 74 Papagelopoulos, P.J., Morrey, B.F.  
Treatment of nonunion of olecranon fractures  
J. Bone Joint Surg. (1994) 76-B, 627- 635
- 75 Poigenfürst, J.  
Begleitverletzungen von Muskeln, Sehnen und Nerven bei Verletzungen  
des Ellenbogens  
Hefte Unfallheilkd. (1982) 155, 63- 72

- 76 Povel, J.A.C.M., Paffen, P.J., Busman, D.C.  
Olecranon-Frakturen - Eine Retrospektivuntersuchung operativ behan-  
delter Frakturen  
Akt. Traumatol. (1979) 9 (6), 347- 352
- 77 Povel, J.A.C.M., Paffen, P.J., Busman, D.C.  
Mechanische Kraftwirkung auf das Ellenbogengelenk bei Olecranon-  
frakturen  
Akt. Traumatol. (1979) 9 (5), 269- 276
- 78 Rehn, J.  
Olecranonfrakturen  
Hefte zur Unfallheilkunde (1973) 114, 46- 50
- 79 Rettig, A.C., Waugh, T.R., Evanski, P.M.  
Fracture of the olecranon: A problem of management  
J. Trauma (1979) 19, 23- 28
- 80 Roe, S.C.  
Tension band wiring of olecranon fractures: a modification of the AO  
technique [letter; comment]  
Clin. Orthop.(1994) 308, 284- 286
- 81 Roesgen, M., Koch, G.  
Die Zuggurtungsosteosynthese - eine komplikationsträchtige Methode  
der operativen Knochenbruchbehandlung?  
Akt. Traumatol. (1987) 17, 120- 123
- 82 Rohen, J.W. (1993)  
Funktionelle Anatomie des Menschen  
7. Aufl., Schattauer; Stuttgart
- 83 Rohen, J.W. (2000)  
Topographische Anatomie  
10. Aufl., Schattauer; Stuttgart
- 84 Rohen, J.W., Lütjen-Drecoll, E. (2001)  
Funktionelle Anatomie des Menschen  
10. Aufl., Schattauer; Stuttgart
- 85 Rowland, S.A., Burkhart, S.S.  
Tension band wiring of olecranon fractures: a modification of the AO  
technique  
Clin. Orthop.(1992) 277, 238- 242



- 86 Ruedi, T.P., Murphy, W.M. (2000)  
AO Principles of Fracture Management  
Thieme; Stuttgart, New York
- 87 Scharplatz, D., Allgöwer, M.  
Ergebnisse der Olecranonzugurtungen  
Akt Traumatol (1978) 8, 105- 08
- 88 Schatzker, J. (1987)  
Fractures of the distal end of the humerus  
In: Schatzker, J., Tile, M. [Hrsg]:  
The rationale of operative fracture care  
Springer; Berlin, Heidelberg, New York
- 89 Scheuba, G., Unger, F.  
Einteilung und Behandlung der Olecranonfrakturen  
M Schr. Unfallheilk. (1970) 73, 220- 227
- 90 Schiebler, T.H., Schmidt, W., Zilles, K. (1995)  
Anatomie  
6. Aufl., Springer; Berlin, Heidelberg, New York
- 91 Schmelzeisen, H.  
Olecranonfrakturen.  
BG-Schriftreihe: Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände der  
gewerblichen Berufsverbände (1977) 32, 193- 198
- 92 Schmit-Neuerburg, K.P.  
Biomechanik des Ellenbogens  
Hefte Unfallheilkd. (1982) 155, 1- 13
- 93 Schweiberer, L.  
Begleitverletzungen – Diskussionsbemerkungen  
Hefte Unfallheilkd. (1982) 155, 80- 81
- 94 Schweikert, C.-H., Strube, H.-D.  
Verletzungen des Olecranon sowie die Monteggia-Fraktur  
Akt. Traumatol. (1978) 8, 109- 114
- 95 Siewert, J.R. (2001)  
Chirurgie  
7. Aufl. Springer; Berlin, Heidelberg, New York
- 96 Sobotta, J (2000)  
Atlas der Anatomie des Menschen, Band 1  
21. Aufl. Urban & Fischer; München, Jena

