

Aus der Abteilung für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie
Universitätskrankenhaus Eppendorf
Direktor: Prof. Dr. J.M. Rueger

Ergebnisse und Verlauf von Unterarmchaftfrakturen bei Erwachsenen

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg vorgelegt von

Dieter Becker
aus Krummenau, Kreis Neustadt/Wied
Hamburg, 2000

Angenommen von dem Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg am: 13. März 2001

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs
Medizin der Universität Hamburg

Dekan: Prof. Dr. G.-P. Leichtweiß

Referent: Priv. Doz. Dr. N. Nechen

Korreferent: Prof. Dr. J. M. Rueger

Inhaltsverzeichnis

I. EINLEITUNG	4
1. ZUM THEMA DER ARBEIT	4
2. SPEZIELLE MORPHOLOGIE UND ANATOMIE DES UNTERARMSCHAFTES	5
3. FRAKTURFORMEN UND UNFALLMECHANISMUS	7
4. DIE KNOCHENBRUCHHEILUNG	10
4.1. Primäre Frakturheilung	10
4.2. Sekundäre Frakturheilung	10
4.3. Frakturkrankheit	11
4.4. Störungen der Knochenbruchheilung	12
5. THERAPIEFORMEN	13
5.1. Operatives Vorgehen und Implantatwahl	15
6. KOMPLIKATIONEN	20
6.1. Verzögerter Durchbau und aseptische Pseudarthrose	21
6.2. Plattenbruch	22
6.3. Brückencallus	23
6.4. Refrakturen	24
7. PROBLEMSTELLUNG	25
II. MATERIAL UND METHODE	26
1. GESAMTES PATIENTENGUT	26
1.1. Auswahlkriterien	26
1.2. Alters- und Geschlechtsverteilung	26
1.3. Unfallursachen	27
1.4. Art und Verteilung der Frakturen	28
1.5. Begleitverletzungen	31
1.6. Zeitraum zwischen Unfallereignis und Osteosynthese	32
1.7. Verwendete Implantate	34
1.8. Spongiosaplastik	35
2. NACHUNTERSUCHUNG	36
2.1. Bewertungsschema	37
2.2. Das Patientengut der Nachuntersuchung	38
III. ERGEBNISSE	39
1. ÄUßERER ASPEKT	39
2. DURCHBLUTUNG	39
3. NEUROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN	40
3.1. Beurteilung der Kraft	40
3.2. Beurteilung der Sensibilität	40
4. BEWEGUNGSEINSCHRÄNKUNGEN	40
4.1. Streckung und Beugung im Ellbogengelenk	41
4.2. Supination/Pronation	42
4.3. Dorsal-/Palmarflexion der Hand	43
4.4. Radial-/Ulnarabduktion	43
5. KOMPLIKATIONEN IM VERLAUF DER FRAKTURBEHANDLUNG	45
5.1. Die Komplikationen nach Osteosynthese	46
5.1.1. Achsabweichung / Fehlstellung	46
5.1.2. Verzögerter Durchbau	49
5.1.3. Pseudarthrose	51
5.1.4. Refraktur	58
5.1.5. Plattenlockerung/bruch	61
5.1.6. Komplikationen bei Patienten mit Monteggia-Frakturen	66
5.1.7. Synostose	67
5.1.8. Infekt	69
5.1.9. Nervenschäden	69
6. REOPERATIONEN	70
7. KONSERVATIV VERSORGT UNTERARM-ARMSCHAFTFRAKTUREN	71
8. ERGEBNISSE DER NACHUNTERSUCHUNG	72
8.1. Differenzierung der Gesamtergebnisse	73
8.1.1. Gesamtergebnis im Vergleich der Altersgruppen	73

8.1.2. Gesamtergebnis und Aufschlüsselung nach Geschlecht.....	74
8.1.3. Gesamtergebnis und OP-Zeitpunkt	75
8.1.4. Gesamtergebnis in Abhängigkeit von der Lokalisation der Fraktur.....	76
8.1.5. Gesamtergebnis und Begleitfrakturen, Polytrauma, Schädel-Hirn-Trauma	77
8.1.6. Gesamtergebnis in Abhängigkeit von der Wahl des Implantates.....	78
8.1.7. Gesamtergebnis bei Versorgung mit Spongiosaplastik	78
8.1.8. Gesamtergebnis in Abhängigkeit von Komplikationen.....	79
8.1.9. Gesamtergebnis und Frakturtyp	80
8.1.10. Gesamtergebnis untersucht nach Komplikationen und Frakturlokalisation	81
8.1.11. Gesamtergebnis und Mehrfragmentfrakturen.....	82
8.1.12. Gesamtergebnis und Weichteilzustand	83
9. RÖNTGENOLOGISCHE ERGEBNISSE.....	84
10. SUBJEKTIVE BESCHWERDEN DER PATIENTEN	86
10.1. Schmerzen.....	86
10.2. Parästhesien.....	87
10.3. Wetterfühligkeit.....	87
10.4. Feinmotorik/Kraftverlust.....	87
10.5. Analgesie und postoperative Beschwerden	87
11. SOZIALE SITUATION	88
IV. DISKUSSION	89
1. INDIKATION UND METHODE.....	89
1.1. <i>Konservative Therapie</i>	89
1.2. <i>Operative Behandlung</i>	91
1.2.1. Implantatwahl	91
1.2.2. Spongiosaplastik	94
1.2.3. Operationszeitpunkt nach dem Unfallereignis	95
2. KOMPLIKATIONEN UND REOPERATIONEN NACH OSTEOSYNTHESE.....	97
2.1. <i>Verzögerter Durchbau und aseptische Pseudarthrose</i>	98
2.2. <i>Fehlstellung</i>	99
2.3. <i>Brückencallus</i>	102
2.4. <i>Refraktur</i>	102
3. ERGEBNISSE	104
V. ZUSAMMENFASSUNG	107
VI. LITERATURVERZEICHNIS.....	109
VII. Lebenslauf	119
VIII. Danksagung	120

I. Einleitung

1. Zum Thema der Arbeit

Die Entwicklung des Menschen hängt wesentlich zusammen mit seiner Fähigkeit, die obere Extremität als Werkzeug zu benutzen.

Der anatomische Aufbau des Unterarms als zweiknochiger Skelettabschnitt mit der Möglichkeit für eine Umwendebewegung der Hand im Sinne von Pro- und Supination ist eine beispiellose Besonderheit der Natur beim Menschen (Kuner et al. 1977).

In fast jedem Berufszweig resultieren heute aus der Funktionseinschränkung von Händen und Unterarm eventuell Nachteile am Arbeitsplatz oder gar der Verlust desselben.

Im Privatleben sind viele Sportarten und Freizeitaktivitäten ebenfalls auf die Fähigkeit des Unterarmes angewiesen, bestimmte Bewegungen und Funktionen durchführen zu können.

Deswegen hat die Verletzung des Systems Unterarm - das heißt, eine Fraktur des Radius, der Ulna oder des kompletten Unterarms - für die betroffene Person oft motorische, sensitive und psychosoziale Beeinträchtigungen zur Folge, wenn es nicht gelingt, seine Funktionsfähigkeit möglichst optimal wiederherzustellen.

Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese fordert deshalb in bezug auf die Schaftfrakturen die korrekte Rekonstruktion von Länge, Achse und Rotation bei frühzeitiger schmerzfreier Mobilisierung der verletzten Extremität. (S.M. Perren, 1992)

2. Spezielle Morphologie und Anatomie des Unterarmschaftes

Ulna und Radius bilden das Unterarmskelett. In Supinationsstellung liegen die Unterarmknochen parallel nebeneinander, die Elle medial, der Radius lateral. Ulna- und Radiuschaft besitzen einen etwa dreieckförmigen Querschnitt und dementsprechend 3 Flächen und 3 Kanten.

Der Radius ist im Gegensatz zur Elle proximal dünn und distal dick (Schiebler, 1981).

Ulna und Radius sind über die Membrana interossea miteinander verspannt. Sie ist am Margo interosseus beider Knochen befestigt. Ihre Fasern laufen überwiegend vom Radius schräg abwärts zur Ulna. Als Ursprungsfeld für die hochdifferenzierte Streck- und Beugemuskulatur des Unterarms besitzt sie darüber hinaus eine stabilisierende und koordinierende Funktion in der Sicherung der beiden Unterarmknochen gegen Längsverschiebungen.

Vernarbungen und Schrumpfungsprozesse, wie sie nach Unterarmchaftfrakturen vorkommen, können zu einer Drehsteife des Unterarmes führen (Küsswetter, 1989).

Die ungestörte Pronation ist von der physiologischen Parallelstellung beider Vorderarmknochen abhängig, während für die Supination hauptsächlich die größtmögliche Entfaltbarkeit der Membrana interossea verantwortlich ist (Kuner et al., 1977).

Die Drehfähigkeit des Unterarmes verläuft um eine Achse, die von der Fovea capitis radii zum Processus styloideus ulnae zieht. Bei exakter Kongruenz beider Radioulnargelenke, wie sie beim gesunden Erwachsenen vorliegt, beträgt der Bewegungsspielraum 120 bis 140 Grad.

Arm und Hand bilden eine funktionelle Einheit. Bereits geringe Verletzungen mit persistierenden Achsen- und/oder Drehfehler bewirken schwerwiegende Funktionsstörungen des Greiforgans Unterarm.

Unterarmchaftfrakturen müssen aus diesen Gründen im erweiterten Sinne als „Gelenkfrakturen“ angesehen und behandelt werden (Friedl und Trentz, 1995).

Kommt es nach Unterarmchaftfrakturen zu verbleibenden Fehlstellungen, führt die Einengung des Raumes zwischen Ulna und Radius zur Behinderung von Pro- und Supination.

3. Frakturformen und Unfallmechanismus

Am Unterarmschaft unterscheidet man in einfache Frakturen, Keilfrakturen oder komplexe Frakturen.

Bei den einfachen Frakturen wird differenziert in Quer- und Schrägfraktur. Ulna und Radius können isoliert oder zusammen im Sinne einer kompletten Unterarmschaftfraktur betroffen sein

Keilfrakturen werden mit intaktem oder fragmentiertem Keil beschrieben, entweder isoliert an einem Unterarmknochen oder an beiden Knochen auftretend.

Komplexe Frakturen treten als Mehrfragment-, bzw. Trümmerfrakturen an einem oder beiden Unterarmknochen auf (Müller, 1992).

Weiterhin teilt man auf in proximale, mediale und distale Unterarmschaftfrakturen. Isolierte Schaftbrüche des Radius und der Ulna werden von kompletten Unterarmfrakturen mit Brüchen beider Unterarmknochen abgegrenzt.

Bei den im Vergleich zu den reinen Unterarmschaftfrakturen wesentlich seltener vorkommenden Luxationsfrakturen werden weiter unterschieden:

Monteggia-Schaden als Kombination einer Ulnafraktur mit einer Luxation des Radiusköpfchens.

Galeazzi-Verletzung als Kombination einer Radiuschaftfraktur mit einer Luxation der Ulna im distalen Radioulnargelenk (Friedl und Trentz, 1995).

Die Form der Fraktur hängt von der Art der Belastung und der freigesetzten Energie ab. Zugkraft verursacht eine Querfraktur, Biegung eine kurze Schrägfraktur und die axiale Kompression eine Stauchungsfraktur.

Mehrfragmentfrakturen treten bei hoher Energiefreisetzung auf.

Unterarmschaftfrakturen entstehen vorwiegend durch direkte Gewalteinwirkung, zum Beispiel als Folge tätlicher Auseinandersetzungen (Parierverletzung der Ulna) oder durch Druck und Quetschung (Maschinen, Räder). Diese Frakturen sind oft vergesellschaftet mit einer Weichteilschädigung.

Luxationsfrakturen des Unterarms entstehen durch direkte Gewaltverletzungen auf den pronierten (Monteggia-Verletzung) oder supinierten Unterarm (Galeazzi-Verletzung) (Ahlers und Benning, 1993).

Indirekte Gewalt, wie beim Sturz auf die Hand, wird vom Handteller bis zum oberen Ende der Speiche geleitet, die Folge ist eine Fraktur im mittleren bzw. oberen Bereich des Radiuschaftes. Anschließend wirkt die Restgewalt durch die Membrana interossea auf die Elle mit der Folge einer weiteren Fraktur dieses Knochens.

Je nach Verletzungsmuster kommt es zu einer Verletzung des Weichteilmantels mit mehr oder weniger ausgedehnten Gewebszerstörungen. Die Schwere des Weichteilschadens läßt sich dabei häufig erst bei der operativen Exploration feststellen (Rüter et al., 1995).

Die geschlossene Unterarmschaftfraktur sollte zum frühestmöglichen Zeitpunkt definitiv versorgt werden.

Die offene Unterarmfraktur wird als chirurgischer Notfall eingestuft. Es gilt vor allem, eine Knocheninfektion zu vermeiden und eine möglichst komplikationslose Abheilung und Rekonstruktion des Weichteilmantels zu erreichen.

Unterarmschaftfrakturen bei Polytraumatisierten werden aus vitalen Gründen zunächst konservativ, dann frühsekundär osteosynthetisch versorgt. Offene und schwer dislocierte Frakturen werden auch hierbei sofort versorgt.

Auch bei geschlossenen Luxationsfrakturen findet eine sofortige Reposition und Definitivversorgung statt.

Offene Frakturen (Grad I-IV) in der Klassifikation nach Tscherne und Oestern (Oestern und Tscherne, 1983)

I	Durchspießung der Haut, unbedeutende Kontamination, einfache Frakturform
II	Durchtrennung der Haut, umschriebene Haut- und Weichteilkontusion, mittelschwere Kontamination, alle Frakturformen
III	Ausgedehnte Weichteildestruktion, häufig Gefäß- und Nervenverletzung, starke Wundkontamination, ausgedehnte Knochenzertrümmerung
IV	Subtotale und totale Amputation

Tabelle 1: Klassifikation der offenen Frakturen

4. Die Knochenbruchheilung

4.1. Primäre Frakturheilung

Bei der primären Knochenbruchheilung ist die Vereinigung der Fragmente unmittelbar. Die Fläche mit direktem Kontakt ist sehr klein. Entzündungs-, Granulations- und Kallushärtungsphase, wie wir sie bei der sekundären Heilung finden, werden hierbei übersprungen.

Die Osteosynthese hat eine interfragmentäre Kompression zum Ziel, die die Fraktur stabilisiert und mechanische Irritation vermeidet. Somit wird die Resorption der Frakturflächen zwischen Knochenfragmenten und zwischen Implantat und Knochen vermieden. Man spricht von einer Kontaktheilung (Rüter et al., 1995).

Die Frakturspalten werden mit Lamellenknochen aufgefüllt.

Bei erhaltenem stabilem Kontakt heilt der Knochen unter minimaler oder ganz ohne Kallusbildung, ohne Resorption sowie mit direkter Knochenbildung (Perren, 1992).

4.2. Sekundäre Frakturheilung

Über eine Entzündungsphase kommt es nach ca. 2 bis 3 Tagen zur Granulationsphase. Die Deformation des Gewebes (Dehnung) aufgrund der Instabilität induziert die Kallusbildung und die Knochenresorption an den Kontaktflächen. Die intensive initiale Dehnung des neugebildeten Gewebes kann mehrere Phasen der Gewebedifferenzierung notwendig machen, wobei das weichere Gewebe, das mehr Deformation toleriert (z.B. Granulationsgewebe), durch steiferes, weniger dehnungstolerantes Gewebe (z.B. Bindegewebe) ersetzt wird (Perren, 1992).

Nach 3 - 4 Wochen sind die Fragmente durch Bindegewebe und/oder Knorpel miteinander verbunden. Der simultan verlaufende Ossifikationsprozeß verläuft über die Kallushärtung zum Geflechtknochen. Die Kallusbildung erreicht ihr Maximum in der Regel zwischen dem 3. Und 4. Monat. Entsprechend der mechanischen Beanspruchung resultiert die Umwandlung in lamellären Knochen (Heim und Zehnder 1989).

4.3. Frakturkrankheit

Jede Fraktur des Unterarmschaftes führt zur Verletzung von Knochen und umliegenden Weichteilen. Als Ergebnis finden wir Blutzirkulationsstörung, Entzündungsreaktion und Schmerz. Schmerz und damit verbundene Schonhaltung des Armes bedeuten aber fehlende mechanische Belastung und Muskularbeit. Die physiologische Stimulation des Muskel-Knochen-Komplexes bleibt aus, es kann zur sogenannten Frakturkrankheit kommen, die sich in Atrophie der Weichteile, fleckiger Osteoporose, Muskelfibrosierung und -atrophie äußert. Das Ergebnis ist dann häufig eine Gelenksteife.

Frühes schmerzfreies aktives Bewegen eines verletzten Unterarmes hingegen führt in Kürze zur weitgehenden Wiederherstellung der normalen Blutzirkulation von Knochen und Weichteilen (S.M. Perren, 1992).

4.4. Störungen der Knochenbruchheilung

Die Heilung einer Fraktur kann entweder aus biologischen Gründen oder durch mechanische Faktoren gestört werden.

Die Verabreichung von Steroiden, Zytostatika, nicht steroidalen Antirheumatika während der Heilungsphase kann die Kallusbildung während mehrerer Phasen stören.

Es sind jedoch vor allem mechanische Faktoren, die die Art, bzw. Verzögerung der Heilung oder gar die Entwicklung einer Komplikation bedingen (Rüter et al., 1995).

Rein mechanisch gestörte unruhige Frakturen zeigen im Röntgenbild eine vermehrte wolkige Kallusformation (Reiz- oder Unruhecallus).

Nach der Bildung des Reizkallus kommt es zur Formation eines Fixationskallus, unter dessen Protektion sich definitiver Knochen ausbilden kann (Ahlers und Benning, 1993).

Sowohl bei der spontanen Frakturheilung als auch nach Osteosynthese bestimmt der Grad der Stabilität einer Fraktur den Heilungsprozeß entscheidend. Dabei bedeutet Stabilität in der Osteosynthese Immobilisierung der Frakturfragmente.

Fragmentbeweglichkeit ist lediglich zu Beginn einer Frakturheilung tolerierbar, solange die Dehnung den kritischen Wert des neugebildeten Gewebes nicht überschreitet. (Perren und Cordey, 1977, 1980).

Zu große Mobilität der Fragmentenden gegeneinander führt bei der sekundären Frakturheilung zur permanenten Zerreißen des sich aus dem Kallus bildenden Geflechtknochen. Bei der primären Frakturheilung bleibt eine Überbrückung des Frakturspaltes aus (Rüter et al., 1995).

Mehrfragmentäre Frakturen (Trümmerfrakturen) können eine geringe Instabilität besser vertragen, weil sich die Gesamtverschiebung auf mehrere Frakturspalten verteilt (Perren, 1992).

Allerdings kann hier die vaskuläre Situation zur verzögerten Heilung führen.

5. Therapieformen

In den 50er Jahren galt die akzeptable gedeckte Reposition und Fixierung im Gips als entscheidendes Kriterium für das Gelingen der konservativen Therapie (Trojan, 1953).

Heute behandelt man nur noch geschlossene Frakturen mit primärer Verschiebung unter Schaftbreite konservativ, wobei die meisten Autoren ausschließlich die quere Fraktur so versorgen (W. Knopp, 1988; Poigenfürst, 1985; Rueger et al., 1989; M.Börner, 1989;).

Nach Ansicht vieler Autoren sollte lediglich der stabile Ellenschaftbruch des mittleren und distalen Drittels konservativ therapiert werden (A. Ekkernkamp und G. Muhr, 1988; Kujat und Tscherne, 1989).

Unterstützt wird dieses Vorgehen durch Arbeiten von Dymond, der an Hand von Leichenuntersuchungen feststellen konnte, daß bei einer Verschiebung des Ellenbruches bis zur halben Schaftbreite die Membrana interossea intakt bleibt und das Periost nur minimal gerissen ist (Buch und Hoffmann, 1989).

Eine funktionelle Behandlung von isolierten Ellenschaftbrüchen wird in manchen Kliniken mit dem Bracing vollzogen, wie es von Sarmiento entwickelt wurde. Mit Hilfe einer am Unterarm angelegten Hülse wird dem Patienten der volle Gebrauch des Armes erlaubt, da bei dieser Methode Hand- und Ellbogengelenk frei bleiben. Besonders

muß der Zwischenknochenraum modelliert werden, wobei sicherlich der Membrana interossea eine zusätzliche Stützfunktion zukommt (Hackstock und Helmreich, 1989; Buch und Hoffmann, 1989, Hackstock und Helmreich, 1987).

Der Sarmiento Brace gründet sich auf eine alte chinesische Technik. Die Unterarmschaftbrüche werden hierbei mit 4 jeweils gegeneinander gelegten Schienen behandelt. Diese werden mit Bändern festgemacht und täglich in ihrer Spannung kontrolliert und nach Bedarf korrigiert.

Wesentlicher Gedanke hierbei ist das Freilassen der benachbarten Gelenke und die erhaltene physiologische Muskelkontraktion, die die Knochen in den Logen behält, wo sie nach ihrer Reposition hingebbracht wurden.

Gleichwohl wird von allen westlichen Autoren, die dieses Verfahren vor Ort studieren konnten, die hohe Fähigkeit der chinesischen Kollegen zur Reposition hervorgehoben. Bei fast ausschließlicher konservativer Therapie mit möglichst exakter Reposition selbst schwieriger Frakturen war diese Technik notwendige Routine geworden (Weller, 1989; Krösl und Chao-Lai Meng und Autorenkollektiv, 1982;).

Die häufig sehr schwierigen Repositions- und Retentionsbedingungen mit ausgeprägter Tendenz zur Dislokation bedeuten oft das Scheitern der konservativen Therapie der Unterarmschaftfraktur.

Zudem führt die lange Ruhigstellung im Gipsverband oft zu schlechten funktionellen Ergebnissen durch Immobilisationsschäden, Muskelatrophien und Verklebungen der Gleitschichten, sowie Schrumpfungsprozesse der Membrana interossea (Schabus, Kwasny et al., 1989, H.-J. Oestern und H. Tscherne 1989; Friedl und Trentz, 1995).