- 97 Teasdall, R., Savoie, F., Hughes, J.  
Comminuted fractures of the proximal Radius and Ulna  
Clin. Orthop. (1993) 292, 37- 47
- 98 Tillmann, B., Töndury, G. (1987)  
Bewegungsapparat  
In: Leonhardt, H., Tillmann, B., Töndury, G., Zilles, K. [Hrsg]:  
"Rauber/Kobsch" Anatomie des Menschen (Band 1)  
Thieme; Stuttgart, New York
- 99 Tittel, K. (2000)  
Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen  
13. Aufl., Urban & Fischer; München, Jena
- 100 Viernstein, K., Keyl, W.  
Die Fragmentextirpation bei Olekranonfrakturen  
Z. Orthop. (1966) 102, 119- 125
- 101 Weber, B.G., Vasey, H.  
Osteosynthese bei Olekranonfraktur  
Z-Unfallmed-Berufskr (1963) 56, 90- 96
- 102 Weber, B.G.  
Grundlagen und Möglichkeiten der Zuggurtungsosteosynthese  
Chirurg (1964) 35, 81- 86
- 103 Weise, K.  
Die Bohrdrahtosteosynthese  
Akt. Traumatol. (1987) 17, 93- 99
- 104 Wentzensen, A.  
Proximale Ulna- und Olekranonfraktur  
Trauma Berufskrankh. (2000) 2 [Suppl 1], 57- 60
- 105 Weseley, M.S., Barenfeld, P.A., Eisenstein, A.L.  
The use of the Zuelzer hook plate in fixation of olecranon fractures  
J. Bone Joint Surg. (1976) 58-A (6), 859- 863
- 106 Winkler, H.  
Management von Ellenbogenfrakturen  
Trauma Berufskrankh. (1999) 1 [Suppl 1], 24- 25
- 107 Wolfgang, G., Burke, F., Bush, D., Parenti, J., Perry, J., LaFollette, B.,  
Lillmars, S.  
Surgical treatment of displaced olecranon fractures by tension band wiring technique  
Clin. Orthop. (1987) 224, 192- 204

- 108 Wustmann, O. (1954)  
Die Chirurgie des Ellbogengelenkes  
de Gruyter; Berlin
- 109 Zuelzer, W.A.  
Fixation of small but important fragments with a hook plate  
J. Bone Joint Surg. (1951) 33-A, 430- 436

**10. Anhang**

**10.1 Bewertungsschemata**

<b>Tab. 35: Rangskalierte Bewertungskriterien nach Oestern u. Tscherne:</b>					
<b>Schmerzen:</b>	Keine	<b>5</b>	<b>Röntgenbefund:</b>	Keine Arthrose	<b>5</b>
	Gelegentlich	<b>4</b>		Geringe Arthrose	<b>3</b>
	Häufig	<b>2</b>		Schwere Arthrose	<b>0</b>
	Dauer	<b>0</b>			
<b>Streckdefizit:</b>	0°	<b>5</b>	<b>Pronationsdefizit:</b>	0°	<b>5</b>
	- 10°	<b>4</b>		- 10°	<b>4</b>
	- 20°	<b>3</b>		- 20°	<b>3</b>
	- 30°	<b>1</b>		- 30°	<b>2</b>
	> 30°	<b>1</b>		> 30°	<b>0</b>
<b>Beugedefizit:</b>	- 10°	<b>5</b>	<b>Supinationsdefizit:</b>	0°	<b>5</b>
	- 20°	<b>4</b>		- 10°	<b>4</b>
	- 30°	<b>3</b>		- 20°	<b>3</b>
	- 40°	<b>2</b>		- 30°	<b>2</b>
	> 40°	<b>0</b>		> 30°	<b>0</b>

Die Rangordnung wurde anhand des folgenden Punktesystems erstellt:

Sehr gut	:	29 - 30
Gut	:	25 - 28
Befriedigend	:	20 - 24
Schlecht	:	< 20

<b>Tab. 36: Rangskalierte Bewertungskriterien nach Murphy et al.:</b>			
<b>Schmerzen:</b> keine	<b>5</b>	<b>Funktion:</b> uneingeschränkt	<b>5</b>
gelegentlich	4	geringe Kraftminderung	4
starke Belastung	3	mäßige Kraftminderung	3
mäßige Belastung	2	starke Kraftminderung	2
dauernd	1	stark eingeschränkt	1
<b>Bewegungsausmaß:</b>			
Streckhemmung	Beugung	Verlust der Umwendbewegung	
< 20°	> 130°	< 40°	<b>5</b>
< 40°	> 115°	< 60°	<b>4</b>
< 60°	> 100°	< 90°	<b>3</b>
Bewegungsausmaß: Streckung/Beugung < 40°		Rotationswinkel < 40°	<b>2</b>
stark eingeschränktes Bewegungsausmaß			<b>1</b>
<b>Röntgenbefund:</b>			
Gelenkspalt	Stufe	paraartikuläre Veränderungen	
normal	< 1 mm	< 1 mm	<b>4</b>
< 50 % verschmälert	< 2 mm	< 2 mm	<b>3</b>
> 50 % verschmälert	< 3 mm	< 3 mm	<b>2</b>
obliteriert	≥ 3 mm	≥ 3 mm	<b>1</b>

Die Rangordnung wurde mit Hilfe des folgenden Punktesystems erstellt:

Sehr gut	:	18 - 19
Gut	:	17
Befriedigend	:	16
Schlecht	:	<16

## 10.2 Fragebogen

### Fragebogen

1) Haben Sie noch Beschwerden im betroffenen Ellenbogengelenk ?

Behinderung durch Schmerzen im Alltag : ja \_\_\_ nein \_\_\_  
Behinderung durch Schmerzen am Arbeitsplatz : ja \_\_\_ nein \_\_\_  
Behinderung durch Schmerzen bei sportlichen Tätigkeiten : ja \_\_\_ nein \_\_\_

2) Haben Sie Bewegungseinschränkungen im Ellenbogengelenk ?

Beim Beugen des Armes : ja \_\_\_ nein \_\_\_  
Beim Strecken des Armes : ja \_\_\_ nein \_\_\_  
Beim Drehen des gebeugten Unterarmes : ja \_\_\_ nein \_\_\_  
Beim Drehen des gestreckten Unterarmes : ja \_\_\_ nein \_\_\_

3) Haben Sie eine Minderung der Kraft im betroffenen Arm bei bestimmten Bewegungen bemerkt ?

: ja \_\_\_ nein \_\_\_

4) Empfinden Sie ein Taubheitsgefühl am Unterarm oder an der Hand ?

: ja \_\_\_ nein \_\_\_

**10.3 Erhebungsbogen**

<b>Olekranonfrakturen (BGU) - Erhebungsbogen</b>	
<b><u>1 Identifikation:</u></b>	
1.1 Name des Patienten:	_____
1.2 Geburtsdatum :	___ / ___ / ___
1.3 Code :	___
<b><u>2 Persönliche Angaben</u></b>	
2.1 Geschlecht:	männlich : _____ weiblich : _____
2.2 Handdominanz:	Rechtshänder : _____ Linkshänder : _____
2.3 Alter bei Unfall (in Jahren) :	_____
2.4 Beruf	
Angestellter :	_____
Rentner :	_____
Auszubildender :	_____
Selbständiger/Akademiker:	_____
Hausfrau :	_____
Arbeitsloser :	_____
Schüler/Student :	_____
<b><u>3 Unfalldaten</u></b>	
3.1 Unfalldatum :	___ / ___ / ___
3.2 Verletzter Arm (Olekranon):	rechts : _____ links : _____
3.3 Verteilung der Unfallmechanismen:	
direkte Gewalteinwirkung :	_____
indirekte Gewalteinwirkung :	_____
Unbekannt, sonstiges :	_____