Die definitive konservative Behandlung der kompletten Unterarmschaftfraktur ist aufgrund der ungünstigen Ergebnisse heute weitgehend verlassen (Friedl und Trentz, 1995).

5.1. Operatives Vorgehen und Implantatwahl

Für die frühzeitige Wiederherstellung der vollen Funktion des Unterarmschaftes werden von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese seit den 60er Jahren wesentliche Behandlungsprinzipien aufgestellt und regelmäßig überprüft.

Für die Wiederherstellung des vollen Funktionswertes der Hand ist nach einem Unterarmbruch die anatomisch exakte Reposition (Länge, Achse) beider Unterarmknochen, am Radius auch die Vermeidung eines Rotationsfehlers, unerlässlich (Börner, 1989).

Die exakte Wiederherstellung hat frühzeitig zu erfolgen, um eine potentielle Frakturkrankheit durch anhaltende Immobilisierung der Weichteile und Gelenke zu vermeiden (Allgöwer et al., 1992).

Aus der Notwendigkeit einer anatomisch korrekten Reposition und zuverlässiger Retention bis zur knöchernen Heilung ergibt sich für die überwiegende Anzahl der Autoren die Indikation zur operativen Behandlung der Unterarmschaftfraktur beim Erwachsenen (Börner, 1989).

Implantat der Wahl ist die Kleinfragment-DC-Platte oder die Kleinfragment-Rekonstruktionsplatte mit mindestens 6 Löchern als Voraussetzung für ausreichende Übungsstabilität (Langkamer und Achroyd, 1991; Heim, 1992; PJ Stern, 1983; Rueger et al., 1989; A. Rüter und C. Burri, 1977, 1977; R. Syskowitz, R. Reschauer und W. Schöffmann,

1977; E. Kutscha-Lissberg, P. Schnabl und M. Wagner, 1977; Zirknitzer et al.; 1989).

Die Spann-Gleitloch-Platte (DCP) oder dynamische Kompressionsplatte hat gegenüber der früher verwendeten Rundlochplatte den Vorteil einer speziellen Schraubenlochgeometrie, wodurch sie in ihrer Anwendung vielfältiger ist.

Die Namensgebung „Dynamische Kompressionsplatte“ bezieht sich auf ihre Fähigkeit, selbst die Verschiebung der Fragmente gegen die Frakturebene und die Kompression zu erzielen. Sie kann alle wesentlichen Plattenfunktionen übernehmen.

Bei der Adaptation der Fragmente wird mit einer Schraube in Spannstellung eine axiale Kompression von 60-80 kp erreicht (Schatzker, 1992).

Erzielt wird eine interfragmentäre Kompression, die den Knochenbruch anatomisch stabilisiert und dadurch mechanische Irritation und Resorption der Kontaktflächen vermeidet, wodurch die primäre Knochenbruchheilung ermöglicht wird.

Die Osteosynthese bleibt durch die resultierenden Druckspannungen stabil, der Arm ist frühzeitig funktionell belastbar.

Die absolut stabile bzw. rigide Fixation mittels interfragmentärer Kompression, wie sie in den 60er und 70er Jahren bevorzugt wurde, wird heute nach neueren wissenschaftlichen Untersuchungen insofern relativiert, daß selbst eine bedingte Instabilität tolerierbar ist. Voraussetzung ist, daß die Dehnung durch Fragmentbeweglichkeit den kritischen Wert des neugebildeten Gewebes, dessen Gewebedifferenzierung durch mechanische Induktion stattfindet, nicht überschreitet (Perren und Cordey, 1977, 1980).

Dies wird auch als Erklärung für die Tatsache angeführt, warum die Konsolidierung von Frakturen mit mehreren, zum Teil klaffenden

Frakturspalten weniger durch umschriebene Instabilitäten gefährdet ist als die Heilung einfacher Brüche mit sehr engen Frakturspalten, in denen nur ein „einschichtiges Zellager“ Platz hat, das keinerlei Instabilität und Dehnung verträgt (Rüter et al., 1995).

Schon in den Gründerjahren der AO in den 60er Jahren wurden neben der exakten anatomischen Rekonstruktion der Frakturfragmente, stabiler innerer Fixation durch interfragmentäre Kompression und früher aktiver Mobilisation auch der Erhaltung der Blutversorgung von Knochen und Weichteilen durch atraumatische Operationstechnik hohe Bedeutung beigemessen.

Diesem Prinzip der möglichst atraumatischen Operationstechnik wird durch die „biologische Osteosynthese“ Rechnung getragen, die im wesentlichen charakterisiert ist durch minimales chirurgisches Trauma, Verzicht auf genaue Reposition der Nebenfragmente und unter Umständen flexible Fixation. Da das chirurgische Trauma vor allem bei Behandlung der multifragmentären Frakturen groß sein kann, verzichtet die biologische Osteosynthese zu Gunsten einer weitgehend erhaltenen Blutversorgung auf eine absolute Stabilität (Allgöwer et al., 1992).

Einfache Frakturtypen wie die Quer- oder kurze Schrägfraktur werden mit interfragmentärer Kompression durch eine Platte fixiert. Die 3,5-mm-DCP oder LC-DCP erweist sich als das beste Implantat (Heim et al., 1992).

Bei Keilfrakturen werden isolierte Fragmente, soweit sie gut vaskularisiert sind, nach dem Zugschraubenprinzip an ein Hauptfragment fixiert. Das Anbringen der Zugschraube erfolgt quer zur Frakturfläche. Die Kompression, die durch die Zugschraube erreicht wird ist erheblich größer als die durch Kompressionsplatten und bewirkt eine absolute Stabilität, jedoch nur geringe Festigkeit (Perren, 1992).

Nach Anbringen der Zugschraube werden die Hauptfragmente mit einer Neutralisationsplatte verbunden.

Avitale Fragmente werden verworfen, wenn sie sich nicht stabil einbauen lassen und durch autologe Spongiosa ersetzt (Friedl und Trentz, 1995; Frank et al., 1989).

Ergiebigste Quelle für die Gewinnung autogener Spongiosa ist der Beckenkamm. Die Leistung des autogenen Knochentransplantates besteht in der Anregung der Osteogenese und in der Defektfüllung. Die entscheidenden Phasen der Reparationsvorgänge und der Knochenneubildung werden in Gang gesetzt.

Der Erfolg der autogenen Spongiosaplastik hängt neben der mechanischen Stabilität der Osteosynthese wesentlich von der Vitalität und biologischen Aktivität des Transplantatlagers ab.

Eine vorliegende Osteitis verlangt als Vorbereitung eine Sequestrektomie und Debridement.

Bei Vorliegen einer atrophen Pseudarthrose bedarf es auf Grund fehlender osteogenetisch potenter Substanz an den Fragmentenden einer ausgedehnten Dekortikation oder Resektion, um eine ausreichende Vaskularisierung des Knochens wiederherzustellen (Brutscher, 1995)

Auf Grund der hohen Pseudarthroseanfälligkeit der Unterarmschaftfraktur wird von vielen Autoren die Forderung erhoben, regelmäßig simultan zur Frakturstabilisierung eine Spongiosaplastik durchzuführen (Moed und Kellam, 1986; Rueger et al., 1989).

Bei Mehrfragment- und Trümmerbrüchen wird die Trümmerzone nicht präpariert, in situ belassen und nach entsprechender

(gedeckter) Reposition über ein entsprechend langes Implantat („interlocking plate“) überbrückt (Friedl und Trentz, 1995).

Die Primärbehandlung des 2° oder 3° offenen oder geschlossenen weichteilgeschädigten Unterarmbruches besteht in der externen Stabilisierung und der offenen Wundbehandlung (Knopp et al., 1988).

Da die Vermeidung einer Infektion und die Weichteilsanierung bei der Versorgung offener Frakturen Priorität genießt, müssen häufig Osteosyntheseverfahren zur Primärstabilisierung gewählt werden, die vom mechanischen Standpunkt her nicht optimal sind.

Für offene Frakturen bietet sich als Verfahren die Versorgung mit dem Fixateur externe zur stabilen Frakturfixation an. Mechanische Ruhe im Wund- und Frakturgebiet fördert die Weichteil- und Knochenheilung. (Rüter et al., 1995).

Es erfolgt ein frühzeitiger Verfahrenswechsel mit sekundärer Plattenosteosynthese und Spongiosaanlagerung (Behrens et al., 1992; W. Knopp, 1988; Ecke et al., 1989; Schmelzeisen und Kempf, 1986).

Nach Meinung anderer Autoren sollen 1°, 2° und 3° offene Frakturen, wenn immer möglich, nach sorgfältigem Weichteildébridement eine definitive Stabilisierung der Fraktur per primärer Plattenosteosynthese erhalten (Moed und Kellam, 1986, Friedl und Trentz, 1995).

6. Komplikationen

Die Therapie der Unterarmschaftfraktur war bis Mitte der siebziger Jahre einem ständigen Wandel unterworfen. Mittlerweile hat sich die operative Therapie der Unterarmschaftfraktur weitgehend durchgesetzt. Dabei ist die Anzahl an Komplikationen durch die Plattenosteosynthese mit der Möglichkeit der frühfunktionellen Behandlung deutlich zurückgegangen (Krueger et al., 1989).

Komplikationen nach Plattenosteosynthese im Sinne von Knochenheilungsstörungen treten im überwiegenden Maße dann auf, wenn eine dauerhafte Kompression im gesamten Frakturspalt nicht erreicht werden kann und somit keine optimale Stabilität vorliegt (Schabus et al., 1989).

Als Komplikationen der operierten Unterarmschaftfraktur sind zu nennen:

- Verzögerter Durchbau
- Pseudarthrose
- Plattenbruch oder -lockerung
- Infekt
- Nervenschaden
- Brückencallus
- Refraktur

Als wesentliche Gründe für das Entstehen von Komplikationen werden an erster Stelle operationstechnische Fehler angeführt:

Die Verwendung zu kurzer Platten, die keine ausreichende Stabilität erzeugen; die falsche Implantatwahl ohne den notwendigen interfragmentären Druck; ungenügende Reposition der Fraktur, sowie kein oder ungenügender Einsatz von Spongiosaplastik (M.Börner, 1989, Deluca, 1988; Rizzi et al., 1989; Heim und Zehnder, 1989).

6.1. Verzögerter Durchbau und aseptische Pseudarthrose

Heilungsstörungen von Knochenbrüchen werden als verzögerte Heilung bezeichnet, wenn vier bis sechs Monate nach Fraktur eine knöcherne Überbrückung noch nicht stattgefunden hat, Heilungsaktivitäten aber zumindest röntgenologisch noch gesehen werden (Rüter et al, 1995).

Auch wenn die ursprüngliche Osteosynthese die Frakturfragmente exakt adaptiert hatte, und die Frakturlinien kaum sichtbar waren, werden nun die Frakturspalten zunehmend weiter, radiologisch zeigt sich ein unscharf konturierter Reizkallus. Eine Heilung ohne Reoperation ist noch möglich (Rosen et al., 1992).

Erst wenn nach sechs Monaten noch keine Konsolidierung eingetreten ist, wird von einer Pseudarthrose gesprochen. Die Knochenbruchheilung kann dabei durch technisch-mechanische Faktoren oder aus biologischen Gründen gestört sein (Rüter et al, 1995).

Zwischen den Frakturfragmenten hat sich fibröses oder kartilaginöses Gewebe gebildet.

Wir unterscheiden zwischen zwei grundsätzlich verschiedenen Formen der Pseudarthrose.

Zum einen die reaktive, hypertrophe, vaskularisierte Pseudarthrose, die überwiegend nach konservativer sowie bei operativer Behandlung mittels intramedullärem Kraftträger entsteht (Kuner et al., 1977).

Zum anderen die nichtreaktive, atrophe oder avaskuläre Form der Pseudarthrose, die vorwiegend bei Trümmerfrakturen, insbesondere nach deren Versorgung mit interner Osteosynthese beschrieben wird (Hansis et al., 1989; Rosen et al., 1992).

Ungenügende Reposition und Immobilisation können ebenso zur Entstehung einer Unterarmschaftpseudarthrose führen wie unzureichende operative Stabilisierung und/oder zu ausgedehnte Weichteildevastierung des Knochens.

Häufig sind Pseudarthrosen mit einem Achsfehler oder einem Rotationsfehler in den Frakturen vergesellschaftet (Hansis, 1989).

Auf Grund der großen Hebelkräfte und der Drehmomente bei der schwierigen funktionellen Anatomie von Radius und Ulna sind Pseudarthrosen eine häufige Komplikation bei der Behandlung der Unterarmschaftfraktur (Krüger et al., 1989).

Das Ziel der Behandlung der Unterarmschaftpseudarthrose ist daher eine exakte Wiederherstellung der Achse und der Länge. Um eine sofortige Übungsstabilität zu gewährleisten, ist eine offene Reposition und Fixierung mit einer Plattenosteosynthese erforderlich (Börner und Mockwitz, 1989, Heim und Zehnder, 1989).

Bei der atrophen Pseudarthrose ist zusätzlich eine Dekortikation und eine autogene Spongiosaplastik angezeigt (Kuner et al., 1977, Hansis, 1989).

6.2. Plattenbruch

Nach einer Osteosynthese wird die vom Implantat auszuhaltende Belastung vom Grad der erreichten Stabilität beeinflusst. Das Ausmaß diese Belastung ist entscheidend bezüglich möglicher Ermüdungsbrüche und/oder Reib-Korrosion (Perren, 1992).

Je stabiler die Fixation der Frakturfragmente und damit auch seine Tragfähigkeit hergestellt werden kann, desto mehr wird ein Implantat entlastet.

Die Bewegung des Unterarmes führt zu einer komplexen Belastung des Knochens, durch statische und dynamische Komponenten des Drehmoments, der Biegekraft und der axialen Belastung als Folge der Muskelkraft und der Gewichtsbelastung (Perren, 1992).

Bei unzureichender Osteosynthese, das heißt, mangelnder Stabilität im Frakturbereich und dauerhafter Wechselbiegebeanspruchung des Implantats, kommt es zur Plattenlockerung oder gar zum Plattenbruch (Ahlers und Benning, 1993).

Plattenlockerung und Plattenbruch werden gehäuft bei Schwerarbeitern mit vorzeitiger Belastung der Platte durch schwere manuelle Tätigkeit gefunden. Solche Patienten sollen nach Ansicht einiger Autoren einen Oberarmgips bis zu 8 Wochen erhalten (Erlacher; Müller, Kuderna, 1989).

6.3. Brückencallus

Der Brückencallus stellt zwar eine seltene, dafür aber sehr schwerwiegende Komplikation nach Unterarmsschaftfrakturen dar, die das funktionelle Behandlungsergebnis der eigentlichen Fraktur erheblich beeinträchtigt (Strmiska und Wendsche, 1989).

Tritt Brückencallus nach stabiler Osteosynthese auf, liegt die Platte meist nicht auf der Zuggurtungsseite, das heißt, dorsal, sondern radial oder ulnar. Der Brückencallus entsteht nicht primär in der Membrana interossea. Er wächst von den Bruchstellen aus unter allmählicher Verknöcherung der Membran zur überbrückenden Knochenspanne (Großner et al., 1989).

Die Entstehung wird befördert durch Spongiosaanlagerung im Bereich der Membrana interossea, Bohrmehl, sowie durch große Weichteilschädigung (Oestern, 1989).

Weitere begünstigende Faktoren sind am häufigsten Schädel-Hirntrauma und Verkehrsunfall im Sinne eines High Velocity Trauma (Heim und Zehnder, 1989).

Die funktionellen Ergebnisse nach Resektion eines Brückenkallus sind in der Regel nicht sehr günstig (Friedl und Trentz, 1995).

6.4. Refrakturen

Eine Fraktur, die bei einem früher gesunden Knochen nach anscheinend klinischer und röntgenologischer Heilung einer Fraktur im alten Frakturgebiet auftritt, gilt als Refraktur (Müller et. al., 1977)

Die meisten Refrakturen entstehen nach zu früher Plattenentfernung, so daß der Zeitpunkt einer Plattenentfernung nicht vor 12-24 Monaten gewählt werden soll (Salem 1989; Tscherne, 1989; Chapman, 1989).

Auf Grund der breiten Kontaktfläche zwischen Plattenunterseite und Knochen kommt es zu einer deutlichen Beeinträchtigung der periostalen Blutzufuhr. Die Qualität des Knochens im Plattenlager kann dadurch vermindert sein und führt zur Schwächung des Knochens nach Plattenentfernung. Meist bleibt nach Plattenentfernung eine Aussparung im Knochen zurück, die sich als Schwachstelle erweist und verantwortlich für das Auftreten von Refrakturen gemacht wird (Schatzker et al., 1992).

Es wird deshalb nach kompletten Unterarmschaftfrakturen eine zweizeitige Entfernung des Plattenmaterials empfohlen (Krueger et al., 1989).

Weitere Ursachen für eine hohe Inzidenz an Refrakturen nach Osteosynthese sind eine ungenügende Kompression an der Frakturstelle (Deluca, 1988;), sowie die Verwendung von 4,5 mm starken DC-Platten statt der kleineren 3,5 mm DC-Platte (Chapman, 1989).

Hidaka plädiert für eine Schonung der betroffenen Extremität nach Metallentfernung und Ruhigstellung durch einen funktionellen Verband für 6 Wochen (Hidaka, 1984).

7. Problemstellung

Die Wiederherstellung einer möglichst optimalen Funktionsfähigkeit des Systems Unterarm nach einer Unterarmschaftfraktur stellt an den Behandler hohe Anforderungen. Dies liegt zum einen an der anatomischen Besonderheit der Unterarmfunktion, zum anderen an der eminenten funktionellen Bedeutung für den betroffenen Patienten.

Die Auswertungen der letzten Jahrzehnte weisen neben hervorragenden Ergebnissen immer auch eine Reihe von Komplikationen auf.

Die mit dieser Arbeit vorgelegte Nachuntersuchung hat das Ziel die Ergebnisse der Behandlung von Unterarmschaftfrakturen an unserer Klinik einschließlich ihrer Verläufe und Komplikationen darzustellen. Anhand dieser Ergebnisse ging es uns um einen Beitrag zu der Frage, wie Mißerfolge auf Grund von erfahrenen Fehlschlägen für die Zukunft vorraussehbar und somit auch vermeidbar wären.

II. Material und Methode

1. Gesamtes Patientengut

1.1. Auswahlkriterien

Im Zeitraum 1985 bis Februar 1990 wurde in der Unfallchirurgischen Abteilung am Universitätsklinikum Eppendorf Hamburg aus der Gesamtzahl aller Patienten mit Unterarmfrakturen das in dieser Arbeit vorgestellte Patientenkollektiv nach folgenden Kriterien ausgewählt:

Mindestalter am Unfalltag: 16 Jahre

Frakturlokalisierung: Diaphyse von Ulna und/oder Radius unter Nichtberücksichtigung der gelenknahen Frakturen. Mitberücksichtigt sind alle Formen der Frakturen vom Galeazzi- und Monteggia-Typ.

Entsprechend dieser Kriterien wurden 76 Patienten für diese Nachuntersuchung ausgewählt. Von diesen 76 Patienten konnten insgesamt 45 Patienten nachuntersucht werden.

1.2. Alters- und Geschlechtsverteilung

Zugrundegelegt wurde das Alter am Unfalltag. Der jüngste Patient war zum Zeitpunkt des Unfalles 16 Jahre, die älteste Patientin 89 Jahre alt.

Der Altersdurchschnitt aller Patienten betrug 45,3 Jahre.

Das Durchschnittsalter der Männer (n= 44) betrug 32,7 Jahre, das der Frauen (n= 32) 62,6 Jahre.

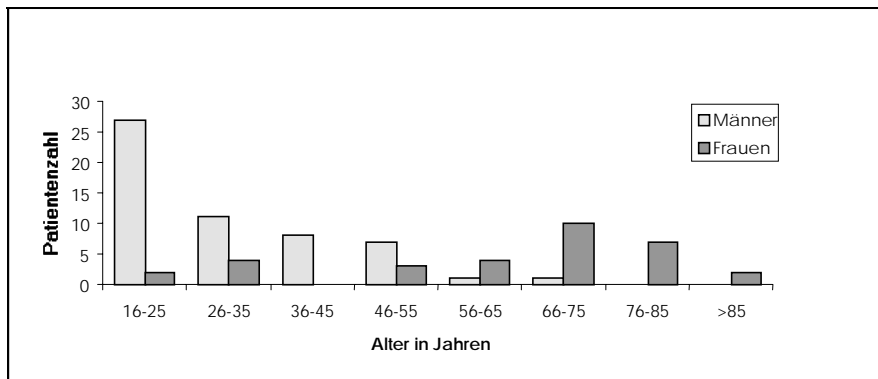


Diagramm 1: Alters- und Geschlechtsverteilung

Aus dem Diagramm 1 wird deutlich die zweigipflige Alterverteilung. Betroffene Männer erlitten die Verletzung im jüngeren und mittleren Alter, hingegen überwog bei Frauen das höhere Alter.

1.3. Unfallursachen

Diagramm 2 zeigt, daß die häufigste Ursache für eine Unterarmschaftfraktur in 32 Fällen (= 42 %) der Verkehrsunfall war. 29 Patienten (= 38 %) erlitten die Unterarmschaftfraktur auf Grund eines Sturzes.

Äußere direkte Gewalteinwirkung durch Maschinen, Waffen oder ähnliches fanden wir bei 10 (= 13 %) Patienten. 2 Patientinnen hatten eine pathologische Fraktur auf Grund der Metastasierung eines Carcinoms. Bei 3 Patienten blieb die Ursache unklar.

16 mal (21%) war es ein Arbeitsunfall.

21 Patienten (= 27,6 %) wiesen als polytraumatisierte Verletzte neben anderen Verletzungen eine Unterarmschaftfraktur auf.