3.4 Vorschaden im Ellenbogen : nein \_\_\_\_\_  
: ja \_\_\_\_\_  
(welchen) : \_\_\_\_\_

3.5 Unfallart: Verkehrsunfälle

- Autounfall : \_\_\_\_\_
  - Motorradunfall : \_\_\_\_\_
  - Fahrradunfall : \_\_\_\_\_
  - Fußgänger (sonstige) : \_\_\_\_\_  
(Sturz auf Glatteis): \_\_\_\_\_
- Arbeitsunfälle
- Arbeitsweg : \_\_\_\_\_
  - im Betrieb : \_\_\_\_\_
- Freizeitunfälle : \_\_\_\_\_
- Haushaltsunfälle : \_\_\_\_\_
- Sportunfälle : \_\_\_\_\_
- sonstige Unfälle : \_\_\_\_\_

3.6 Unfallhergang : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3.7 Vorbehandlung: keine : \_\_\_\_\_  
konservativ (Gipsverband, etc) : \_\_\_\_\_  
operativ (Fixateur externe) : \_\_\_\_\_  
Wundversorgung : \_\_\_\_\_

3.8 Ort der Erstversorgung: BG-Klinik : \_\_\_\_\_  
Hausarzt : \_\_\_\_\_  
andere Klinik : \_\_\_\_\_



**4 Lokalfund**

4.1 Fraktur - Diagnose : \_\_\_\_\_ ( - - - )

(Akte) : \_\_\_\_\_

4.2 Frakturklassifikation:

Einfragmentfraktur : \_\_\_\_\_

Mehrfragmentfraktur : \_\_\_\_\_

4.3 Frakturalter:

frisch : \_\_\_\_\_

nicht frisch (2.-7. Tag) : \_\_\_\_\_

alt (ab 8. Tag) : \_\_\_\_\_

4.4 Begleitverletzungen:

arterielles/venöses Gefäß : \_\_\_\_\_

frakturfern gleiche Extremität : \_\_\_\_\_

gleiche Extremität (lokal) : \_\_\_\_\_

fern der verletzten Extremität : \_\_\_\_\_

Polytrauma : \_\_\_\_\_

(welche): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4.5 Haut- und Weichteilschädigung:

geschlossene # ohne Weichteilkontusion : \_\_\_\_\_

ges. # mit leichter Weichteilkontusion (Schürfung): \_\_\_\_\_

ges. # mit deutlicher Weichteilkont. (Prellmarke) : \_\_\_\_\_

ges. # mit schwerer Weichteilkont. (Demarkationszone): \_\_\_\_\_

offene Fraktur I° : \_\_\_\_\_

offene Fraktur II° : \_\_\_\_\_

offene Fraktur III° : \_\_\_\_\_

4.6 Nervenschädigung

keine : \_\_\_\_\_

Ulnarisschädigung : \_\_\_\_\_

anderer Nerv : \_\_\_\_\_

**5 Behandlung**

5.1 Konservativ	:	_____
5.2 OP-Datum	:	____ / ____ / ____
5.3 Zeit zwischen Unfall und OP (Tage):		____
5.4 OP-Technik:		
Blutsperre	:	_____
Bauchlagerung	:	_____
Rückenlagerung	:	_____
Seitenlagerung	:	_____
5.5 Anästhesie		
Plexusanästhesie	:	_____
Intubationsnarkose	:	_____
Maskennarkose	:	_____
5.6 Therapie (Osteosynthese)		
Entfernung von Knochenfragmenten:		_____
Zuggurtung	:	_____
Kirschner-Drähte	:	_____
Anzahl	:	_____
Zugschraube	:	_____
Corticalisschraub	:	_____
Spongiosaschraube	:	_____
Schanzschraube	:	_____
Plattenosteosynthese	:	_____
5.7 Hautschnitt		
Umrundung des Olekranons (Radius)	:	_____
anders	:	_____

**6 Heilverlauf**

6.1 Heilverlauf: ungestört : \_\_\_\_\_  
 gestört : \_\_\_\_\_  
 6.2 Stationärer Aufenthalt (Entlassung) : \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
 (Tage) : \_\_\_\_\_

**7 Nachbehandlung**

7.1 Postop. Fixation:  
 keine (elastischer Verband) : \_\_\_\_\_  
 geschlossener Gipsverband : \_\_\_\_\_  
 Gipsschale : \_\_\_\_\_  
 Sonstiges (Fixateur externe) : \_\_\_\_\_

7.2 Zeitdauer der postop. Fixation (Tage): \_\_\_\_\_

7.3 Medikation postop:  
 Antiphlogistika (ja: welches) : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_  
 [periart. Ossifikationsprophylaxe]  
 Zeitdauer der Einnahme (Tage) : \_\_\_\_\_

7.4 Übungsbehandlung (Physiotherapie):  
 Beginn postop. ab (Tage) : \_\_\_\_\_

7.5 Komplikationen:  
 Infekt (oberflächlich) : \_\_\_\_\_  
 Früh- bzw. Spätosteitis : \_\_\_\_\_  
 Reosteosynthese wegen Metall-  
 lockerung oder -bruch : \_\_\_\_\_  
 Pseudarthrose : \_\_\_\_\_  
 posttraumatische Arthrose : \_\_\_\_\_  
 Metallockerung ohne Heilungsstörung : \_\_\_\_\_  
 Frakturfehlstellung : \_\_\_\_\_  
 Nervenirritation : \_\_\_\_\_  
 sonstiges : \_\_\_\_\_  
 keine : \_\_\_\_\_

7.6 Anzahl der Nachoperationen: \_\_\_\_\_

7.7 Funktion ca. \_\_\_\_ Tage nach OP (Neutral-Null-Methode):

Streckung / Beugung :        \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_  
 Defizit :                    \_\_\_\_                    \_\_\_\_  
 Supination / Pronation :        \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_  
 Defizit :                    \_\_\_\_                    \_\_\_\_

7.8 Funktion bei Nachuntersuchung ( \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ ):

Streckung / Beugung :        \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_  
 Defizit :                    \_\_\_\_                    \_\_\_\_  
 Supination / Pronation :        \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_  
 Defizit :                    \_\_\_\_                    \_\_\_\_

7.9 Funktion beim Gutachten vom ( \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ ):

Streckung / Beugung :        \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_  
 Defizit :                    \_\_\_\_                    \_\_\_\_  
 Supination / Pronation :        \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_  
 Defizit :                    \_\_\_\_                    \_\_\_\_

7.10 Funktion beim Gutachten vom ( \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ ):

Streckung / Beugung :        \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_  
 Defizit :                    \_\_\_\_                    \_\_\_\_  
 Supination / Pronation :        \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_  
 Defizit :                    \_\_\_\_                    \_\_\_\_

7.11 Metallentfernung (Datum) :        \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

7.12 Metallverweildauer (Tage) :        \_\_\_\_

7.13 ME wegen Komplikationen

Metallockerung:                    \_\_\_\_  
 sonstiges :        \_\_\_\_\_

7.14 Probleme bei der Metallentfernung (welche?):        \_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

7.15 Länge des stat. Aufenthaltes zur ME (Tage) :        \_\_\_\_



8.6 Unsicherheit beim Tragen oder Heben von Gegenständen	
keine	: _____
ja (welche)	: _____
8.7 Probleme im Alltag (welche?): _____ : _____	
_____	
_____	
8.8 Aktivitäten bzw. Sport, die seit dem Unfall nicht mehr ausgeübt werden können : _____	
_____	
8.9 Ellenbogenbeschwerden schon vor dem Unfall	
nein	: _____
ja (welche)	: _____
8.10 Einklemmungserscheinungen (Gelenkblockade): _____	
8.11 Bekannte Knochen- oder Gelenkerkrankungen	
keine	: _____
Arthrose	: _____
Rheumatismus	: _____
Gicht	: _____
8.12 Schwellneigung im Bereich des Ellenbogens	
keine	: _____
selten	: _____
bei Belastung	: _____
in Ruhe	: _____
8.13 Gefühlsstörungen	
keine	: _____
ja (wo ?)	: _____
Parästhesien (Kribbeln):	_____
Taubheitsgefühl	: _____
Schwächegefühl	: _____