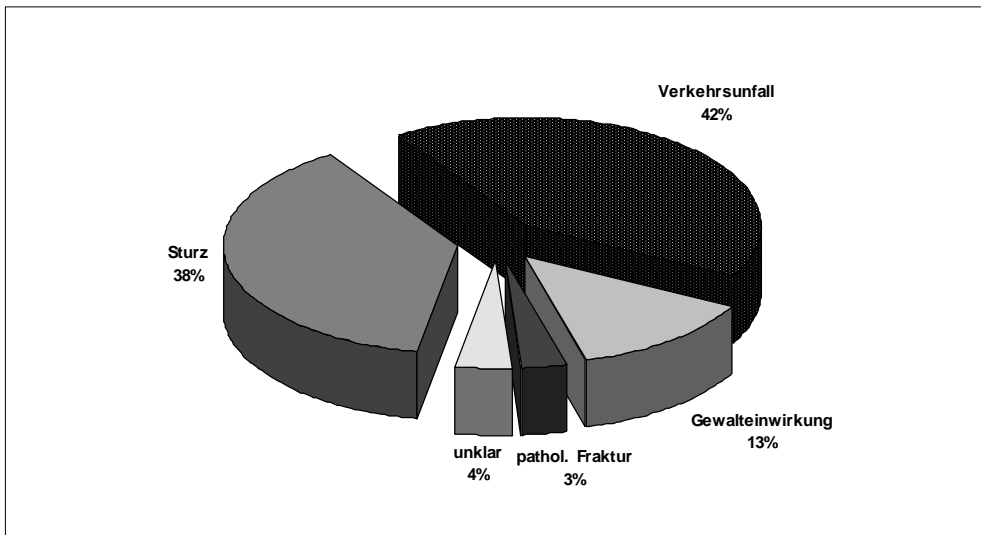


Diagramm 2: Unfallursachen

Der linke Arm war in unserem Patientengut häufiger (41 Patienten = 54%) betroffen als der rechte Arm (35 Patienten = 46%).

1.4. Art und Verteilung der Frakturen

Es handelte sich um insgesamt 120 Frakturen bei 76 Patienten. Zu 55 % (n= 42) lag eine komplette Unterarmschaftfraktur vor. Davon waren bei 18 Patienten beide Unterarmknochen in Schaftmitte gebrochen, 15 mal betraf dies den distalen Schaft und 4 mal den proximalen Schaft jeweils beider Knochen. Bei den übrigen Patienten mit kompletter Unterarmschaftfraktur waren Ulna und Radius in verschiedenen Segmenten frakturiert.

Isolierte Radius- oder Ulnafrakturen lagen 9 mal, bzw. 25 mal vor. Von den Unterarmfrakturen waren 9 Frakturen im Sinne einer Monteggia- , sowie 2 Frakturen im Sinne einer Galeazzi-Fraktur zu werten.

Frakturart		Anzahl	Prozent
komplette Unterarmschaftfraktur		42	55,3
davon als	mittlere Unterarmschaftfraktur	18	23,7
	proximale Unterarmschaftfraktur	4	5,2
	distale Unterarmschaftfraktur	15	19,7
Unterarmschaftfrakturen mit verschiedener Segmentlokalisierung		5	6,5
davon als	Radiusfraktur im mittleren und Ulnafraktur im distalen Drittel	2	
	Ulnafraktur im mittleren und Radiusfraktur im distalen Drittel	3	
Isolierte Radiuschaftfraktur		9	11,8
davon	Mitte / distal / proximal	4/ 4/ 1	
Isolierte Ulnaschaftfraktur		25	32,9
davon	Mitte / distal/ proximal	13/ 5/ 7	

Tabelle 2: Frakturarten und deren Lokalisation

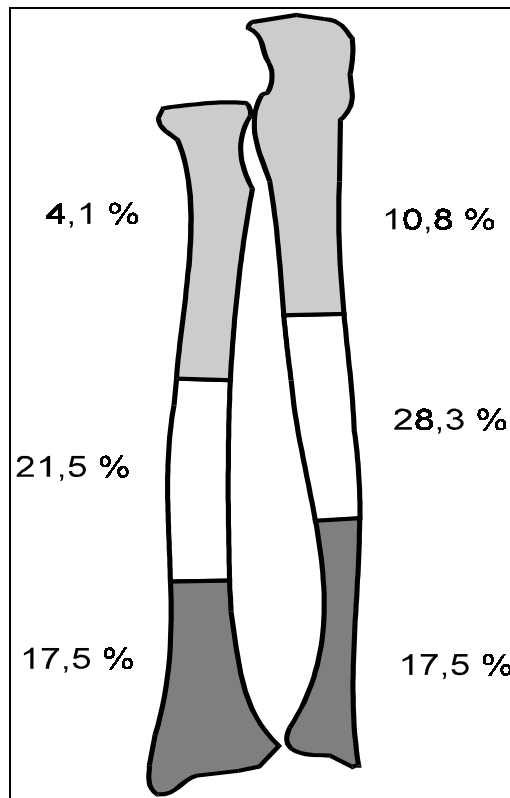


Abbildung 1: Lokalisation der Frakturen

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, befand sich sowohl bei den kompletten Unterarmfrakturen als auch bei den Isolierten Radius- und Ulnafrakturen die Hauptlokalisierung der Frakturzonen im mittleren Drittel.

Offene Frakturen traten in 22 Fällen auf (29 %), wovon 16 Frakturen erstgradig und je 3 Frakturen zweit-, bzw. drittgradig offen waren. Die überwiegende Anzahl der offenen Frakturen betraf die kompletten Unterarmschaftfrakturen (n = 18)

1.5. Begleitverletzungen

Insgesamt erlitten 50% aller Patienten Begleitverletzungen.

Auffallend der hohe Anteil

an Polytraumatisierten (= 21 = 27,6%)

an Weichteilverletzungen (=19 = 25%)

an Schädel-Hirn-Traumen (= 14 = 18,4%)

4 Patienten erlitten zusätzlich zur Unterarmschaftfraktur eine gleichseitige Oberarmfraktur. Bei 3 Patienten lag außerdem eine Fraktur der ipsilateralen Hand vor.

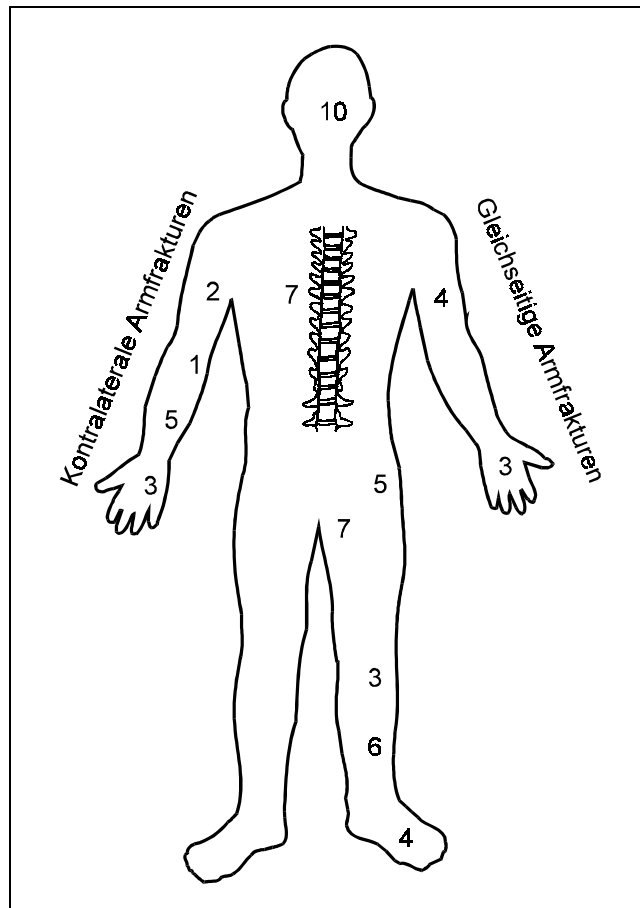


Abbildung 2: Die Verteilung aller zusätzlichen Frakturen

1.6. Zeitraum zwischen Unfallereignis und Osteosynthese

Von den 76 Patienten wurden bis auf 2 Patienten alle operiert. Bei diesen beiden Patienten wurden die Frakturen konservativ versorgt. Im ersten Fall wegen des schlechten Allgemeinzustandes. Die zweite Patientin, eine Krankenschwester, bestand auf einer konservativen Versorgung. Der weitere Verlauf entzieht sich unserer Kenntnis, da diese Patientin zur weiteren Versorgung nicht mehr in unserer Klinik erschien.

Von den 74 operierten Patienten wurden 31 (41,9%) noch am Unfalltag im Sinne einer primären Osteosynthese operiert.

Bei den übrigen Patienten handelt es sich um eine verzögert primäre Osteosynthese.

23 Patienten (= 31%) wurden innerhalb einer Woche operiert.

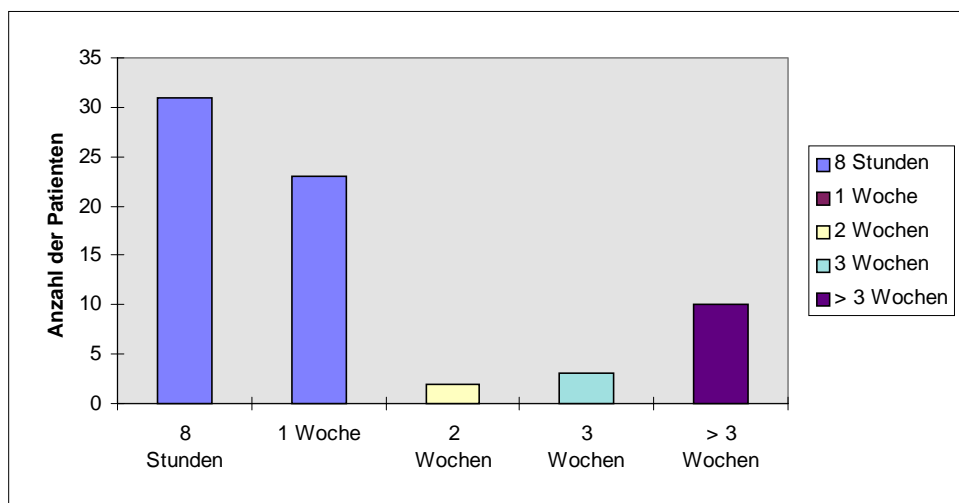


Diagramm 3: Zeitraum zwischen Unfall und OP (alle Patienten)

Bei der Aufstellung ist zu berücksichtigen, daß ein großer Teil der verspätet operierten Patienten primär im Ausland, bzw. auswärtig vorbehandelt wurden.

8 Patienten verunfallten im Ausland (50% Polytraumatisierte). Lediglich eine Patientin wurde primär dort operiert (Rush-Pin-Versorgung). Alle anderen wurden primär konservativ versorgt.

Weitere 6 Patienten wurden in auswärtigen Krankenhäusern erstbehandelt, 5 konservativ und ein Patient mit Plattenosteosynthese.

Von den verbliebenen 60 Patienten, die primär in der Universitätsklinik Eppendorf zur Versorgung der Unterarmschaftfraktur aufgenommen worden waren, ergaben sich folgende Zeitabstände zwischen Unfall und Osteosynthese:

30 Patienten, also die Hälfte, wurde innerhalb von 8 Stunden operiert, weitere 22 (=36,6%) innerhalb einer Woche. 4 Patienten wurden zwischen dem 7. und 14. Tag operiert.

4 Patienten wurden erst später als 3 Wochen nach dem Unfallzeitpunkt einer Operation zugeführt, davon waren 2 polytraumatisierte Patienten aufgrund ihrer lebensgefährlichen Verletzungen primär wegen anderer Verletzungen versorgt worden. Die beiden anderen Patienten wurden primär konservativ versorgt.

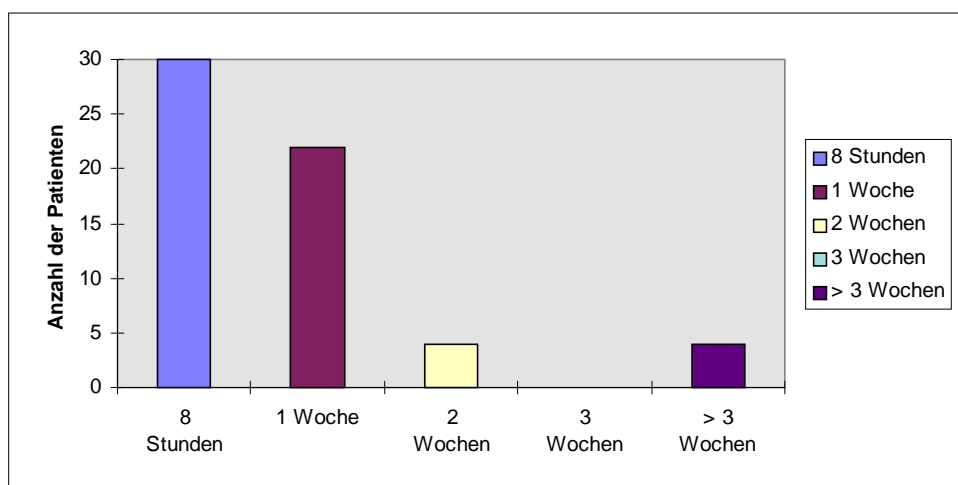


Diagramm 4: Korrigierte Grafik für die im UKE operierten Patienten

	Gesamtes Kollektiv	Im UKE Primärversorgte
Polytraumatisierte	8,7 Tage	4,9 Tage
Primär konservativ Versorgte	29,6 Tage	17,8 Tage
Restliches Kollektiv	5,3 Tage	1,9 Tage
offene Frakturen	3,5 Tage	1,7 Tage

Tabelle 3: Durchschnittlicher Zeitraum zwischen Unfall und Osteosynthese

Die meisten Frakturen wurden entweder innerhalb der ersten 8 Stunden oder aber innerhalb weniger Tage mit einer Plattenosteosynthese versorgt.

Bei Versagen der konservativen Therapie erfolgte der Verfahrenswechsel hin zur Osteosynthese im UKE durchschnittlich nach 18 Tagen.

Bei den polytraumatisierten Patienten wurde entweder die primäre oder eine frühsekundäre Versorgung in Abhängigkeit vom Verletzungsmuster und der Schwere der Begleitverletzungen durchgeführt

1.7. Verwendete Implantate

Bei den 74 operierten Patienten wurden insgesamt 102 Platten, 6 Fixateur extern und 1 Rush-Pin verwendet.

Das Osteosynthesematerial der Wahl war die DC-Platte (2,7 mm).

Verwendete Implantate	Anzahl
KF-DC-Platten	69
Halbrohrplatten	3
KF-Rekonstruktionsplatten	23
Abstütz-Platten	4
Rush-Pin	1
Fixateur extern	6

Tabelle 4: Verwendete Implantate

Die häufigste Plattengröße war die 7 Loch-AO-DC-Platte. Bis zur Metallentfernung vergingen im Schnitt 2,25 Jahre.

1.8. Spongiosaplastik

Bei 25 Patienten wurde die Fraktur zusätzlich mit einer autologen Spongiosaplastik versorgt.

11 Patienten erhielten diese als primäre Spongiosaplastik, davon lag bei 5 Patienten eine Trümmer-Fraktur vor.

Bei Re-Operationen wurde in 16 Fällen zusätzlich eine Spongiosaplastik durchgeführt, davon 6 mal bei einer 2. Re-Operation.

Je einmal wurde die Spongiosa aus dem Radius und dem Olecranon entnommen, bei allen anderen Patienten erfolgte die Spongiosaentnahme aus dem Beckenkamm.

2. Nachuntersuchung

Mit Hilfe der Krankenakten fand die Erhebung der Anamnese bezüglich des Unfallhergangs, Beschreibung der Verletzung des Unterarmes und etwaiger Zusatzverletzungen statt. Op-Berichte, Röntgenbefunde des Unterarmes, Verlaufsberichte und Entlassungsbriefe vervollständigten die Informationen über den Heilungsprozeß einschließlich der Komplikationen und gegebenenfalls durchgeführten Folgeeingriffe.

Die Patienten wurden angeschrieben und zu einem Nachuntersuchungstermin in unsere Klinik gebeten.

Im Einzelgespräch wurden subjektives Erleben des Unfallhergangs, des Klinik- und Heilungsverlaufes, sowie das aktuelle Befinden und gegebenenfalls vorliegende Beschwerden erfragt.

Weitere Fragen galten der Wiedereingliederung in das Arbeitsleben und jetzige Arbeitssituation.

Es folgte die Inspektion des Arms, Messung der Bewegungsausmaße nach der Neutral-0-Methode, Umfangsmessung von Oberarm- und Unterarmmuskulatur, Überprüfung der Sensibilität, der Motorik und Durchblutung (Allen-Test / Nagelbett-Kapillaren).

Weiterhin wurden die Hautfeuchte beider Hände und die Beweglichkeit der Finger untersucht.

Kraftmessung der Hände, die Beweglichkeit der Finger und die Sensibilitätsprüfung mit Hilfe der 2-Punkt-Diskrimination dienten der neurologischen Einschätzung.

Entsprechend dem Standard-Meßblatt für die obere Extremität wurden jeweils beide Arme der Patienten ausgemessen.

Abschließend wurde ein aktuelles Röntgenbild des betroffenen Armes in 2 Ebenen angefertigt.

2.1. Bewertungsschema

Im Sinne einer Standardisierung und besseren Vergleichbarkeit von Nachuntersuchungsergebnissen verwendeten wir bei unseren Untersuchungen das von Tscherne und Oestern entwickelte und in der AO-Sammelstudie veröffentlichte Schema. (H.-J. Oestern und H. Tscherne, 1983;)

Bewertung	Bewegunseinschränkungen	Funktion	Beschwerden
Sehr gut = Note 1	Streckung/Beugung bis 15° Pro-/Supination bis je 15° Dorsal-/Palmarflexion bis je 15° Radial-/Ulnarabduktion bis je 5°	Keine Einschränkung der Kraft- oder Nerven- funktion	Keine
Gut = Note 2	Streckung bis 10°/ Beugung bis 30° Pro-/Supination bis je 25° Dorsal-/Palmarflexion bis je 25° Radial-/Ulnarabduktion bis je 10°	Leichter bis mäßiger Kraftverlust, keine Einschränkung der Nervenfunktion	Subjektiv mäßige Beschwerden bei freier Bewegung
Befriedigend = Note 3	Streckung bis 20°/Beugung bis 45° Pro-/Supination bis je 45° Dorsal-/Palmarflexion bis je 35° Radial-/Ulnarabduktion bis je 10°	Leichter bis mäßiger Kraftverlust. Einschränkung der Nervenfunktion bei gleichem präop. Befund.	Subjektiv stärkere Beschwerden bei Bewegung
Mäßig = Note 4	Jeder weitere Verlust	Stärkerer Kraftverlust	Stärkere Beschwerden bei eingeschränkter Funktion

Tabelle 5: Bewertungsschema zur Nachuntersuchung nach Oestern/Tscherne

2.2. Das Patientengut der Nachuntersuchung

Von 76 Patienten waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 6 Patienten verstorben. Von den übrigen 70 Patienten konnten 45 (= 64,28%) nachuntersucht werden.

Der Zeitraum von der letzten Osteosynthese bis zum Termin der Nachuntersuchung betrug im Schnitt 4,59 Jahre. Der längste Zeitraum betrug 7,3 Jahre, der kürzeste 4 Monate.

III. Ergebnisse

1. Äußerer Aspekt

Die Inspektion der Extremität ergab bei 2 Patienten eine Muskelhernie, 3 mal wirkten die Narben sehr breitflächig und für die Patienten kosmetisch störend, in einer Narbe befanden sich noch Fadenreste.

Bei 6 Patienten fiel eine Fehlstellung der Extremität auf, bei 2 Patienten imponierte zusätzlich eine durch Nervenausfall bedingte Muskelatrophie. 4 Patienten wiesen eine Schonhaltung des Armes auf.

Bei 3 Patienten war eine Armverkürzung um 2, bzw. 2,5 cm gegenüber dem nicht betroffenen Arm festzustellen.

2 Patienten wiesen einen persistierenden Achsfehler des Unterarmes auf.

2. Durchblutung

Bei 2 Patienten fiel der Allen-Test der Arteria radialis zur Überprüfung der Durchblutung pathologisch aus.

3. Neurologische Untersuchung

3.1. Beurteilung der Kraft

Anzahl (N=45)	Prozent	Funktion
26	57,7	seitengleich
9	20	leichter Kraftverlust
7	15,5	stärkerer Kraftverlust
3	6,6	fast kompletter Kraftverlust

Tabelle 6: Beeinträchtigung der Kraft im betroffenen Arm

3.2. Beurteilung der Sensibilität

Die Sensibilität der Finger wurde mit 2-Punkt-Diskriminierung überprüft und fiel bei allen Patienten unauffällig aus.

4. Bewegungseinschränkungen

Für die Bewertung des Behandlungsergebnisses nach einer Unterarmschaftfraktur werden im einzelnen folgende Bewegungen untersucht:

- Streckung und Beugung im Ellbogengelenk
- Supination / Pronation
- Dorsal- / Palmarflexion der Hand
- Radial- / Ulnarabduktion der Hand

4.1. Streckung und Beugung im Ellbogengelenk

Es fand sich bei 39 Patienten (86,6%) keine oder nur eine diskrete Bewegungseinschränkung hinsichtlich der Streckung und Beugung im Ellbogengelenk. 4 Patienten (8,8%) wiesen eine Streckungseinschränkung bis zu 20° und eine Beugungseinschränkung bis zu 45° auf. 2 (4,4%) Patienten waren auf Grund des unfallbedingten Plexus-schadens nicht in der Lage, den Arm im Ellbogengelenk aktiv zu beugen.

Anzahl (N=45)	Prozent	Funktion
39	86,6%	keinerlei oder nur geringfügige - d.h. bis höchstens 20°/bzw. 15° -Bewegungseinschränkungen bezüglich der Streckung und Beugung im Ellbogengelenk
4	8,8%	bis zu 45° Bewegungseinschränkung
2	4,4%	2 Patienten waren auf Grund des unfallbedingten Plexusschadens nicht in der Lage, den Arm im Ellbogengelenk aktiv zu beugen

Tabelle 7: Bewegungseinschränkung hinsichtlich der Streckung und Beugung im Ellbogengelenk

4.2. Supination / Pronation

Bei 31 Patienten (68,8%) lag keine oder nur geringe Einschränkung bis zu maximal 15° vor. 2 mal (4,4%) betrug der Verlust der Beweglichkeit bis zu 25°, 5 mal (11,1%) bis zu 40°. 7 Patienten (15,5%) waren durch eine Einschränkung der Supination oder Pronation von über 45° behindert.

Anzahl (N=45)	Prozent	Funktion
31	68,8 %	hier lag keine Einschränkung oder aber nur bis zu 15° vor.
2	4,4 %	Verlust bis zu 25° der Beweglichkeit.
5	11,1 %	Verlust bis zu 40° der Beweglichkeit.
7	15,5%	litten unter Bewegungseinschränkung > 40°

Tabelle 8: Bewegungseinschränkung hinsichtlich der Supination / Pronation im Ellbogengelenk

4.3. Dorsal-/Palmarflexion der Hand

Störungen der Dorsal-/Palmarflexion der Hand kamen selten vor oder waren geringfügig. 3 Patienten (6,6%) erlitten jedoch eine deutliche Bewegungseinschränkung von über 35°.

Anzahl (N=45)	Prozent	Funktion
36	80 %	keine bis geringe Bewegungseinschränkung
5	11,1 %	weniger als 25° Bewegungseinschränkung
1	2,2%	Bewegungseinschränkung bis zu 35°
3	6,6 %	Deutlich verminderte Beweglichkeit mit mehr als 35°

Tabelle 9: Bewegungseinschränkung hinsichtlich der Dorsal- / Palmarflexion der Hand

4.4. Radial- / Ulnarabduktion

Bei überwiegend guten funktionellen Ergebnissen waren jedoch 7 Patienten (15,5%) in der Radial- oder Ulnarabduktion des Handgelenkes deutlich eingeschränkt.

Anzahl (N=45)	Prozent	Funktion
36	80%	Sehr gutes Ergebnis mit unauffälliger Beweglichkeit
2	4,4%	Befriedigendes Ergebnis mit einem Verlust bis 10°
7	15,5%	Mäßiges Ergebnis mit einer behinderten Radial- oder Ulnarabduktion von mehr als 10°

Tabelle 10: Bewegungseinschränkung hinsichtlich der Radial- / Ulnarabduktion des Handgelenkes

5. Komplikationen im Verlauf der Frakturbehandlung

Wir fanden bei 29 von 74 operierten Patienten (= 39,2%) Komplikationen im Heilungsverlauf. In der folgenden Tabelle sind insgesamt 49 Komplikationen aufgeführt, da viele Patienten mehrere Komplikationen erlitten.

Aufschlüsselung des Auftretens von Komplikationen	Anzahl
Fehlstellung	8
Verzögerter Durchbau	11
Pseudarthrose	10
Refraktur	5
Plattenlockerung/-bruch	7
Brückencallus	2
Infekt	4
Nervenschaden	1
	Gesamt n = 49

Tabelle 11: Komplikationen nach Osteosynthese

5.1. Die Komplikationen nach Osteosynthese

Untersucht wurde die Frage, ob der Osteosynthesezeitpunkt für das Entstehen einer im Verlauf aufgetretenen Komplikation eine Rolle spielt. (Mehrfachnennungen)

<i>OP-Zeitpunkt</i>	Primärversorgung	bis 1 Woche	Bis zu 2 Wochen	Bis zu 3 Wochen	später
Pseudarthrose	8	0	1	0	1
Fehlstellung	7	0	1	0	0
Durchbauverzögerung	7	4	0	0	0
Brückencallus	2	0	0	0	0
Infektion	3	0	1	0	1
Gesamt	27	4	3	0	2
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Notwendigkeit einer Re-OP	18	4	1	0	2

Tabelle 12: Das Auftreten von Komplikationen in Relation zum Osteosynthesezeitpunkt

5.1.1. Achsabweichung / Fehlstellung

Eine sekundäre Achsabweichung oder Fehlstellung konnten wir insgesamt 8 mal vorfinden. 3 dieser 8 Patienten hatten auch eine verletzungsbedingte primäre Fehlstellung.

Zur Korrektur von 5 der 8 postoperativ aufgetretenen sekundären Fehlstellungen wurde ein Fixateur extern gewählt.

Von diesen 5 mit Fixateur extern versorgten erlitten 3 Patienten eine infektbedingte Lockerung des Osteosynthesematerials mit folgender Fehlstellung.

Bei diesen Patienten lag jeweils eine offene Fraktur vor (zweimal 3° und einmal 1° offen).

Bei einem Patienten kam es nach Anlage des Fixateur extern radialseits postoperativ zum Zusammensintern des Frakturbereiches und zu einem ulnaren Vorschub.

Bei einem polytraumatisiert verletzten Patienten konnte die operative Versorgung einer kompletten Unterarmschaftfraktur nur am Radius vorgenommen werden. Der dort angebrachte Midi-Fixateur extern mit nur je einer Schanz-Schraube in jedem Fragment erbrachte keine ausreichende Stabilität.

Dreimal kam es nach Lockerung des Osteosynthesematerials zu einer Fehlstellung der Fraktur. Dies war einmal bedingt durch einen operativ nicht erfaßten Biegungskeil, der zur Achsabweichung der betroffenen Ulna und zur Frakturdehiszenz führte. Bei zwei Patienten war die Ursache ein operativ fixierter Rotationsfehler.

Beispiel:

Fraktur: 50-jähriger Patient nach einem Autounfall mit kompletter Unterarmchaftfraktur in Schaftmitte, beide Frakturen kurz schräg.



Abbildung 3: Aufnahmebefund 3 Monate nach dem Unfallereignis

Deutliche Fehlstellung und Dislocation des Radius um Schaftbreite nach dorsal und der Ulna nach ventral.

Primär konservative Behandlung in einem auswärtigen Haus mit Reposition und Oberarm-Gips. Da der Patient mit der Therapie unzufrieden war - Pro- und Supination waren erheblich eingeschränkt - , stellte er sich in unserer chirurgischen Abteilung vor, wo sich eine zwar feste, aber in Fehlstellung und mit Achsknick verheilte Fraktur zeigte. (Abbildung 3)

Intraoperativ stellte sich eine erheblich verkürzte Ulna dar, die kallös am Radius fixiert war, radial ebenfalls eine verkürzte Fraktur, zusätzlich in radialer Fehlstellung.

Osteosynthese nach Ablösen des Kallus an beiden Knochen.

Ulna: Kleinfragment-DC-8-Lochplatte; Radius: schmale DC-6-Loch-Platte.

Postoperativer Verlauf: Leichte Callusbildung zwischen Ulna und Radius bei sonst gutem Heilungsverlauf.

Bewertung: Nach konservativer Therapie in Fehlstellung verheilte Unterarmchaftfraktur mit erheblicher Verkürzung der Ulna.

5.1.2. Verzögerter Durchbau

Bei 11 Patienten kam es postoperativ zu einem verzögerten knöchernen Durchbau. Bei einer Patientin führte der konservative Therapieversuch nicht zur ausreichenden knöchernen Durchbauung der Fraktur, so daß eine Osteosynthese nach 3 Monaten erfolgte.

Sechsmal gelang es durch die Osteosynthese nicht, eine genügende Adaptation der Fragmente zu erreichen. Die Folge war ein persistierender Frakturspalt mit verzögertem Durchbau.

Zweimal kam es postoperativ zur Dislokation des Radiusköpfchens nach Monteggia-Frakturen. Dies führte zu einer mangelnden radialen Abstützung im Ellbogengelenk und dadurch zu einer Überbelastung und Lockerung der Ulna-Osteosynthese.

Zweimal stellte sich je eine Zugschraube im Frakturspalt dar, einmal wurde ein Biegekeil nicht erfaßt.

Die gewünschte Kompression und Stabilität konnte nicht erreicht werden. Bei der freien Beweglichkeit (Umwendebewegung) kam es zur Lockerung der Schrauben.

Bei 5 von 11 Patienten lag eine Mehrfragmentfraktur vor.

7 der 11 Patienten wiesen bei Aufnahme eine offene Fraktur auf.

Bei insgesamt 7 Patienten wurde eine Reoperation notwendig.

Von den 11 Patienten erhielt ein Patient eine primäre Spongiosaplastik, 5 Patienten eine sekundäre.

Beispiel:

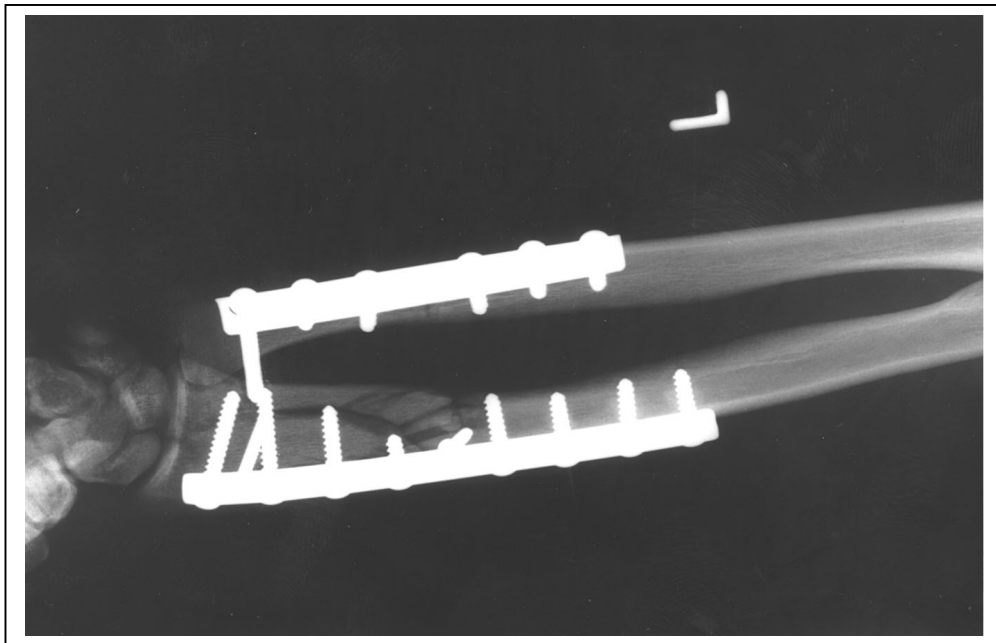


Abbildung 4: Postoperative Röntgenaufnahme

Ein 22-jähriger Motorradfahrer wurde nach Verkehrsunfall mit Gesichtsfrakturen und Schädel-Hirntrauma per Notarztwagen in die chirurgische Notaufnahme eingeliefert.

Fraktur: Aufnahmebefund betreffs des Unterarmes: 1° offene distale Unterarmschaftfraktur links. Ulnar kurzer Schrägbruch distal mit Zusatzfragment und Dislokation der Ulna um Schaftbreite nach radial und ventral, radial Mehrfragment- und Längsfraktur bis ins Handgelenk. Dislokation des Radius um $\frac{1}{2}$ Schaftbreite nach radial und um Schaftbreite nach volar.

Osteosynthese: Radius: Zugschraube und 8-Loch-Neutralisationsplatte mit Kleinfragmentschrauben. Ulna: 6-Loch-Halbrohrplatte.

Postoperativ zeigte sich, daß mit der Platte der radiale Längsfrakturspalt sogar noch vergrößert wurde. Zudem drehte sich die distale ulnare Schraube bis in den Radius hinein, was den Frakturspalt vergrößerte und eine Lysezone zur Folge hatte. (Abbildung 4)

Reoperation: Die Schraube wurde nach 3 Monaten entfernt.

Metallentfernung nach 1½ Jahren.

Nachuntersuchung: Nach 7½ Jahren. Leichte Supinationseinschränkung und starke Pronationseinschränkung. Deutliche Schonhaltung des betroffenen Armes und starke Parästhesien bei Kälteexposition und Kraftanstrengung.

5.1.3. Pseudarthrose

Insgesamt kam es bei 10 Patienten zur Ausbildung einer Pseudarthrose.

Bei einem Patienten kam es bei konservativem Therapieversuch zu einer Dislokation der Fragmente und nachfolgend zu einer hypertrophen Pseudarthrose.

Alle anderen 9 Patienten zeigten eine Pseudarthrose nach Osteosynthese mit der Notwendigkeit einer Reoperation.

Bei vier Patienten dieser 9 Patienten entwickelte sich eine avitale Pseudarthrose.

Eine Osteosynthese war mit einem Rush-Pin im Ausland durchgeführt worden.

Zweimal kam es zum Plattenbruch, einmal wurden verschiedene Plattentypen an Ulna und Radius verwandt (DC-Platte radial, Rekonstruktionsplatte ulnar. Beim zweiten Patienten wurde durch die primäre Operation eine Varusstellung des Unterarmes fixiert. Es kam zu einer hypertrophen Pseudarthrose und 4 Jahre später zur Refraktur.

2 Patienten waren mit Fixateur extern versorgt. Infektbedingt kam es zur Lockerung des Osteosynthesematerials und zur Ausbildung einer Pseudarthrose.

Bei einem Patienten lag eine Zugschraube im Frakturspalt.

4 der 10 betroffenen Patienten hatten eine Trümmerfraktur des Radius erlitten, ein weiterer Patient eine Radiusfraktur mit einem Biegungskeil.

Bei 3 Patienten lag eine Monteggia-Fraktur vor.

Bei den 9 Reoperationen wurde in 6 Fällen eine sekundäre Spongiosaplastik eingesetzt.

Beispiel:



Fraktur: 46-jähriger Patient nach Fahrradunfall mit Monteggia-Fraktur links und Luxation des Radiusköpfchens. Operative Erstversorgung der Fraktur am Unfalltag mit einer 9-Loch-Rekonstruktionsplatte und Zugschraube. (Abbildung 5)

Abbildung 5: Nach der operativen Erstversorgung

Postoperativ: 3 Wochen später wurde die Fraktur des Radiusköpfchens sichtbar; innerhalb von 5 Monaten Durchbau des Radiusköpfchens. Die Ulnafraktur zeigte aber weiterhin keinen Durchbau.

1 Jahr nach der Erst-Operation begannen sich die Schrauben zu lockern, es bildete sich bei sonst ruhiger Fraktur eine avitale Pseudarthrose heraus. (Abbildung 6)

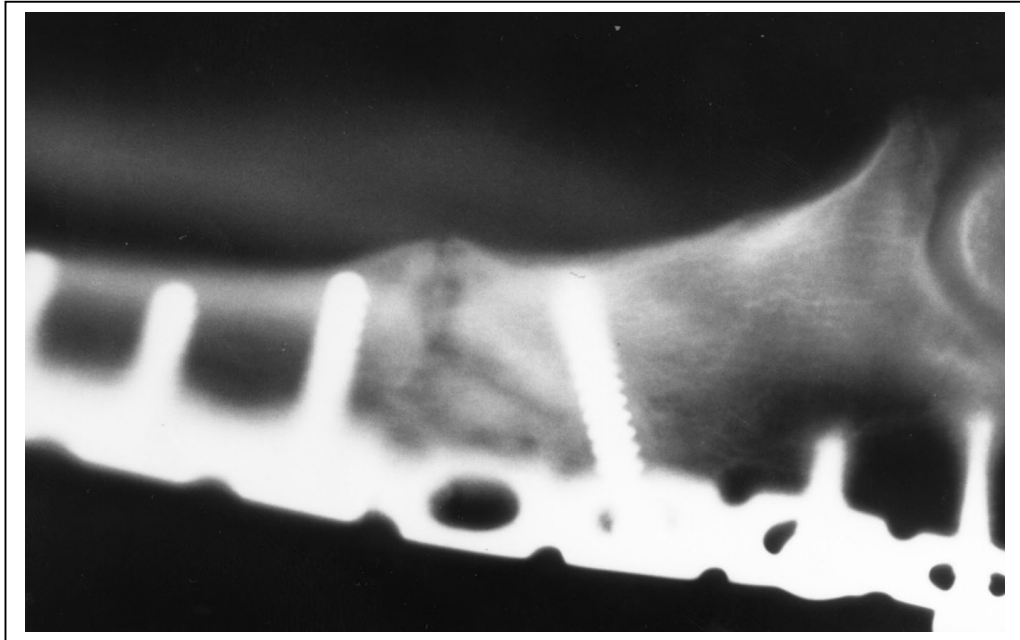


Abbildung 6: 15 Monate später: Hypertrophe Pseudarthrosenbildung (Tomographie)

Reoperation:

Nach 18 Monaten Re-Operation: Entfernung der Zugschraube und Einbringen von autologer Spongiosa. Nach 20 Monaten Metallentfernung, die Pseudarthrose blieb weiter sichtbar. (Abbildung 7)



Abbildung 7: CT nach Metallentfernung

Nach 23 Monaten 2. Reoperation: Dekortication des Fraktur-Bereiches der proximalen Ulna, 8-Loch-Rekonstruktionsplatte, autologe Spongiosaplastik.(Abbildung 8)



Abbildung 8: Reoperation



Abbildung 9: 5 1/2 Jahre nach dem Unfallereignis

Metallentfernung: Nach 36 Monaten Metallentfernung

Nachuntersuchung: Bei der Nachuntersuchung 5 1/2 Jahre nach dem Unfallereignis fand sich eine eingeschränkte Pronation linksseitig bei sonst unauffälligem Befund. Der Patient selber schonte den linken Arm, da er bei manchen Bewegungen unangenehmes Ziehen auf der ulnaren Seite bis in die Schulter spürte. (Abbildung 9)

Beispiel:

Fraktur: Die 67-jährige Patientin hatte als Fußgängerin bei einem Sturz auf das rechte Handgelenk eine proximale Unterarmschaftfraktur mit Radiusköpfchenfraktur rechts erlitten.

Postoperativ: Röntgenologisch zeigte sich postoperativ ein Radiusköpfchen, das nach ventral gekippt steht. Etwas später sah man, daß das Radiusköpfchen nur schlecht adaptiert war. (Abbildung 10)

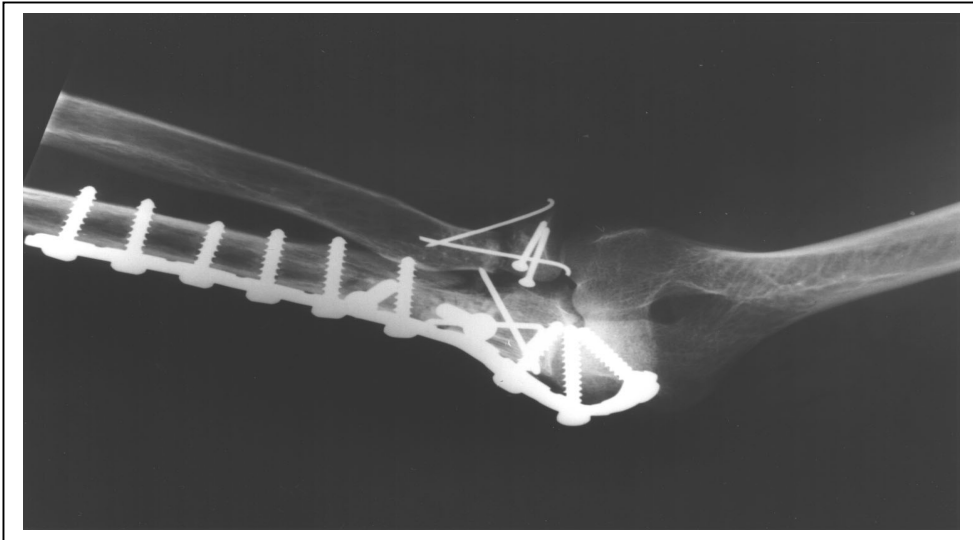


Abbildung 10: postoperatives Röntgenbild

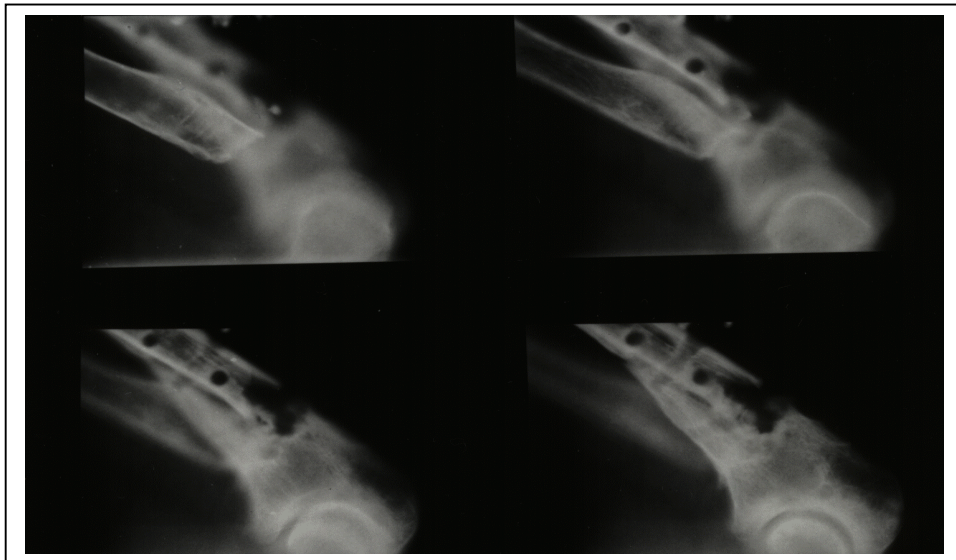


Abbildung 11: Tomographiebilder der Pseudarthrose

Reoperationen: Das Radiusköpfchen wurde 4 Monate später wegen einer Defektpseudarthrose reseziert.

In einer Tomografie weitere 2 Wochen später (Abbildung 11) zeigte sich eine straffe Pseudarthrose sowie ein Knochendefekt im Bereich der proximalen Ulna. Es stand eine Schraube in der Fraktur.