8.14 Arbeitsfähigkeit nach Unfall:

im bisherigen Beruf voll	:	_____
im bisherigen Beruf eingeschränkt	:	_____
nach Umschulung	:	_____
noch nicht	:	_____
noch nicht aus anderen Gründen	:	_____
schon vor Unfall nicht	:	_____
anderes	:	_____

8.15 Minderung der Erwerbsfähigkeit (in Prozent): \_\_\_\_\_

8.16 Dauerrente

ja	:	_____
nein	:	_____

8.17 Allgemeine Zufriedenheit mit der Behandlung

sehr zufrieden	:	_____
zufrieden	:	_____
unzufrieden	:	_____

8.18 Zufriedenheit mit dem Behandlungsergebnis

sehr zufrieden	:	_____
zufrieden	:	_____
unzufrieden	:	_____

8.19 Gesamtbeurteilung vom Patienten :

sehr gut:		_____
gut	:	_____
mäßig	:	_____
schlecht:		_____

8.20 Gesamtbeurteilung des Patienten (subjektiv vom Untersucher):

sehr gut:		_____
gut	:	_____
mäßig	:	_____
schlecht:		_____

8.21 Was stört Sie jetzt am meisten (Bemerkungen des Patienten) : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Klinische Nachuntersuchung

### A Lokale Inspektion:

A.1 Gelenkkonfiguration:	anatomisch	:	—
	anders	:	—
A.2 Muskelatrophie im Seitenvergleich:			
	keine	:	—
	Oberarm	:	—
	Unterarm	:	—
	Oberarm / Unterarm	:	—
A.3 Weichteile:	reizlos	:	—
	geschlossen	:	—
	gerötet	:	—
	Infekt	:	—
A.4 Haut verschieblich:	ja	:	—
	nein	:	—
A.5 Komplikationen:	Hämatom	:	—
	Gelenkserguß	:	—
	Bursaerguß	:	—
	anderes : _____		—
A.6 Narbenbild:	reizlos	:	—
	druckempfindlich:		—
	gerötet	:	—
	verbreitert	:	—
	Narbenkeloid	:	—
A.7 Druckschmerz:	nein	:	—
	ja (wo?) : _____		—
_____			
A.8 Arthrotisches Reiben:	nein	:	—
	ja (wo?):		—



**B Grobe Kraft (bei Ellenbogenbeugung und -umwendbewegung):**

seitengleich	:	_____
vermindert	:	_____
stark eingeschränkt	:	_____

**C Umfangmaße am hängenden Arm [cm] :**

C.1 Unverletzter Arm:	15 cm oberhalb des Epicondylus lat.:	_____ , _____
	Ellenbogengelenk :	_____ , _____
	10 cm unterhalb des Epicondylus lat.:	_____ , _____
C.2 Verletzter Arm:	15 cm oberhalb des Epicondylus lat.:	_____ , _____
	Ellenbogengelenk :	_____ , _____
	10 cm unterhalb des Epicondylus lat.:	_____ , _____

**D Funktionsprüfungen:**

D.1 Streckung / Beugung:	Unverletzter Arm:	_____ - _____ - _____
	Verletzter Arm :	_____ - _____ - _____
	Defizit :	_____
D.2 Supination / Pronation:	Unverletzter Arm:	_____ - _____ - _____
	Verletzter Arm :	_____ - _____ - _____
	Defizit :	_____
D.3 Armachse (ulnar / radial)	Unverletzter Arm:	_____ - _____
	Verletzter Arm :	_____ - _____
D.4 Übrige Gelenke des Armes (verletzter Arm):	Schultergelenk - frei :	_____
	- eingeschränkt :	_____
	Handgelenk - frei :	_____
	- eingeschränkt:	_____