Es erfolgte die Reosteosynthese mit einer 7-Loch-Rekonstruktionsplatte ulnar, die Pseudarthrose wurde ausgeräumt und mit autologer Spongiosaplastik aufgefüllt.

Im weiteren Verlauf zeigte sich eine starke Einschränkung der Pro- und Supination. Allerdings hatte die Patientin an der gleichen Extremität noch eine Radiusextensions-Fraktur erlitten, so daß die frühfunktionelle krankengymnastische Behandlung wegen Schwellung und der Entstehung eines Druckulcus abgebrochen werden mußte.

5.1.4. Refraktur

Fünf Patienten erlitten Refrakturen.

3 Patienten erlitten die Refraktur im Bereich der alten Frakturlokalisierung innerhalb von wenigen Monaten nach der Metallentfernung bei einem Sturz auf der Treppe oder beim Abstützen des Armes.

Das Osteosynthesematerial war jeweils mehr als 2 Jahre verblieben, die Fraktur erschien ausgeheilt.

Bei einem Patienten mit unfallbedingtem Plexusschaden erfolgte die Entfernung des Osteosynthesematerials nach 15 Monaten. 1 Woche später erlitt er die Refraktur beim Abstützen auf die Hand, es lag kein adäquates Trauma vor.

Beispiel:

Fraktur: 1985 hatte die zu dieser Zeit 62-jährige Patientin bei einem Treppensturz eine distale Radiuschaftfraktur links erlitten. Diese wurde osteosynthetisch mit einer schmalen 6-Loch-DC-Platte versorgt. Das gleichfalls frakturierte Ulnaköpfchen wurde reseziert.

Erstmalige **Refraktur** 2 Jahre später (Abbildung 12), es erfolgte die erneute Versorgung mit einer 6-Loch-DC-Platte.

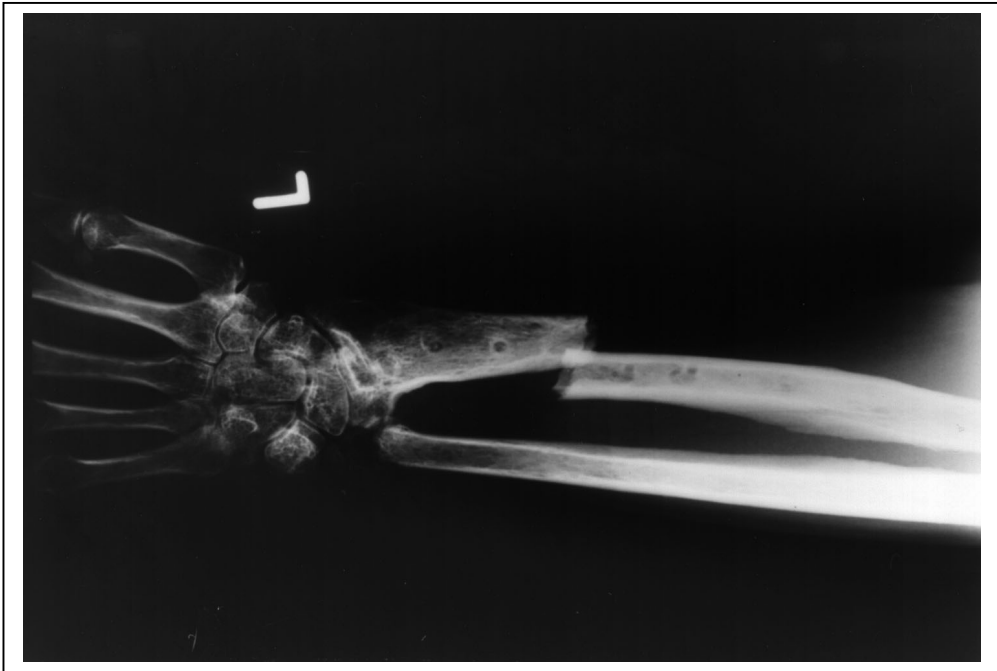


Abbildung 12: Erste Refraktur



Abbildung 13: Zweite Refraktur

Zweite Refrakture 4 Jahre später nach einem erneutem Treppensturz, nachdem 2 Monate zuvor die Metallentfernung vorgenommen worden war. (Abbildung 13)

Reoperation: Die osteosynthetische Revision wurde mit einer 8-Loch-Rekonstruktionsplatte vorgenommen, um die alten Bohrlöcher zu vermeiden. Zudem wurde dieses Mal eine autologe Spongiosaplastik vorgenommen.

Bei der **Nachuntersuchung** 3 weitere Jahre später war die Patientin beschwerdefrei, die Funktion konnte mit sehr gut bewertet werden. (Abbildung 14)



Abbildung 14: Bild der Nachuntersuchung

5.1.5. Plattenlockerung/bruch

Bei 7 Patienten kam es nach der Plattenosteosynthese zu einer Lockerung, bzw. gar zu einem Bruch der Platte (zweimal).

3 mal fanden wir operativ fixierte Rotationsfehler.

Bei zwei weiteren Osteosynthesen konnte keine hinreichende Kompression erzielt werden.

Einmal konnte ein Biegungskeil nicht erfaßt werden, ein anderes Mal stellte sich postoperativ eine Zugschraube im Frakturspalt dar.

3 der 7 Patienten hatten eine Monteggia-Fraktur erlitten (siehe auch 5.1.6.).

Beispiel:



Abbildung 15: Plattenbruch 4 Jahre nach Osteosynthese

Fraktur: 39-jähriger Patient stürzte von der Leiter und zog sich eine komplette Unterarmschaftfraktur in Schaftmitte rechts zu. Auswärtige operative Versorgung (1980) mit 5-Loch-Drittelrohrplatte ulnar und 6-Loch-Drittelrohrplatte radial und Zugschraube. Auffälligerweise wurden Imbusschrauben benutzt.

4 Jahre später

Plattenbruch radial. Der Unterarm befand sich in auffälliger Varusstellung.

Ulna: Die 5-Loch-Drittelrohrplatte zeigte einen deutlichen Achsenknick, die Fraktur war aber fest verheilt, am proximalen Ende waren die Schrauben gelockert. Radius: 6-Loch-Drittelrohrplatte + Zugschraube; hypertrophe Pseudarthrose, typischer Plattenbruch. (Abbildung 15)
Es erfolgte keine operative Revision.

Der Patient stellte sich nach über 6 Jahren in unserer chirurgischen Abteilung vor. (Abbildung 16)

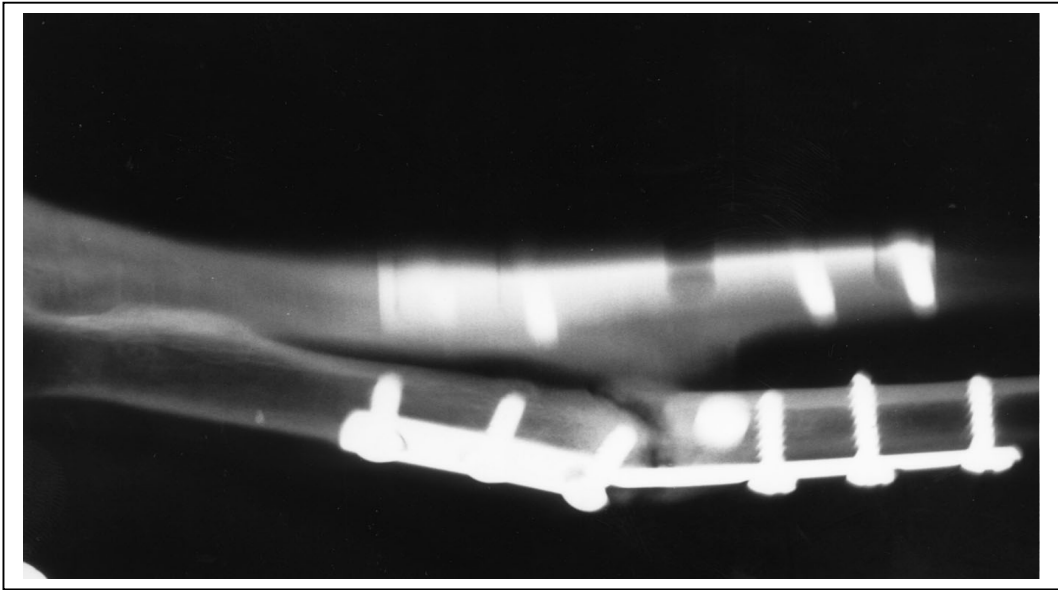


Abbildung 16: Tomographie vor der operativen Revision

Reoperation: Sofortige operative Revision mit je einer 8-Loch-DC-Platte und Zugschrauben. Der Radius stand jetzt achsengerecht und gut durchbaut, die Ulna zeigte sich weiterhin durchgebogen. Trotz radiologischer Mehrbelegung und zeitweiligem klinischem Verdacht entwickelte sich kein Brückencallus. Im weiteren Verlauf heilte die Fraktur aus.

Nachuntersuchung: 7 Jahre nach der Reoperation. Nach dem Plattenbruch litt der Patient für ca. 2 Jahre unter starken analgetika-pflichtigen Schmerzen im rechten Unterarm.

Bei noch liegendem Plattenmaterial gab der Patient an, daß er als ehemaliger Rechtshänder auf Grund mangelnder Kraft und Belastungsschmerzen in dem rechten Arm viele Sachen mit links machen mußte.

Der Allen-Test war rechts deutlich verlängert, die linke Hand deutlich wärmer als rechts. Rechtshändig häufiges Einschlafgefühl von Hand und Unterarm.

Die Supinationsbewegung rechts war erheblich eingeschränkt. Eine ehemals handwerkliche Berufstätigkeit mußte zugunsten einer Bürotätigkeit aufgegeben werden.

Beispiel:

Fraktur: Eine 82-jährige Patientin war gestürzt und hatte eine distale Unterarmchaftfraktur erlitten. Am Unfalltag frustraner konservativer Therapieversuch mit Reposition und Gips. Es kam zum Abrutschen der Fraktarenden.

Bei der operativen Versorgung am nächsten Tag wurden verschiedenartige Platten genommen (7-Loch-DC ulnar; 7-Loch-Rekonstruktionsplatte radial). (Abbildung 17)

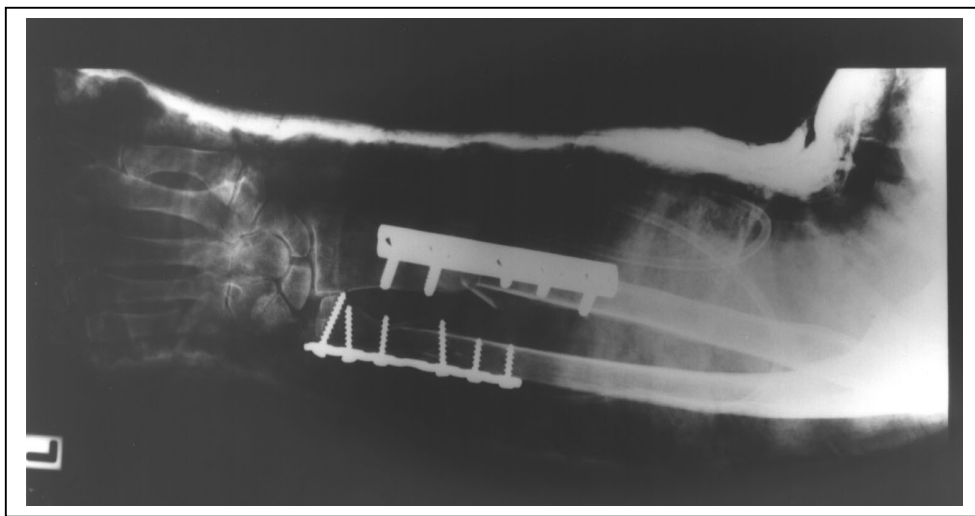


Abbildung 17: 1 Tag nach dem Unfall - postoperativ

Im **postoperativen** Röntgenbild war ein Kalibersprung erkennbar, zudem war ein radialer Rotationsfehler durch die Osteosynthese entstanden; schließlich lockerte die ulnare Platte aus, vor allem proximal, die Schrauben konnten das Osteosynthesematerial nicht halten. (Abbildung 18)

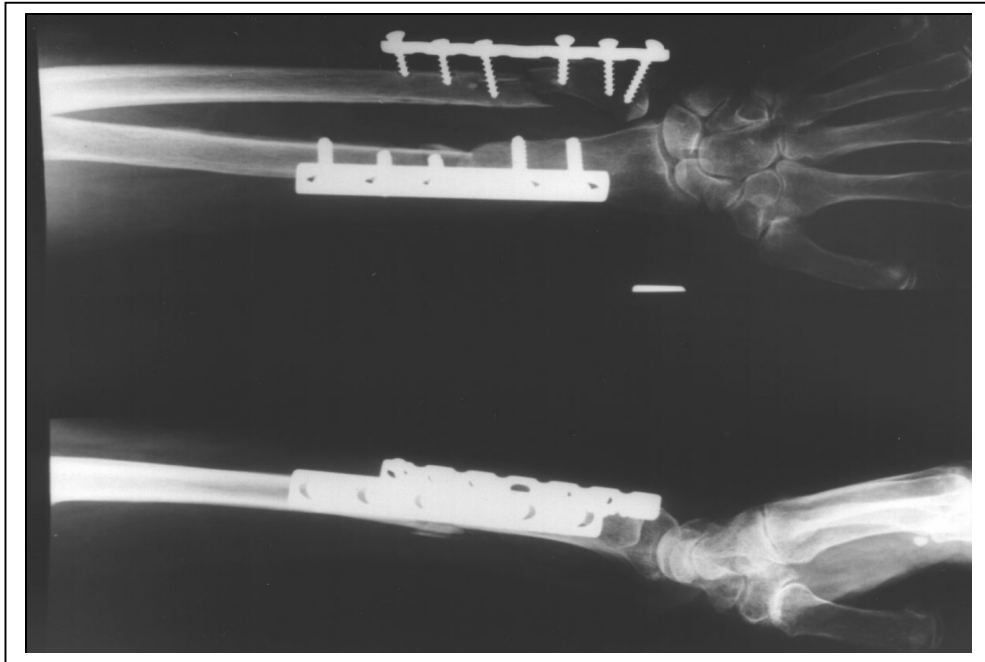


Abbildung 18: 2 Monate nach der Osteosynthese

Es kam zur Reoperation (6-Loch-DC-Platte radial, Entfernung der ulnaren Platte), allerdings blieb die Achsenverschiebung bestehen. Die radialen distalen Schrauben lockerten aus, eine Callusbildung an beiden Knochen blieb aus, es kam zur Dislokation nach volar und ulnar. Es war kein Halt möglich, weil auch ulnar kein Halt bestand. (Abbildung 19)

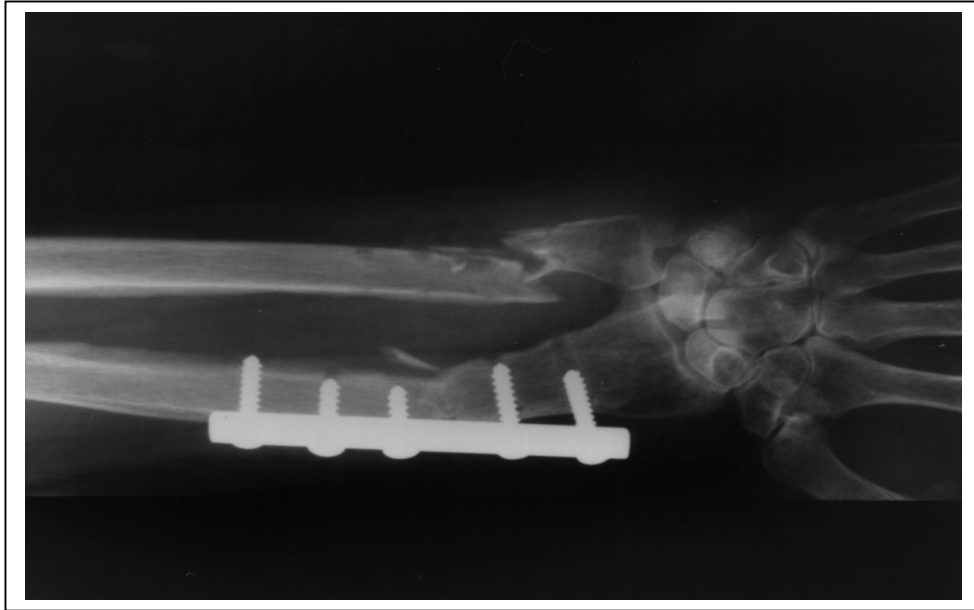


Abbildung 19: 3 Monate nach der Osteosynthese – Metallentfernung radial

5.1.6. Komplikationen bei Patienten mit Monteggia-Frakturen

9 Patienten erlitten eine Unterarmfraktur im Sinne einer Monteggia-Fraktur. Bei 6 Patienten (= 66,6%) entwickelten sich postoperativ Komplikationen.

Bei drei Patienten erwies sich die Primäroperation als nicht stabil.

Es kam zweimal zur Lockerung der ulnaren Platte. Beim dritten Patienten lag eine Zugschraube im ulnaren Frakturspalt.

Im Verlauf entwickelte sich bei diesen drei Patienten ein Pseudarthrose.

Zwei weitere Patienten mußten sich einer Reoperation unterziehen, da durch die Osteosynthese eine anatomisch korrekte Wiederherstellung des Radiusköpfchens nicht gelungen war.

Bei einer Patientin bestand postoperativ eine extrem eingeschränkte Funktion. Das Radiusköpfchen war mit einer Mini-Platte versorgt worden, die die Bewegung im Ellbogengelenk behinderte.

Beispiel:

Fraktur: 18 jähriger Patient nach Motorradunfall mit proximaler Ulnaschaftfraktur links. Operative Versorgung im auswärtigen Haus mit Kleinfragment-DC-8-Lochplatte.

Postoperativ: 3 Monate später - bei Aufnahme in unserer Abteilung - zeigte das Röntgenbild eine Fraktur mit fehlendem Durchbau und Resorption im Bruchspalt, unter der Platte war wenig Callus vorhanden.



Abbildung 20: Röntgenbild bei Aufnahme nach Osteosynthese im auswärtigen Haus

Die Schrauben waren völlig gelockert. Die Achse war nach medial abgewichen. (Abbildung 20)

Reoperation mit 7-Loch-DC-Platte und autologer Spongiosa. Im weiteren Verlauf guter Durchbau und Metallentfernung nach einem Jahr.

Nachuntersuchung: Bei der Nachuntersuchung 6 Jahre danach bis auf leicht eingeschränkte Supinations-/Pronationsbewegung unauffälliger Befund.

5.1.7. Synostose

Ein halbes Jahr nach osteosynthetischer Versorgung einer Monteggia-Verletzung wurde bei einer Patientin eine Synostose zwischen Ulna und Radius im proximalen Drittel entfernt. Die Radiusköpfchenluxations-fraktur wurde mit einer kleinen T-Platte von lateral fixiert.

Ein zweiter Patient mit schwerem Schädel-Hirntrauma nach Verkehrsunfall wies nach einer in Fehlstellung verheilten ehemals 2°-offenen distalen Unterarmschaftfraktur in der Nachuntersuchung einen Brückencallus von 1,5 cm auf, der 1 Jahr nach der osteosynthetischen Versorgung abgetragen wurde.

Bei beiden Patienten kam es weder in der ersten Operation noch in der Reoperation zum Einsatz von Spongiosaplastik.

5.1.8. Infekt

Von 16 Patienten mit offenen Frakturen entwickelte sich bei 4 Patienten (1 mal 1°, 1 mal 2°, 2 mal 3° offen) eine posttraumatische tiefe Infektion. Auf Grund der Infektion entstand kein knöcherner Durchbau. Daher wurde eine operative Revision notwendig.

Die geschlossenen Frakturen zeigten keine Infekte.

5.1.9. Nervenschäden

Bei einem Patienten kam es zu einer postoperativ neu aufgetretenen Radialisläsion mit Ausbildung einer klassischen Fallhand und deutlichen Kraftminderung gegenüber dem anderen Arm. Bei einer späteren neurologischen Untersuchung hatte sich die Fallhand weitgehend zurückgebildet.

Eine neurologische Untersuchung der aufgetretenen Nervenschäden zeigte, daß 4 Patienten einen primären, durch das Unfalltrauma bedingten Nervenschaden aufwiesen.

Es handelte sich dreimal um Plexusschäden des betroffenen Armes mit persistierenden neurologischen Störungen. Einmal führte eine Weichteilquetschung des Unterarmes zu bleibenden Schäden an N. medianus und N. ulnaris.

Der weitere Heilungsverlauf dieser vier Patienten stellte sich wie folgt dar: Bei drei Patienten mit Plexusschaden entwickelte sich zweimal eine Pseudarthrose und einmal eine Durchbauverzögerung jeweils bei fehlender Kompression der Frakturenden nach Osteosynthese. Bei dem vierten Patienten kam es zu einer Durchbauverzögerung nach Infekt bei großem Weichteiltrauma.

5 Patienten wiesen postoperative reversible Irritationen des N. Ulnaris (3 mal) oder des N. Medianus (3 mal) auf.

Eine weitere Patientin zeigte eine bewegungsabhängige und nach Metallentfernung verschwundene Ulnarisirritation.

6. Reoperationen

Von 76 Patienten wurden 74 operiert, von diesen wiederum mußten 28 (=37,8%) reoperiert werden. 6 Patienten mußten zweimal, 2 Patienten 3 mal und 1 Patient 4 mal reoperiert werden. Insgesamt waren 41 Reoperationen notwendig. Die Gründe für die Re-Operationen liegen in oben genannten Komplikationen.

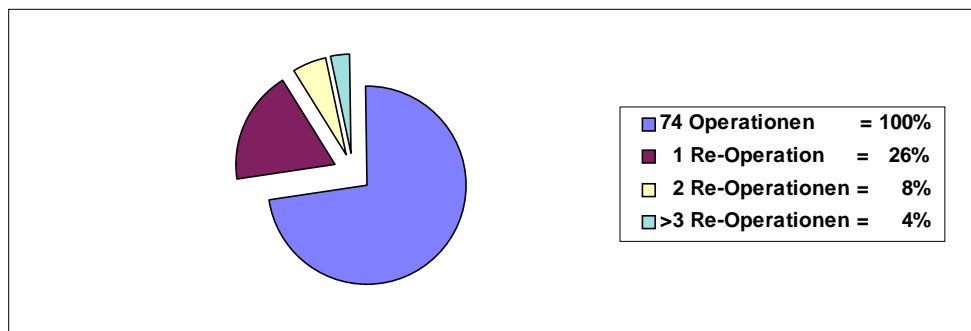


Diagramm 5: Prozentanteile der Reoperationen

7. Konservativ versorgte Unterarm-Schaft-Frakturen

Bei 23 von 76 Patienten (= 30,26 %) wurde primär ein konservativer Therapieweg eingeschlagen.

Bei 17 Patienten wurde nach Reposition der Fraktur eine Gipsruhigstellung vorgenommen. Die Art der Fraktur betraf sowohl komplette Unterarmschaftfrakturen (n=10), als auch isolierte Radius-, bzw. Ulnaschaftfrakturen (n=2, bzw. 5).

4 Patienten erhielten eine aufgeschobene Osteosynthese, da lebensgefährliche Begleitverletzungen eine andere Prioritätensetzung in der Behandlung verlangten.

Eine Patientin wurde auf Grund ihres schlechten Allgemeinzustandes konservativ versorgt.

Die Infektion eines Fixateurs extern führte zu einer Fortführung der Behandlung im Sinne einer konservativen Therapie.

Bei allen konservativen Therapieversuchen konnte das Repositionsergebnis nicht gehalten werden und es kam regelhaft zu Fehlstellungen.

16 Patienten wurden operiert. Lediglich eine Patientin bestand trotz Abrutschen der Fraktarenden auf eine Weiterführung der konservativen Therapie. Hier ist uns der weitere Verlauf unbekannt.

Der Zeitraum vom Unfalltag bis zur Operation erstreckte sich von 1 bis zu 98 Tagen, im Durchschnitt 29,7 Tage.

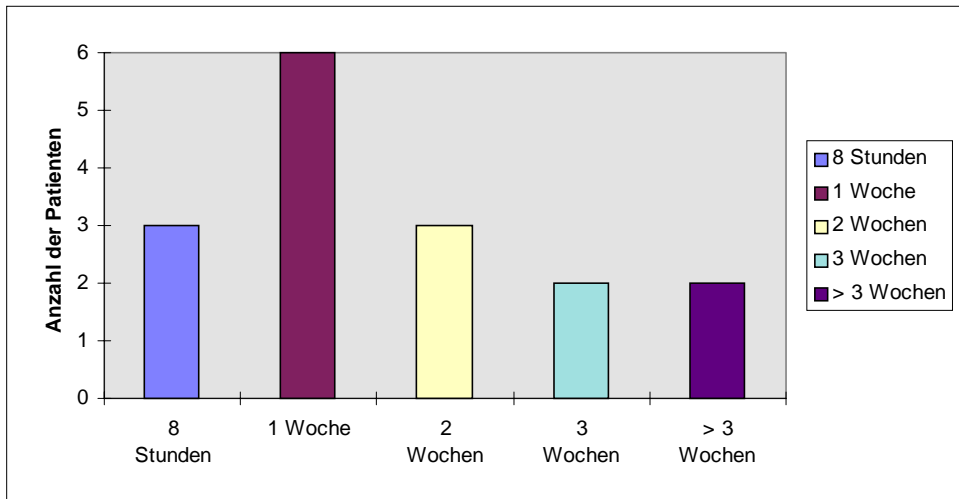


Diagramm 6: Zeitraum vom Unfalltag bis zur Operation (nach konservativem Therapieversuch)

8. Ergebnisse der Nachuntersuchung

Entsprechend dem Bewertungsschema der Unterarmchaftfrakturen nach H.-J. Oestern/Tscherne ergibt sich in Abhängigkeit von Bewegungseinschränkung, Funktion und Beschwerdebild folgendes Gesamtergebnis:



Diagramm 7: Ergebnisse der Nachuntersuchung

30 Patienten hatten in der Nachuntersuchung ein gutes bis sehr gutes Ergebnis. 15 Patienten wiesen ein befriedigendes bis mäßiges Ergebnis auf.

Im weiteren wird dieses Gesamtergebnis weiter differenziert.

8.1. Differenzierung der Gesamtergebnisse

8.1.1. Gesamtergebnis im Vergleich der Altersgruppen

Alter	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Durchschnitt
16 - 25 Jahre n = 13	3	6	3	1	2,15
26 - 35 Jahre n = 9	4	1	1	3	2,33
36 - 45 Jahre n = 7	3	2	0	2	2,14
46 - 55 Jahre n = 6	1	2	2	1	2,5
56 – 65 Jahre n = 3	1	1	1	0	2,0
66 – 75 Jahre n = 9	4	3	0	2	2,0

Tabelle 13: Gesamtergebnis im Vergleich der Altersgruppen

Die Aufschlüsselung nach Alter ergibt im Vergleich zur allgemeinen Gesamtnote keine wesentlich anderen Ergebnisse

8.1.2. Gesamtergebnis und Aufschlüsselung nach Geschlecht

	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Durchschnitt
Weiblich n = 15	5	6	1	3	2,13
Männlich n = 25	10	9	5	6	2,68

Tabelle 14: Gesamtergebnis und Aufschlüsselung nach Geschlecht

Hiernach schneiden Frauen gegenüber Männer erheblich besser ab.

Allerdings relativiert sich das Ergebnis unter dem Gesichtspunkt, daß von 18 polytraumatisiert Verletzten nur 3 Frauen waren. Gleiches gilt für den Aspekt Arbeitsunfall. Unter 16 Patienten befand sich nur eine Frau.

8.1.3. Gesamtergebnis und OP-Zeitpunkt

	Note 1	2	3	4	Durchschnitt
Sofort-OP					
n = 17	4	6	1	7	2,61
in %	22,2	33,3	5,5	38,8	
bis 1 Woche					
n = 11	6	3	2	0	1,63
in %	54,4%	27,2	18,1	0	
bis 7 - 14 Tagen					
n = 5	2	2	0	1	2,0
in %	40	40	0	20	
bis 14 - 21 Tagen					
n = 1	0	1	0	0	2,0
<i>Nach 3 Wochen</i>					
n = 10	3	3	3	1	1,9
in %	30	30	30	10	

Tabelle 15: Gesamtergebnis in Relation zum OP-Zeitpunkt

Damit schneidet die Gruppe der Notfallosteosynthese am schlechtesten ab.

In der Gruppe mit dem schlechtesten Ergebnis (fett umrandet) befinden sich allein 6 Patienten mit schwersten Unterarmverletzungen.

Davon:

2 Patienten mit bleibendem Plexusschaden der betroffenen Extremität

3 Patienten mit Trümmerfrakturen

1 Patient mit Plattenbruch und Refraktur

Im Verlauf entwickelten sich in diesem Untersuchungskollektiv folgende Komplikationen (Mehrfachnennungen):

- 4 mal eine Pseudarthrose
- 4 mal eine revisionsbedürftige Fehlstellung.
- 2 mal eine Synostose zwischen Ulna und Radius.

8.1.4. Gesamtergebnisse in Abhängigkeit von der Lokalisation der Fraktur

Frakturart	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Durchschnitt
Ulna-Fraktur mittl. Drittel n = 7	2	4	1	0	1,8
Radius-Fraktur mittl. Drittel n = 2	1	0	1	0	2,0
UA-Fraktur mittl. Drittel n = 14	3	5	3	3	2,42
UA-Fraktur prox. Drittel n = 3	2	0	0	1	2,0
UA-Fraktur distales Drittel n = 8	3	2	2	1	2,33

Tabelle 16: Gesamtergebnis in Abhängigkeit von der Frakturlokalisierung

8.1.5. Gesamtergebnis und Begleitfrakturen, Polytrauma, Schädel-Hirn-Trauma

Eine Unterarmschaftfraktur im Rahmen eines Polytrauma, sowie ein begleitendes Schädel-Hirn-Trauma beeinflussten das Gesamtergebnis wie folgt:

Verletzungsart Anzahl (n=25)	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Durchschnitt
Polytrauma n = 15	5	3	4	3	2,33
Schädel-Hirn-Trauma n = 10	2	2	3	3	2,7

Tabelle 17: Beeinflussung des Gesamtergebnisses durch Polytrauma oder Schädel-Hirn-Trauma

8.1.6. Gesamtergebnis in Abhängigkeit von der Wahl des Implantates

Beurteilt sind ausschließlich komplette Unterarmfrakturen

	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Durchschnitt
Osteosynthese ausschließlich mit DC-Platten	4	4	2	2	2,16
Osteosynthese ohne DC-Platten	0	1	2	2	3,2
Osteosynthese mit verschiedenen Plattentypen	1	1	1	2	2,33
Osteosynthese mit Fixateur extern	0	0	0	4	4,0
Rekonstruktionsplatte an Ulna oder Radius	3	6	1	3	2,3

Tabelle 18 :Beeinflussung des Gesamtergebnisses durch das Osteosynthesematerial

8.1.7. Gesamtergebnis bei Versorgung mit Spongiosaplastik

	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Durchschnitt
Primäre Spongiosaplastik n = 6	2	3	1		1,83
Sekundäre Spongiosaplastik n = 10	2	3	1	4	2,70

Tabelle 19 :Beeinflussung des Gesamtergebnisses durch den Einsatz von Spongiosaplastik

8.1.8. Gesamtergebnis in Abhängigkeit von Komplikationen

Betrachtet man das Gesamtergebnis der Nachuntersuchung bei all denen, die postoperative Komplikationen erlitten, so erhielten 6 Patienten (= 23 %) die Note sehr gut, 9 (= 34,6 %) die Note gut, 3 (= 11,5 %) die Note befriedigend und 8 (= 30,7 %) eine mäßige Beurteilung.

	Note 1 [%]	Note 2 [%]	Note 3 [%]	Note 4 [%]	Durchschnitts- note
alle Patienten n = 45	15 34,1	15 34,1	6 13,6	9 20,4	2,25
Mit Komplikationen n = 26 [in %]	6 23,0	9 34,6	3 11,5	8 30,7	2,5
Reoperation n = 20	5	4	3	8	2,7
Refraktur n = 5	3	0	0	2	2,2
Pseudarthrose n = 7	0	4	0	3	2,85
Fehlstellung n = 5	0	0	0	5	4,0
Durchbauverzögerung n = 6	1	3	2	0	2,16
Synostose n = 3	0	0	1	2	3,66
Infektion n = 4	1	0	1	2	3,0
Nervenschaden n = 3	0	0	1	2	3,66

Tabelle 20 :Beeinflussung des Gesamtergebnisses durch Komplikationen

Trotz einer Durchbauverzögerung erzielten die betroffenen Patienten in der Nachuntersuchung gute Ergebnisse.

Die Entwicklung einer Pseudarthrose führte zu einem gesplitteten Gesamtergebnis mit guten und maximal schlechten Ergebnissen. (siehe Diskussion)

Die schlechtesten Ergebnisse sahen wir bei Frakturheilungen mit Synostosen, sowie bei vorliegenden Nervenschäden und postoperativen Fehlstellungen, von denen wiederum drei von fünf Patienten einen Fixateur extern erhalten hatten.

8.1.9. Gesamtergebnis und Frakturtyp

	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Durchschnitt
Monteggia-Fraktur n= 6	2	3	0	1	2,0
Komplette Unterarmfraktur n= 29	9	7	5	8	2,4
Ulnafraktur n= 14	5	8	1	0	1,7
Radiusfraktur n= 2	1	0	0	1	2,5

Tabelle 21 : Gesamtergebnis in Abhängigkeit vom Frakturtyp

Patienten mit isolierten Ulnafrakturen und Monteggia-Verletzungen schneiden im Durchschnittsergebnis besser ab.

8.1.10. Gesamtergebnis untersucht nach Komplikationen und Frakturlokalisation

In Auswertung der komplizierten Verläufe und der Fehler, die diese Verläufe verursachten, stellte sich die Frage, ob die Frakturlokalisation von Relevanz sei.

Wir stellten die Vermutung auf, daß das System Fehler verzeiht, je näher die Fraktur in Richtung der Gelenke lokalisiert ist.

Bewertet man ausschließlich die komplizierten Verläufe, so ergibt sich folgendes Bild:

Komplette Unterarm-Frakturen	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Durchschnitt
Mittleres Drittel n= 7	0	1	2	3	3,3
Distales Drittel n= 5	2	0	1	2	2,6

Tabelle 22 : Gesamtergebnis der komplizierten Heilungsverläufe in Abhängigkeit von der Frakturlokalisation

Unterarmfrakturen in Schaftmitte müssen exakt reponiert werden. Auch bei nur geringgradigen Fehlstellungen resultieren ansonsten Komplikationen. Bei unserem Patientenkollektiv wiesen 36% dieser Patienten postoperative Komplikationen aus. Sie litten vor allem unter erheblich eingeschränkter Supinations-/Pronationsbewegung, sowie deutlichem Kraftverlust der betroffenen Extremität.

Gleiches gilt mit Einschränkung auch für die distale Unterarmschaftfraktur. Insgesamt zeigen Patienten mit distalen Unterarmschaftfrakturen in der Nachuntersuchung sowohl objektiv als auch subjektiv bessere Ergebnisse als Patienten mit Unterarmschaftfrakturen im mittleren Drittel. Es ist jedoch von wesentlicher Bedeutung, daß diese Frakturen eine ausgedehnte Gelenkbeteiligung aufwiesen. Häufig erfolgte die Versorgung mit dem Fixateur extern.

Die proximale Unterarmfraktur ist mangels Patienten im Kollektiv nicht beurteilbar.

8.1.11. Gesamtergebnis und Mehrfragmentfrakturen

	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Durchschnitt
Mehrfragmentfraktur insgesamt n = 10	2	2	2	4	2,8
Mehrfragmentfraktur Ulna n = 5	2	1	1	1	2,2
Mehrfragmentfraktur Radius n = 7	0	1	2	4	3,0
Osteosynthese mit primärer Spongiosaplastik n = 2	0	2	0	0	2,0
Osteosynthese ohne primäre Spongiosaplastik n = 4	0	0	2	2	3,5

Tabelle 23 : Gesamtergebnis der Mehrfragmentfrakturen

8.1.12. Gesamtergebnisse und Weichteilzustand

	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Durchschnitt
Offene Frakturen n = 15	2	5	3	5	3,13
Geschlossene Frakturen n = 30	13	10	3	4	1,8
Nervenschädigung n = 8	1	1	1	5	3,25

Tabelle 24 : Gesamtergebnis in Abhängigkeit vom Weichteilzustand

9. Röntgenologische Ergebnisse

Aus der Gesamtanzahl von 45 nachuntersuchten Patienten konnten 42 geröntgt werden. 2 Patienten wurden aufgrund ihres reduzierten Allgemeinzustandes zu Hause nachuntersucht, eine Patientin lehnte eine Röntgenaufnahme ab.

Die Aufnahme erfolgte in üblicher Weise in 2 Ebenen.

Bis auf eine Patientin konnte bei allen anderen der knöcherne Durchbau radiologisch festgestellt werden.

Anzahl (N=41)	Prozent	
22	48,8%	war dies nach maximal 4 Monaten erreicht
14	31,1%	nach maximal 6 Monaten
5	11,1 %	dauerte der Heilungsverlauf komplikationsbedingt länger als 6 Monate, maximal 3 Jahre

Tabelle 25: Zeitpunkt des radiologischen Durchbaus

16 von 27 Patienten (ca. 60%) mit einer kompletten Unterarmfraktur wiesen bei der radiologischen Nachuntersuchung einen ulnarem Vorschub von 1 mm bis maximal 10 mm auf.

Dieses radiologische Ergebnis korreliert in deutlicher Weise mit einer entsprechenden Supinations-/Pronationsbewegungseinschränkung. Je größer der ulnare Vorschub, desto größer auch die Behinderung des distalen Radio-ulnargelenkes und damit auch im Ellbogengelenk. Jenseits von 2 mm ulnarem Vorschub nimmt die Supinations-

/Pronationsbewegungseinschränkung entscheidend zu, sodaß auch eine Verschlechterung des Gesamtergebnisses die Folge ist.

ulnarer Vorschub n= 19	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Durchschnitt
Bis 2 mm	3	2	1	0	1,66
Bis 3 mm	0	2	2	2	3,0
> 3 mm	1	0	1	5	3,2

Tabelle 26: Gesamtergebnis in Abhängigkeit vom Ausmaß eines ulnaren Vorschubes

Nicht so ausgeprägt, aber ebenfalls meßbar und teilweise von den Patienten als hindernd beschrieben war die seitliche Deviationseinschränkung im Handgelenk.

Eine ideale Stellung fand sich bei 16 Patienten (35,5%).

Bei 3 Patienten verheilte die Fraktur unter Bildung eines Achsenknickes von 5 Grad, bei 3 bis zu 10 Grad, bei weiteren 3 über 10 Grad. Bei einem Patienten verheilte die Ulna in deutlicher Varusstellung.

13 Patienten (28,8%) kamen mit liegendem Osteosynthesematerial zur Nachuntersuchung. Bei 4 Patienten waren aus technischen Gründen eine Schraube, bzw. ein Spickdraht nicht entfernt worden.

6 mal zeigten die Bilder Entkalkung, bzw. Inaktivitätsosteoporose der betroffenen Knochen.

Zweimal sahen wir eine Synostose zwischen Radius und Ulna.

10. Subjektive Beschwerden der Patienten

36 von 45 nachuntersuchten Patienten (=80%) klagten subjektiv über ernstzunehmende und jenseits der knöchernen Heilung fortbestehende Beschwerden . 9 Patienten (= 20%) gaben an, beschwerdefrei zu sein. Folgende Beschwerden wurden im wesentlichen angegeben:

Schmerzen

Taubheitsgefühle/Parästhesien

Sogenannte Wetterfühligkeit, d.h. die Beschwerden treten bei
Wetterwechsel auf

Plötzlicher Kraftverlust / Feinmotorische Probleme

10.1. Schmerzen

22 Patienten (= 48,8 %) gaben auf die Frage nach Beschwerden an, daß sie während und nach dem ossären Heilungsverlauf noch Schmerzen hatten.

Bei 2 Patienten verschwanden diese Schmerzen nach wenigen Monaten.

Von den restlichen 20 Patienten (= 44,8%) verspürten die Hälfte temporär Schmerzen, selbst wenn sie den betroffenen Arm nicht belasteten, also bei Berührung oder gar ohne Berührung.

Die andere Hälfte verspürte starke Schmerzen bei Belastung, z.B. beim Fahrradfahren und Heben von Lasten, was zu einer deutlichen subjektiven Einschränkung in der Funktionsfähigkeit des Armes führte.

10.2. Parästhesien

Insgesamt 12 (= 26,6%) Patienten gaben an, daß sie häufig an kurzzeitigen Parästhesien oder Taubheitsgefühlen im betroffenen Unterarm litten.

10.3. Wetterfühligkeit

10 Patienten (= 22,2%) gaben auf die Frage nach Beschwerden bei der Nachuntersuchung an, daß sie bei Wetterwechsel Beschwerden im Sinne von Parästhesien im Unterarm hätten. Diese wurden beschrieben mit Taubheitsgefühlen, Kribbeln, Ziehen im Unterarm bis hin zu stechenden Schmerzen.

10.4. Feinmotorik/Kraftverlust

Insgesamt 6 (= 13,3%) Patienten berichteten, daß sie mitunter plötzlich einen Kraftverlust erleiden würden.

"Ich kann auf einmal die Gabel nicht mehr halten"

"Mir fällt plötzlich die Tasse aus der Hand"

"Ich kann den Tennisschläger nicht mehr halten".

10.5. Analgesie und postoperative Beschwerden

In der Nachuntersuchung wurden alle Patienten befragt, ob sie präoperativ im subjektiven Erleben eine für sie ausreichende Analgesie bekommen hätten. 13 der 45 Patienten schieden als polytraumatisiert verletzte Patienten, die somit vom Notarzt versorgt wurden, aus.

11 Patienten erlebten die Analgesie als hinreichend. 17 Patienten hatten präoperativ starke Schmerzen. Insbesondere bei Repositionsversuchen sei die verabreichte Analgesie als nicht ausreichend empfunden worden.

11. Soziale Situation

Wir untersuchten die berufliche Situation:

Anzahl (N=41)	Prozent	
4	8,8%	Auf Grund der Verletzungen im Rahmen eines Polytraumas wurden 4 Patienten arbeitsunfähig und bezogen eine Rente.
10	22,2%	Diese Patienten mußten aufgrund der Folgen ihrer Verletzungen einen Berufswechsel vornehmen.
19	42,2%	erlitten keine berufliche Nachteile.
12	26,6%	waren vorher wie nachher ohne berufliche Tätigkeit.

Tabelle 27: Die Entwicklung der beruflichen Situation

Von den 33 berufstätigen Patienten haben 14 (= 42%) durch die Folgen ihrer Verletzungen eine gravierende Änderung der beruflichen Situation erlebt.

IV. Diskussion

1. Indikation und Methode

1.1. Konservative Therapie

Auf Grund der ungünstigen Ergebnisse ist die konservative Versorgung der kompletten Unterarmschaftfraktur heute verlassen.

Rueger et al. halten jedoch wenig dislozierte, gut reponier- und retinierbare Frakturen (isolierte Radiuschaft-, Monteggiafrakturen, komplette Unterarmschaftfrakturen) durchaus für konservativ versorgbar, wenn die Röntgenkontrolle unmittelbar nach Reposition und 4 Tage danach ein ausgezeichnetes Ergebnis zeigen (Rueger et al., 1989;).