D.5 Kragenknopfgriff:	seitengleich	:	_____
	eingeschränkt:	re:	_____
	-----“-----	li:	_____
	unmöglich :	re:	_____
	-----“-----	li:	_____
D.6 Gegenohrgriff:	seitengleich	:	_____
	eingeschränkt:	re:	_____
	-----“-----	li:	_____
	unmöglich :	re:	_____
	-----“-----	li:	_____
D.7 Nackengriff:	seitengleich	:	_____
	eingeschränkt:	re:	_____
	-----“-----	li:	_____
	unmöglich:	re:	_____
	-----“-----	li:	_____
D.8 Schürzengriff:	seitengleich	:	_____
	eingeschränkt:	re:	___ Differenz [cm] : ___
	-----“-----	li:	___ Differenz [cm] : ___
	unmöglich:	re:	_____
	-----“-----	li:	_____

**Röntgenbefund**

(Ellenbogengelenk in 2 Ebenen / beidseitig) :

I Beurteilung der Unfallbilder

- I.1 Röntgenbilder nicht vorhanden : \_\_\_\_\_
- I.2 Frakturklassifikation : \_\_\_\_\_
- I.3 Anzahl der Fragmente : \_\_\_\_\_
- I.4 Fraktur mit Beteiligung der Gelenkfläche
  - nein : \_\_\_\_\_
  - ja (Anzahl der Fragmente) : \_\_\_\_\_
- I.5 Impression der Gelenkfläche
  - nein : \_\_\_\_\_
  - ja : \_\_\_\_\_
- I.6 Fragmentdislokation
  - nein : \_\_\_\_\_
  - Stufe (in [cm]) : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_
  - Lücke (in [cm]) : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_
- I.7 Arthrosezeichen
  - nein : \_\_\_\_\_
  - ja (Grad) : \_\_\_\_\_
- I.8 Kalksalzminderung
  - nein : \_\_\_\_\_
  - ja : \_\_\_\_\_

II Beurteilung der Bilder nach Therapie (Osteosynthese)

- II.1 Röntgenbilder nicht vorhanden : \_\_\_\_\_
- II.2 anatomisch korrekte Stellung
  - ja : \_\_\_\_\_
  - nein - Stufe (Größe in [cm]) : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_
  - Lücke (Größe in [cm]) : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_
  - Fehlstellung : \_\_\_\_\_
- II.3 Zuggurtungsosteosynthese:
  - II.3.1 Länge der Kirschner-Drähte im a.-p. Röntgenbild
    - ulnarer Draht (in [cm]) : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_
    - radialer Draht (in [cm]) : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

II.3.2 Länge der Kirschner-Drähte im lateralen Röntgenbild

Draht A (in [cm]) : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Draht B (in [cm]) : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

II.3.3 Länge der überstehenden Kirschner-Drähte (distal) im lateralen Röntgenbild

Draht A (in [cm]) : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Draht B (in [cm]) : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

II.3.4 Länge der überstehenden Kirschner-Drähte (proximal) im lat. Röntgenbild

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

II.3.5 Proximale Migration der Kirschner-Drähte zw. OP und ME (in [cm]) :

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

II.3.6 Implantat-Fraktur-Winkel [°] :

\_\_\_\_\_

II.3.7 Durchdringen der Gegencorticalis der Kirschner-Drähte

keiner : \_\_\_\_\_

nur ein Draht : \_\_\_\_\_

beide Drähte : \_\_\_\_\_

Lage : \_\_\_\_\_

II.4 Schraubenosteosynthese:

Anzahl / Lage : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

Länge (in [cm]) : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

II.5 Plattenosteosynthese

Lage : \_\_\_\_\_

Länge (in [cm]) : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

II.6 Verlauf : \_\_\_\_\_

III Beurteilung der Nachuntersuchungsbilder

III.1 Frakturheilung

Fraktur knöchern durchbaut : \_\_\_\_\_

Trümmer eingeeilt : \_\_\_\_\_

Knochenfehlstellung : \_\_\_\_\_

Pseudarthrose / Nekrose : \_\_\_\_\_

III.2 Metall einliegend : \_\_\_\_\_

III.3 Achsen- und Gelenkfehlstellung:

Achsenstellung (a.-p.) / ul.-rad. : V: \_\_\_\_\_ - G: \_\_\_\_\_

III.4 Fehlstellung:

keine : \_\_\_\_\_

ja (wo?): \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

Stufe (wo?): \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

Größe [cm] : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Lücke (wo?): \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

Größe [cm] : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

III.5 Freier Gelenkkörper:

ja (wo?) : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

III.6 Normale Gelenkspaltbreite:

ja : \_\_\_\_\_

nein Differenz [cm] : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Besonderheiten : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

III.7 Veränderungen der Gelenkstruktur:

Entrundung der Gelenkfläche : \_\_\_\_\_

nein : \_\_\_\_\_

ja (wo?) : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

Ausziehungen : \_\_\_\_\_

Randwulste : \_\_\_\_\_

Gelenkstruktur verwaschen : \_\_\_\_\_

III.8 Arthrotische Veränderungen:

leicht : 0 : \_\_\_\_\_

mäßig : 1 : \_\_\_\_\_

stark : 2 : \_\_\_\_\_

komplett: 3 : \_\_\_\_\_

(wo?) : \_\_\_\_\_

III.10 Sonstiges: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **Danksagung**

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr. med. F. Maurer für die Möglichkeit der Bearbeitung dieses Themas.

Herrn Dr. med. DeZwart gilt ganz besonderer Dank für die Bereitstellung des Themas, die freundliche Unterstützung während der Datenerhebung sowie wertvolle Hinweise bei der Abfassung der Arbeit.

Ich danke Nicole Binder für die Überarbeitung des Typoskriptes.

Mein großer Dank gilt meinen Eltern Brigitte und André Oster, durch deren Verständnis und Unterstützung ich den Weg in dieses Studium wählen und es nach meinen Vorstellungen gestalten konnte.



## Lebenslauf

Name: Patrick Oster  
Geburtstag/-ort: 21. November 1975, Böblingen  
Adresse: Ahornweg 43  
71155 Altdorf

Schulausbildung: 1982- 1986 Grundschule Altdorf  
1986- 1988 Collège de Castelnau-le-Lez, Frankreich  
1988- 1989 Schönbuch Gymnasium, Holzgerlingen  
1989- 1993 Deutsche Schule Paris, Frankreich  
1993- 1995 Schönbuch Gymnasium, Holzgerlingen  
06/1995 Abitur

Militärdienst 07/1995- Sanitätsakademie München und  
04/1996 Bundeswehrkrankenhaus Ulm

Studium 04/1996 Studium der Humanmedizin an der  
Eberhard-Karls-Universität Tübingen  
03/1998 Ärztliche Vorprüfung, Tübingen  
03/1999 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung;  
Tübingen  
10/1999- Erasmus Austausch, Université  
07/2000 Victor Segalen Bordeaux, Frankreich  
04/2002 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung;  
Tübingen  
04/2002- Praktisches Jahr, Inneren Medizin,  
06/2002 Universitätsklinik, Montreal, Kanada  
06/2002- Praktisches Jahr, Innere Medizin,  
08/2002 Marienhospital, Stuttgart  
08/2002- Praktisches Jahr, HNO,  
12/2002 Marienhospital, Stuttgart  
12/2002- Praktisches Jahr, Chirurgie,  
03/2003 Marienhospital, Stuttgart  
15.05.2003 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung;  
Tübingen