In der Bewertung der konservativen Therapie bei unserem Patientenkollektiv kommen wir zum Ergebnis, daß es nach Reposition und Retention der Unterarmschaftfraktur so gut wie immer zur sekundären Dislokation kam, auch bei der isolierten Ulnaschaftfraktur. Dieses Behandlungsergebnis war so unbefriedigend, daß die Osteosynthese der Fraktur vorgenommen werden mußte.

Allerdings befanden sich in unserem Kollektiv mehrere Patienten, die in anderen Häusern konservativ vorbehandelt worden waren, wodurch bis zur Operation teilweise 3 Monate vergingen.

Zwar hat sich das Ergebnis dieser Patienten mit primär konservativem Therapiekonzept gegenüber den primär operativ versorgten nicht verschlechtert, dennoch muß nach dem Eindruck unseres Patientenkollektives mit der hohen Anzahl mißglückter konservativer Therapieversuche (84%) die primäre Osteosynthese der Unterarmschaftfraktur als Therapie der Wahl bezeichnet werden.

Die konservative Einrichtung eines Unterarmbruches, sowie das Halten des Repositionsergebnisses bis zur Heilung des Bruches, ist wesentlich schwieriger und diese Kunst ist weitgehend verloren. Die operative Behandlung – Einrichtung in offener Wunde und Osteosynthese – hat den Vorteil, daß sie technisch leichter ist (Krösl und Gambal, 1989;).

Schöntag, Schöttle und Jungbluth ermittelten aus einer Gruppe von 109 konservativ versorgten Schaftfrakturen des Unterarmes 19,3% (n = 21) befriedigende bis mäßige Resultate in der Nachuntersuchung. Sie wiesen darauf hin, daß nach dem Schweregrad der Verletzten die Lage der Fraktur im mittleren Drittel eine Rolle spielte.

Je ein Drittel der Patienten zeigte korrekturbedürftige Achsfehlstellungen, bzw. eine überschießende Callusbildung mit konsekutiver Pro- und Supinationseinschränkung. Bei zweien bestanden Pseudarthrosen, in 3 Fällen entstand ein Brückencallus sowie 2 schwere Arthrosen im Handgelenk (Schöntag, Schöttle und Jungbluth, 1989;).

Infolge der antagonistisch wirkenden Muskelkräfte und der hohen Zugkraft der Membrana interossea auf beide Unterarmknochen kommt es bei konservativer Behandlung von Unterarmschaftfrakturen häufig zu deutlichen Achsenfehlstellungen mit verzögerter Knochenbruchheilung und Ausbildung von Pseudarthrosen (J. Ahlers, M. Sarvestani und C.-H. Schweikert, 1977).

Bestätigt wird diese Einschätzung auch durch W. Küsswetter und C.J. Wirt, die neben anderen Autoren die Reposition und Retention des Unterarmschaftes für sehr schwierig erachten, vor allem jedoch im mittleren und proximalen Drittel (Schabus et. al., 1989; W. Küsswetter und C.J. Wirth, 1977).

1.2. Operative Behandlung

1.2.1. Implantatwahl

Um eine anatomisch korrekte Position bei zuverlässiger Retention zu erzielen setzt die überwiegende Anzahl der Autoren auf die operative Behandlung der Unterarmschaftfraktur. Dabei sind die Kleinfragment-DC-Platte oder die Kleinfragment Rekonstruktionsplatte mit mindestens 6 Löchern das Implantat der Wahl (Langkamer und Achroyd, 1991; Heim, 1992; PJ Stern, 1983; Rueger et al., 1989).

Ein potentieller Nachteil bleibt, daß durch jede Osteosynthese der durch das Weichteiltrauma bedingte Weichteilschaden auch bei exakter und vorsichtiger Präparation vermehrt wird. (Salem, 1989;)

Um durch die Osteosynthese möglichst wenig Gewebe zu verletzen - wie es z.B. bei der zirkulären Deperiostierung unvermeidlich wird, bevorzugen einige Autoren die gedeckte Markdrahtosteosynthese bei der geschlossenen operationswürdigen Querfraktur des Unterarmschaftes (Buch et al., 1989; Fekete und Magyari, 1989; Street, 1986;).

Ein wesentlicher Unterschied zur Plattenosteosynthese besteht darin, daß durch eine intramedulläre Schienung kein interfragmentärer Druck durch das Implantat aufgebaut wird. (J. Ahlers und S. Kohlmann, 1993)

Es handelt sich um eine beabsichtigt instabile Osteosynthese, die Knochenheilung erfolgt kallös. Die Infektionsanfälligkeit von Weichteilmantel und Knochen ist geringer. (Buch et al., 1989; Fekete und Magyari, 1989; Street, 1986;)

Kritiker dieser Methode betonen die Aufhebung der physiologischen Krümmung des Radius und der damit verbundenen hohen Spannung der

Membrana interossea. Es kommt leicht zum Auseinanderweichen der Frakturenden, Achsen- und Rotationsfehler sind häufig.

Ein weiterer Nachteil ist die postoperativ notwendige Ruhigstellung bis zu 4 Monaten, wodurch ähnliche Immobilisationszeiten wie bei der konservativen Therapieform zu buche schlagen. (Schremlechner und Buch, 1989; J.-U. Urban, 1989)

Einige Autoren schlagen vor, statt einer Plattenosteosynthese zur Behandlung der Ulnafraktur wegen des geringen Weichteilmantels den Fixateur externe zu verwenden. (Osterman, 1987; Ecke et al., 1989;).

Der Einsatz der Drittel- bzw, Halbrohrplatte wird zunehmend seltener und führt zu unbefriedigenden Ergebnissen. Hier muß mit einer erhöhten Gefahr der Refraktur nach Plattenentfernung gerechnet werden. Zudem wird auf Grund mangelnder Stabilität durch die fehlende Rigidität der Platte das vermehrte Auftreten von Metallbrüchen und Pseudarthrosen beschrieben. (W. Frank, 1989; H. Schöttle, K.-H. Jungbluth und H. Schöntag, 1977)

Tscherne lehnt ihren Einsatz vollständig ab, da sie den hohen Biege- und Zugbeanspruchungen des Ulna-Schaftes nicht standhält (Tscherne, 1989).

Insgesamt entscheiden sich die meisten Autoren für die Plattenosteosynthese zur Behandlung der Unterarmschaftfraktur. Bei den isolierten Ellenschaftfrakturen und einfachen kompletten Unterarmschaftfrakturen weisen andere Verfahren (Markdrahtung, Samiento Brace, Konservative Verfahren) jedoch in den von den Befürwortern vorgelegten Studien gute Ergebnisse auf. (J. Buch et al., 1989; Povacz, 1989, Salem 1989; Fekete und Magyari, 1989; Hackstock und Helmreich, 1989; Buch und Hoffmann, 1989; Prosquill und Stock, 1989; Matuschka et. al., 1989)

In unserem Kollektiv kamen in überwiegenden Maße die KF-DC-Platte und weitaus seltener die Rekonstruktionsplatte zum Einsatz.

Unsere Untersuchungen zeigten sehr deutlich, daß die gleichzeitige Verwendung von verschiedenen Plattentypen an Radius und Ulna äußerst komplikationsträchtig ist. Die völlig unterschiedliche biomechanische Biege- und Belastungsfähigkeit von z.B. Rekonstruktions- und DC-Platte führte in allen Fällen entweder zur Refraktur oder fehlendem Durchbau. Dadurch mußte in 6 von 7 Fällen dieser Kombination von verschiedenen Plattentypen eine Reoperation vorgenommen werden. Je zweimal kam es entweder zur Refraktur, zur Material-lockerung mit folgender Fehlstellung oder es erfolgte kein Durchbau bei nicht genügender Adaptation und Kompression der Fragmente.

1.2.2. Spongiosaplastik

Die Zurückhaltung vieler Chirurgen beim Einsatz autologer Spongiosaplastik wird bemängelt, auch die von Oestern und Tscherne befürchtete Gefahr der Entwicklung eines Brückencallus bei Spongiosaverwendung wird als wenig wahrscheinlich erachtet. (Heim und Zehnder, 1989;)

Bei 1° offenen Frakturen wird der primäre und bei 2°, bzw. 3° offenen Frakturen der sekundäre Einsatz einer Spongiosaplastik befürwortet (Schmelzeisen und Kempf, 1986;).

Bei Mehrfragmentfrakturen ist eine genaue Adaptation der devitalisierten Fragmente oft gar nicht möglich, und die Osteosynthese muß mit einer primären Spongiosaplastik kombiniert werden.

Vor allem beim Vorliegen einer Pseudarthrose wird eine sekundäre Spongiosaplastik vorgenommen (M.Börner, 1989; Reschauer et. al., 1989; Schreinlechner et. al., 1989; Rueger et al., 1989; Heim und Zehnder, 1989; Schabus et. al., 1989; R. Kleining und K.-D. Vitt, 1977).

In unserem Untersuchungskollektiv befanden sich 11 Patienten mit einer Mehrfragment-, bzw. Trümmer-Fraktur des Unterarmschaftes. 5 dieser Patienten wurden bei der primären osteosynthetischen Versorgung zusätzlich zum Implantat mit Corticalisspänen (1x) bzw. mit autologer Spongiosaplastik versorgt.

6 von 11 Patienten konnten nachuntersucht werden. Das Ergebnis der Nachuntersuchung erbrachte bei 4 Patienten ohne primäre Spongiosaplastik eine mäßiges Ergebnis. 2 Patienten mit primärer Spongiosaplastik zeigten ein gutes Ergebnis. Trotz der geringen Fallzahl können hiermit obige Aussagen unterstützt werden.

Der Einsatz primärer Spongiosaplastik hat in unserem Hause bei 11 Patienten zu einem überdurchschnittlich guten Ergebnis geführt und lag mit 1,8 deutlich über dem des Gesamtkollektivs.

Keiner dieser Patienten hatte bei der Nachuntersuchung ein mäßiges Ergebnis oder erlitt eine Komplikation. Auch das Studium derjenigen Patienten, die nicht nachuntersucht werden konnte, ergab keinerlei weitere Komplikationen.

1.2.3. Operationszeitpunkt nach dem Unfallereignis

Von allen 74 operierten Patienten wurden in unserer Klinik 41,9% noch am Unfalltag operiert; betrachtet man nur die in unserer Klinik erstbehandelten, sind es sogar 50%. Fast alle Autoren geben Prozentzahlen von 35 - fast 70% für den sofortigen Osteosynthesezeitpunkt (H.-J. Oestern und H. Tscherne, 1989; M.Börner, 1989; Povacz und Seyr, 1989; Augeneder et. al., 1989; Erlacher und Schütz, 1989; Schreinlechner et. al., 1989; Heim und Zehnder, 1989;).

Gründe für eine Notfall-Osteosynthese sind eine möglichst rasche Weichteilentlastung, Hämatomausräumung, funktionelle Erholung (Heim und Zehnder, 1989;), sowie das Vermeiden von Schmerzen, die dadurch vermiedene lange Ruhigstellung der Extremität und die Gefahr der "Frakturkrankheit". Zudem wird das psychische Trauma besser überwunden (Müller, 1977).

Weitere Gründe zur primären operativen Versorgung sind offene Frakturen, erhebliche Dislokationen, sowie Gefäß-Nervenschäden.

Stehen lebensbedrohliche Verletzungen wie bei polytraumatisierten Patienten im Vordergrund, steht eine Aufschiebung der Unterarmosteosynthese außer Frage.

Andererseits stellt diese eher anspruchsvolle Osteosynthese hohe Anforderungen an ein Operationsteam, was als Begründung für einen eher aufgeschobenen Osteosynthesezeitpunkt genannt wird. Gegebenenfalls können eine offene Fraktur oder Gewebekontusionen es sinnvoll erscheinen lassen, zuerst die Stabilisierung der Verhältnisse abzuwarten (J.-U. Urban, 1989).

Unter Punkt III.8.1.3. wurde dargestellt, daß die schlechtesten Ergebnisse in der Gruppe der Notfallosteosynthese erzielt werden. Dies wird noch deutlicher, wenn man die einzelnen Komplikationen unter Berücksichtigung des Osteosynthesezeitpunktes vergleicht, wie es unter Punkt III.5.1. beschrieben wird.

Danach treten fast 70% aller Komplikationen in der Gruppe der primär osteosynthetisch Versorgten auf. Diese Gruppe weist mit 64% den überragenden Anteil aller Reoperationen auf.

Hierbei muß man jedoch folgendes berücksichtigen: Bis auf eine Patientin mit einer Monteggia-Fraktur hatten alle Patienten aus der Gruppe mit mäßigem Ergebnis sehr komplizierte Unterarmfrakturen, d.h. 2° und 3° offene Frakturen mit zum Teil großen Weichteilverletzungen. Dieser Schweregrad der Verletzung ließ eine aufgeschobene osteosynthetische Versorgung nicht zu.

Die Nichtberücksichtigung dieser spezifischen Patientengruppe bei der Bewertung der Gesamtergebnisse würde nicht nur das Durchschnittsergebnis der Notfallosteosynthese sofort normalisieren; auch die Anzahl an Komplikationen insgesamt könnte drastisch reduziert werden.

Ohne Zweifel trägt die Verletzungsschwere entscheidend zur Prognose bei. Ein unfallbedingter Plexusschaden, wie er bei 2 Patienten dieser Gruppe auftrat, bedeutet allein schon eine erhebliche Einschränkung der Funktion der ganzen Extremität ein Leben lang.

2. Komplikationen und Reoperationen nach Osteosynthese

Die anatomisch exakte Reposition der Fraktur ist die Voraussetzung für die primäre Knochenbruchheilung.

Die Wahl des richtigen Implantates und der Schrauben, sowie deren korrekte Anwendung und Lage, um die notwendige interfragmentäre Kompression zu erzielen.

Dies alles gewährleistet die notwendige Stabilität durch Immobilisierung der Frakturfragmente. Mechanische Irritation wird somit vermieden (Rüter et al. 1995; V.G. Langkamer and C.E. Achroyd, 1991; Perren und Cordey 1977, 1980).

Grundvoraussetzung für eine gelungene Osteosynthese sind Infektionsfreiheit und eine erhaltene oder wiederhergestellte Vaskularität der Frakturende.

Gemessen an diesen Prinzipien der AO sind operationstechnische Fehler, das heißt, Fehleinschätzung der Qualität der Reposition und der biomechanischen Stabilität häufige Ursachen für Frakturheilungsstörungen und Reosteosynthesen. (Krueger et.al., 1989; Heim und Zehnder, 1989;)

Aber auch der ungenügende oder zu späte Einsatz von Spongiosaplastik wird moniert (M.Börner, 1989; Hansis et. al., 1989;).

Unser Kollektiv hat eine Komplikationsrate von 39,6%. Die Durchsicht anderer Studien ergibt Raten von 10,9% bis 53,8 (H.-J. Oestern und H. Tscherne, 1989; M.Börner, 1989; Povacz und Seyr, 1989; Augeneder et. al., 1989;)

2.1. Verzögerter Durchbau und aseptische Pseudarthrose

Kommt es nach einer Plattenosteosynthese nicht zu einem knöchernen Durchbau, lagen entweder eine instabile Osteosynthese, eine Infektsituation oder avaskuläre Fragmente vor.

Nur die präzisere primäre Reposition und Stabilisierung kann eine weitere Optimierung der Ergebnisse erreichen (Heim und Zehnder, 1989;).

Diese Einschätzung muß bezüglich unseres Kollektives geteilt werden.

In unserem Patientenkollektiv sahen wir bei circa 14,5% aller Patienten (n = 11) nach der Osteosynthese einen verzögerten Durchbau. Zur Ausbildung einer Pseudarthrose nach Unterarmschaftfraktur kam es bei 13 % (n= 10).

Ungenügende Adaptation der Fragmente bei fehlender bzw. mangelnder Kompression war eine häufige Ursache für fehlenden Durchbau und Pseudarthroseentwicklung.

Die Hälfte aller Patienten mit späterer Pseudarthroseentwicklung erlitten Mehrfragment-, bzw. Trümmerfrakturen, aber nur einmal wurde primär Spongiosaplastik eingesetzt, wie es von einigen Autoren empfohlen wird (Heim und Zehnder, 1989; Krueger et.al., 1989;).

Bei den Patienten mit Monteggia-Frakturen fiel auf, daß die Instabilität im Radio-Ulnargelenk bei fehlender Abstützung des Radiusköpfchens keine ausreichende Stabilität im Frakturbereich der Ulna entwickeln konnte.

Durch die frühzeitige Korrektur dieser Frakturheilungsstörung konnte der Verlauf entscheidend beeinflußt werden: Die Nachuntersuchung aller Patienten mit verzögertem Durchbau ergab ein insgesamt gutes Ergebnis,

kein Patient hatte ein mäßiges Resultat.

Auch die Korrektur der Pseudarthrose durch Re-Osteosynthese (meist mit Spongiosaplastik) führte für die meisten Patienten zu einem funktionell guten Gesamtergebnis.

Patienten mit mäßigem Gesamtergebnis waren im Heilungsverlauf entscheidend beeinträchtigt durch eine Weichteilinfektion oder aber durch einen unfallbedingten Plexusschaden des frakturierten Armes.

Das wesentliche Kriterium zur Einstufung in die mäßige Klassifikationsgruppe war bei allen die eingeschränkte Pro- / Supinationsbewegung, vor allem aber die behinderte Supination. Dies wurde auch subjektiv als hindernd empfunden. Zudem hatten diese Patienten auch einen relevanten Kraftverlust gegenüber dem anderen Arm zu beklagen.

2.2. Fehlstellung

Jede Achsfehlstellung führt zu veränderten Druckbelastungen der beteiligten Gelenke und muß als präarthrotische Deformität eingestuft werden. (J. Ahlers, M. Sarvestani und C.-H. Schweikert, 1977)

So führen Achsenknickung oder starke Seitenverschiebung zu einer Behinderung der Pro-/Supination (M.H. Hackenbroch jun., 1977).

Patienten mit sekundären Fehlstellungen hatten in unserem Kollektiv einen komplizierten Verlauf mit funktionell schlechten Ergebnissen. Die Kraft war objektiv wie subjektiv bei allen deutlich reduziert. Zwei Patienten mußten aufgrund der Behinderung einen Wechsel der Händigkeit vornehmen. Ein Patient wurde berentet, zwei weitere mußten ihre berufliche Tätigkeit wechseln.

Dabei hatten die Größe sowohl des knöchernen als auch des Weichteiltraumas eine große Bedeutung für die primäre Wahl der osteosynthetischen Versorgung mit einem Fixateur extern.

Nach Knopp ist die Indikation zur Fixateur-externe-Osteosynthese bei Unterarmschaftbrüchen mit zweit- oder drittgradigem offenem oder gedeckten Weichteilschaden gegeben. versorgen (W. Knopp, 1988).

Die Gefahr der Nekrosebildung und Infektion verlangt demnach die Anlage eines Fixateur externes im Dienste der Weichteilsanierung ohne primären Hautverschluß. Es folgt in der Regel ein Verfahrenswechsel nach 4 - 6 Wochen zur sekundären Plattenosteosynthese mit Spongiosaanlagerung (W. Knopp, 1988; Ecke et al., 1989; Schmelzeisen und Kempf, 1986;).

Dabei dient die sekundäre Plattenosteosynthese wesentlich der stabileren Knochenbruchversorgung und der Vermeidung von Achsfehlstellungen und Pseudarthrosen, wie sie bei Weiterbehandlung mit Fixateur externe häufiger anzutreffen sind. Außerdem führt die Ausbehandlung mit Fixateur externe zu deutlich schlechteren funktionellen Ergebnissen (Josten et. al., 1989;).

Einer primären Plattenosteosynthese hält man entgegen, daß die Implantate bei vorgeschädigten Weichteilen die Durchblutung der Extremität weiter reduzieren und die Gefahr der Infektion besteht.

Moed und Kellam vertreten jedoch in ihrer Studie bei 1°, 2° und 3° offenen Frakturen die primäre Plattenosteosynthese (innerhalb von 8 Stunden) mit Spongiosaplastik. 2 knöchernen Infektionen und 6 Patienten mit Pseudarthrose waren die schwerwiegendsten Komplikationen bei insgesamt 57 Patienten. In der Nachuntersuchung erzielten 85% sehr gute und gute Ergebnisse (Moed und Kellam, 1986;).

In unserem Patientenkollektiv führte die primäre Osteosynthese mit Fixateur externe bei allen 5 Patienten nicht zur erwünschten Weichteilsanierung.

Die Stabilisierung der Fraktur war sowohl mit als auch ohne Infektion der Weichteile nicht möglich, sodaß die Fehlstellungen logische Folge waren. Bei drei Patienten kam es durch die Infektion zur Lockerung der Pins.

Auch unter der Berücksichtigung der komplizierten Frakturen scheinen diese Verläufe gegen die ausschließliche Verwendung eines Fixateur externe zu sprechen.

Alle Patienten mußten reoperiert werden, die Krankheitsverläufe waren langwierig, die funktionellen Langzeitergebnisse der Extremität mäßig.

Alle Patienten litten sowohl unter der eingeschränkten Umwendebewegung im Ellbogengelenk, als auch größtenteils unter der Behinderung der Beweglichkeit im Handgelenk.

Die Kraft war objektiv wie subjektiv bei allen deutlich reduziert. Zwei Patienten mußten aufgrund der Behinderung einen Wechsel der Händigkeit vornehmen.

Ein Patient wurde berentet, zwei weitere mußten ihre berufliche Tätigkeit wechseln.

Möglicherweise könnte durch einen Verfahrenswechsel zur sekundären Plattenosteosynthese dieses Ergebnis verbessert werden. Auch das Behandlungskonzept von Moed und Kellam scheint eine sinnvolle Alternative darzustellen.

Bei den Fehlstellungen der Frakturrenden der Patienten ohne Fixateur extern war immer die Lockerung des Osteosynthesematerials die Ursache.

2.3. Brückencallus

In unserem Kollektiv hatten 2 Patienten postoperativ einen Brückencallus zwischen Radius und Ulna entwickelt. Die Zahlen sind zu klein, um größere Schlußfolgerungen zu ziehen, allerdings dienen beide Verläufe als Beleg für die Hinweise von Autoren, daß ein Schädel-Hirntrauma nach Verkehrsunfall bzw. die laterale statt dorsale Fixation einer Fraktur die Entstehung eines Brückencallus begünstigen kann (Großner et al. 1989; Heim und Zehnder, 1989).

2.4. Refraktur

In unserem Kollektiv erlitten 6 Patienten (7,9%) Refrakturen. Andere Autoren nennen Zahlen von Refrakturen nach Unterarmschaftfrakturen von 1,25% bis 11,4 % (M.Börner, 1989; Povacz und Seyr, 1989; Augeneder et. al., 1989; Erlacher und Schütz, 1989).

Bei Untersuchung der Refrakturstellen unseres Patientengutes konnten wir bei der Hälfte die primäre Frakturstelle als erneute Bruchlokalisierung bestätigen, obwohl alle Platten länger als zwei Jahre verblieben waren.

Die zu frühzeitige Entfernung des Osteosynthesematerials nach ca 15 Monaten führte zweimal zur Refraktur.

Kein Patient mit Refraktur wurde bei der ersten Osteosynthese mit autologer Spongiosaplastik versorgt. Es bleibt angesichts der guten Ergebnisse, die wir bei Patienten mit primärer Spongiosaplastik erzielt haben, zu vermuten, daß auch bei dieser Gruppe von Patienten mit Refrakturen, die Komplikationsrate zu senken gewesen wäre, wie auch von anderen Autoren beschrieben (Rizzi et. al., 1989;).

Bedenkt man, daß bei allen Patienten vor der Metallentfernung eine radiologische Bewertung des Durchbaus der Frakturstelle vorgenommen wird, so muß zumindest vermutet werden, daß entweder die exakte Beurteilung des Durchbaus nach plattenosteosynthetischer Versorgung auf Grund der Aufnahmetechnik, bzw. Einstellung Probleme bereiten kann oder die Bilder sagen über die reelle Stabilität nach einer Osteosynthese zu wenig aus.

3. Ergebnisse

Ziel der Behandlung ist die Wiederherstellung der verletzten Extremität und das Wiedererlangen der vollen Funktionsfähigkeit des Unterarmes, was bei komplexen knöchernen Verletzung mit zusätzlichem Weichteilschaden nur schwer erreicht werden kann.

Entsprechend dem Bewertungsschema von Oestern/Tscherne hatten wir bei unseren Patienten in 68,2% ein gutes bis sehr gutes Ergebnis.

Da Männer sehr viel mehr von Arbeitsunfällen und Schwerstverletzungen im Sinne eines Polytraumas betroffen waren, wiesen sie gegenüber den gegenüber den weiblichen Patienten ein schlechteres Gesamtergebnis auf.

Patienten mit mäßigem Ergebnis hatten überwiegend sehr komplizierte Unterarmfrakturen, d.h. 2° und 3° offene Frakturen mit zum Teil großen Weichteilverletzungen. Darin enthalten sind die Patienten, die aus denselben Gründen eine Weichteilinfektion erlitten, beziehungsweise mit Fixateur extern versorgt wurden.

Die komplette Unterarmschaftfraktur im mittleren Drittel wies nach Komplikationen im Heilungsverlauf schlechtere funktionelle Ergebnisse auf als gleichartige Frakturen im distalen oder proximalen Drittel.

Zwar zeigten Patienten mit kompletter Unterarmschaftfraktur in der Nachuntersuchung ein leicht schlechteres Ergebnis als das Restkollektiv. Wir finden in dieser Gruppe mit einer höheren Rate an Weichteilinfektionen, offenen und Mehrfragmentfrakturen, sowie Rasanztraumata auch wesentliche Gründe für komplizierte Heilungsverläufe und verbleibende funktionelle Einschränkungen.

Die hohe Zahl an guten und sehr guten Ergebnissen dieser spezifischen Patientengruppe unterstützen die Forderung nach hoher Qualität der Reposition und biomechanischer Stabilität der Osteosynthese als Voraussetzung für ein Wiedererlangen der vollen Funktionsfähigkeit.

Patienten mit Trümmerfrakturen profitierten von einer primären Spongiosaplastik gegenüber den Patienten ohne Spongiosaplastik.

Wir können die Einschätzung anderer Autoren bestätigen, daß die eingeschränkte Supination, bzw. Pronation als ein entscheidendes Kriterium für ein schlechteres Ergebnis heranzuziehen ist.

(H.-J. Oestern und H. Tscherne, 1983 und 1989; R. Syskowitz, R. Reschauer und W. Schöffmann, 1977)

Einige Autoren schulden der isolierten Längendifferenz zwischen Radius und Ulna, bzw. einem ulnaren Vorschub von mehr als 2 mm die Entwicklung einer späteren Arthrose an.(Ittner et. al., 1989; Meißner et. al., 1989)

In unserem Kollektiv hat die Nachuntersuchung aber auch gezeigt, daß bei den kompletten Unterarmschaftfrakturen ein ulnarer Vorschub von mehr als 2 mm im distalen Radio-Ulnar-Gelenk mit einer entsprechenden Behinderung der Beweglichkeit im Ellbogengelenk korreliert. Entsprechend verschlechterte sich auch die Gesamtbewertung.

Die Befragung der Patienten bezüglich subjektiver Beschwerden brachte überraschende Ergebnisse.

In unserem Kollektiv hatten nur 9 von 30 Patienten aus der Bewertungsgruppe Sehr gut und Gut absolut keine Beschwerden. Jedoch alle Patienten mit befriedigenden und mäßigen Ergebnissen. Es gibt in der vorliegenden Literatur nur wenige Autoren, die sich mit diesen Fragen befassen. Zirknitzer et. al. beschreiben ebenfalls wetterabhängige und Belastungsschmerzen (Buch et al., 1989; Zirknitzer et al.;1989; Heim und Zehnder, 1989;)

Augender et al. beschreiben Sensibilitätsstörungen (29%), Wetterfühligkeit (37,5%) und Belastungsschmerzen (45,8%), so wie sie auch in unserem Kollektiv neben Dauerschmerzen und Kraftverlust gehäuft anzutreffen sind.(Augeneder et. al., 1989;)

Die Tatsache, daß bei 14 Patienten noch vollständiges, bzw. restliches Osteosynthesematerial vorhanden war, kann eine Ursache für persistierende Schmerzzustände sein, erklärt aber nicht die hohe Anzahl an subjektiven Beschwerden.

Sicherlich steht der betroffene Arm unter erhöhter Aufmerksamkeit der Betroffenen und manches wird dadurch psychisch "gebahnt", dennoch ist sowohl die Quantität als auch die Qualität dieser subjektiven Schmerzangaben sehr auffällig und unterstreichen die Bedeutung einer postoperativen Betreuung und Kontrolle.

V. Zusammenfassung

Die erfolgreiche Behandlung im Sinne der möglichst vollen Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit des Unterarmes nach einer Unterarmschaftfraktur kann nach wie vor zu den anspruchsvollen chirurgischen Maßnahmen gezählt werden.

68 % erzielten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis.

Etwa 40 % unserer Patienten erlitten relevante Komplikationen während der Frakturheilung, ca. 30 % mußten einen Berufswechsel vornehmen oder gingen sogar in Frührente.

Die konservative Therapie hat in unserem Kollektiv fast ausschließlich zu Mißerfolgen geführt. Die Frakturen mußten einer operativen Therapie zugeführt werden.

Die primäre "schnelle" Osteosynthese provozierte eine hohe Anzahl von Komplikationen und Reoperationen. Es handelte sich hierbei jedoch auch um die schwerwiegendsten Frakturen, die eine sofortige Operation erfordern.

Implantat der Wahl war die KF-DC-Platte. Biomechanisch ungünstig wirkten sich unterschiedliche Plattenmaterialien an Ulna und Radius aus. Der primäre Einsatz einer Spongiosaplastik führte zu einem deutlich verbesserten Outcome.

Die Analyse der Komplikationsursachen zeigt, daß die fehlende Stabilität vieler Osteosynthesen durch unzureichende Kompression oder Abstützung im Frakturgebiet verursacht wird. Dies gilt sowohl für die Komplikation "Verzögerter Durchbau" als auch für die "Refrakturen".

Die meisten Pseudarthrosen entstanden nach Mehrfragmentfrakturen und fehlender Spongiosaanlagerung, bei Monteggiafrakturen mitverursacht

durch fehlende Stabilität im Radioulnargelenk und erhaltener Subluxation des Radiusköpfchens.

Der ausschließliche Einsatz des Fixateur extern - insbesondere bei offenen Frakturen - führte regelhaft zu Lockerungen des Osteosynthese-materials, Fehlstellungen, Infektionen und durchweg schlechten Langzeitergebnissen.

Als das wesentliche Kriterium zur Einstufung in eine befriedigende bis mäßige Klassifikationsgruppe sahen wir die eingeschränkte Umwendebewegung des Unterarmes. Das funktionelle Ergebnis nach einer kompletten Unterarmschaftfraktur leidet entscheidend unter einem ulnaren Vorschub im distalen Radio-Ulnargelenk von mehr als 2 mm.

Überraschend hoch sind subjektive Angaben der Patienten über funktionsabhängige chronische Schmerzzustände und Parästhesien.

VI. Literaturverzeichnis

- J. Ahlers, M. Sarvestani und C.-H. Schweikert: Korrekturingriffe nach konservativ in Fehlstellung verheilten Unterarmschaft-Frakturen. H. Unfallheilk., 132 (1977) 474-476 (1977)
- J. Ahlers und S. Kohlmann, : Kapitel 14: Osteosynthesen . Radiologische Diagnostik der Verletzungen von Knochen und Gelenken; Thieme Verlag 1993
- J. Ahlers und R. Benning, : Kapitel 15: Frakturheilung und Komplikationen nach Frakturen. Radiologische Diagnostik der Verletzungen von Knochen und Gelenken; Thieme Verlag 1993:130-149 + 343-346
- M. Augeneder, A. Chrysopoulos und Ch.Rizzi: Zur operativen Therapie von Unterarmschaft-Frakturen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 89-91 (1989)
- Autorenkollektiv: Die konservative chinesische Frakturenbehandlung. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1982
- G. Bauer, O. Wörsdörfer, K. Braun: Radioulnarer Brückencallus nach Osteosynthesen von Unterarmschaftfrakturen. Akt. Traumatol. 20(1990) 194-198
- G. Bauer, M. Arand, W. Mutschler: Post-traumatic radioulnar synostosis after forearm fracture osteosynthesis. Arch Orthop Trauma Surg (1991) 110: 142-145
- Baumgartl und Kremer: Spezielle Chirurgie für die Praxis. Spezielle Chirurgie für die Praxis, Georg Thieme-Verlag 1976
- M. Börner: Ergebnisse und Komplikationen nach operativ versorgten frischen Unterarmfrakturen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 80-85 (1989)
- M. Börner und G. Schleidt: Die Ulnaschaftfraktur, kombiniert mit Luxation des Speichenköpfchens. H. Unfallheilk., 201 (1989) 193-198

- M. Börner, R. Zieglmüller und G. Schleidt: Radiuschaftfraktur mit Verrenkung des distalen Ulnaendes. H. Unfallheilk., 201 (1989) 222-227
- M. Börner und J. Mockwitz: Die Interpositionsplastik bei aseptischen Unterarm-Pseudarthrosen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 293-298 (1989)
- M. Börner und K. Klemm: Behandlung und Ergebnisse infzierter Pseudarthrosen am Unterarm. H. Unfallheilk., 201 (1989) 316-320 (1989)
- J. Buch, W. Blauensteiner, G. Wallner, E. Natmessnig, H. Matuschka: Technik der Markdrahtung der Unterarmschaft-Fraktur. H. Unfallheilk., 201:31-37 (1989)
- J. Buch: Diskussion 22. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie 10/86, Salzburg. H. Unfallheilk., 201 (1989) 119-125
- J. Buch und G. Hoffmann: Funktionelle Behandlung von Ellenschaftbrüchen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 149-151
- W. Buchinger, J. Dremsek, H. Matuschka, K. Eber, P.M. Brenner: Die Behandlung von Ellenschaftbrüchen mit Speichenköpfchenverrenkung und ihre Ergebnisse. H. Unfallheilk., 201 (1989) 177-184
- W. Buchinger, K. Eber, W. Breitegger, W. Fischer, J. Dremsek: Die Galeazzi-Fraktur - Behandlung und Ergebnisse. H. Unfallheilk., 201 (1989) 227-233
- Chapman MW, Gordon JE, Zissimos AG: Compression-Plate Fixation of Acute Fractures of the Diaphyses of the Radius and Ulna. J Bone Joint Surg [Am], (), 71 (2) : 159-169; 1989
- W. Chapman: Behandlung der Speichen- und Ellenschaftbrüche. H. Unfallheilk., 201 (1989) 175-177 (1989)
- Deluca PA, Lindsey RW, Ruwe PA: Refracture of bones of the forearm after the removal of compression plates. J Bone Joint Surg [Am], (), 70 (9) : 1372

H.Ecke, K. Kunze, H.J. Helling: Brüche und Verrenkungsbrüche des Unterarmschaftes: Fixateur externe - spezielle Indikation. H. Unfallheilk., 201:27-30 (1989)

A. Ekkernkamp und G. Muhr: Der stabile Ellenschaftbruch. Unfallchirurg (1988) 91:551-556

A. Ekkernkamp, G.Muhr, K. Neumann und A. Lies: Der isolierte Ellenschaftbruch - Anatomie, Biomechnik und therapeutische Konsequenzen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 156-162

G. Erlacher und H. Schütz: Plattenosteosynthese von Unterarmschaftbrüchen Erwachsener -Behandlungsergebnisse und Komplikationen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 100-103 (1989)

Gy. Fekete und Z.Magyari: Erfahrungen mit der gedeckten Markdrahtung bei Unterarmschaftbrüchen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 131-133 (1989)

W. Frank: Behandlung und Ergebnisse von geschlossenen Unterarmschaft-Frakturen im Erwachsenenalter. H. Unfallheilk., 201:92-97 (1989)

F.Genelin, F. Gasperschitz, A. Karlbauer, R. Helmberger: Behandlung und Ergebnisse von Monteggia-Frakturen im Unfallkrankenhaus Salzburg. H. Unfallheilk., 201 (1989) 216-218

J.Glanz, L. Zolczer, T. Nyari: Erfahrungen bei der Behandlung der Monteggia-Fraktur. H. Unfallheilk., 201 (1989) 213-216

D. Großner, H. Schöttle und K.-H. Jungbluth: Brückencallus nach Platten-Osteosynthese bei Unterarmfrakturen.. H. Unfallheilk., 201 (1989) 272-273 (1989)

M.H. Hackenbroch jun.: Fehlstellung nach Unterarmfraktur. H. Unfallheilk., 132 (1977) 463-469 (1977)

H. Hackstock und M. Helmreich: Isolierte Brüche des Ellenschaftes - Behandlung mit Sarmiento Brace. Unfallchirurg (1987) 90: 280-302

H. Hackstock und M. Helmreich: Funktionelle Behandlung von Ellenschaftbrüchen
- Behandlung im Samiento Brace. H. Unfallheilk., 201 (1989) 145-148

M. Hansis, F. Duffner, S. Weller: Die operative Therapie der aseptischen
Unterarmschaftpseudarthrose. Akt. Traumatol. 19 (1989) 192-195

M. Hansis: Die operative Behandlung der aseptischen Unterarmpseudarthrose. H.
Unfallheilk., 201 (1989) 298-299 (1989)

D. Havemann und K. Lefevre: Zur Problematik der Versorgung von
Unterarmtrümmerbrüchen. H. Unfallheilk., 132 (1977) 427-429 (1977)

U. Heim und R. Zehnder: Analyse von Mißerfolgen nach Osteosynthese von
Unterarmschaftbrüchen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 243-257 (1989)

H. Hertz, R. Weinstabl, O. Kwasny und R. Schabus : Experimentelle
Untersuchungen zur Pathomechanik und Genese von Unterarmluxationsfrakturen.
H. Unfallheilk., 201 (1989) 171-175

Hidaka S, Gustilo RB: Refracture of bones of the forearm after plate removal. J
Bone Joint Surg [Am], (), 66 (8) : 1241-3

G. Hierholzer und G. Hörster: Pathogenese und Therapie der infizierten
Unterarmschaft-Fraktur. H. Unfallheilk., 132 (1977) 489-493 (1977)

G. Hierholzer und P.-M. Hax: Infizierte Pseudarthrosen am Unterarm und
Behandlungsergebnisse. H. Unfallheilk., 201 (1989) 303-310 (1989)

G. Ittner, E. Petrik, M. Strickner: Analyse unbefriedigender Ergebnisse nach
konservativer Therapie von Unterarmschaft-Frakturen. H. Unfallheilk., 201 (1989)
284-286 (1989)

I. Jost, I. Princic und I. Straus: Monteggia-Frakturen. H. Unfallheilk., 201 (1989)
218-221

Ch. Josten, A. Lies, W. Knopp und A. Ekkernkamp: Verfahrenswechsel bei offener distaler Unterarmfraktur. H. Unfallheilk., 201:116 -119 (1989)

R. Kleining und K.-D. Vitt: Der cortico-spongiöse Beckenkammspan bei der Behandlung von Unterarmschaftdefektpseudarthrosen. H. Unfallheilk., 132 (1977) 460-463 (1977)

W. Knopp: Management des komplizierten Unterarmbruches. Externe Fixation und frühzeitiger Verfahrenswechsel. Unfallchirurg, 91 (12) 539-44; 1988/DezIMD=8904

H. Kraumann und O.Slegl: Unsere Ergebnisse der Behandlung von Unterarmschaftbrüchen bei Erwachsenen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 127-130 (1989)

W. Krösl und J. Gambal: Die Effektivität der Änderung in der Behandlungsindikation bei Unterarmbrüchen. H. Unfallheilk., 20:157-69 (1989)

P. Krueger, A. Betz, P. Habermeyer, L. Schweiberer: Komplikationen bei der operativen Versorgung der Unterarmschaft-Fraktur - Vermeidung und Korrektur. H. Unfallheilk., 201 (1989) 258-264 (1989)

H. Kuderna und R. Weinstabl: Der Einfluß von Unterarmachsknickungen auf die Umwendebewegung. H. Unfallheilk., 201:47-57 (1989)

R. Kujat und H. Tscherne: Möglichkeiten und Ergebnisse der funktionellen Behandlung am Unterarmschaft. H. Unfallheilk., 201 (1989) 154-156 (1989)

E.H. Kuner, Ch. Braun, V. Hendrich: Falschgelenk nach Unterarmbruch. H. Unfallheilk., 132 (1977) 449-454 (1977)

W. Küsswetter und C.J. Wirth: Ist die Membrana interossea ein wesentlicher Störfaktor für die Heilung von Unterarmschaftfrakturen?. H. Unfallheilk., 132 (1977) 429-436 (1977)

W. Küsswetter: Grundlagen: Die Bedeutung der Membrana interossea antebrachii für die Biomechanik des Unterarms. H. Unfallheilk., 201:8-20 (1989)

E. Kutscha-Lissberg, P. Schnabl und M. Wagner: Ergebnisse der Platten-Osteosynthese am Unterarm-Schaft. H. Unfallheilk., 132 (1977) 424-427 (1977)

O. Kwasny, A. Böhler, R. Schabus und H. Hertz: Funktionelle Ergebnisse nach operierten Unterarmluxationsfrakturen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 189-193

V.G. Langkamer and C.E. Achroyd: Internal fixation of forearm fractures in the 1980s: lessons to be learnt. Injury (1991) 22,(2), 97-102 Great Britain

J. Manninger, K. Fekete, F. Gyarmas: Entwicklung und Ergebnisse bei der Behandlung von frischen und veralteten Monteggia-Verletzungen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 198-199

H. Matuschka, W. Buchinger, J. Buch und P.M. Brenner: Die konservative Behandlung der Unterarmschaft-Frakturen bei Erwachsenen. H. Unfallheilk., 201:38-46 (1989)

A. Meißner, A. Leitner, R. Rahmzadeh: Die Plattenosteosynthese bei Unterarmschaftfrakturen von Erwachsenen und Jugendlichen. Akt.Traumatol. 19 (1989) 185-191

Mennen U: The paraskeletal clamp-on plate. S Afr Med J, Aug, 66(5): 167-70; 1984

Moed BR, Kellam JF: Immediate internal fixation of open fractures of the diaphysis of the forearm. J Bone Joint Surg [Am], (), 68 (7) 1008-17

J. Müller-Färber: Indikationen für die Verwendung verschiedener Platten bei Unterarmbrüchen. H. Unfallheilk., 132 (1977) 432-435 (1977)

K.-H. Müller: Die Behandlung der posttraumatischen Osteomyelitis am Unterarm. H. Unfallheilk., 132 (1977) 485-489 (1977)

M.-E. Müller: Manual der Osteosynthese: AO-Technik, 2. Aufl., Berlin, Springer-Verlag, 1977

M.-E. Müller et al.: M Manual der Osteosynthese: AO-Technik, 3. Aufl., Berlin, Springer-Verlag, 1992

H.-J. Oestern, H. Tscherne und G. Muhr: Ergebnisse und Komplikationen bei 123 frischen Unterarmschaftfrakturen. H. Unfallheilk., 132 (1977)407-414 (1977)

H.-J. Oestern und H. Tscherne: Ergebnisse der AO-Sammelstudie über Unterarmschaft-Frakturen. H. Unfallheilk. (1983) 86: 136-142

P.A.W.Osterman, S.L. Henry, D. Seligson: Behandlung der Ulnafraktur mit dem Fixateur externe - eine sinnvolle Alternative. Unfallchirurg, (1987) 90: 122-27

H.-J. Oestern und H. Tscherne: Ergebnisse der AO-Sammelstudie über Unterarmschaft-Frakturen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 71-80 (1989)

H.-J. Oestern: Diskussion 22. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie 10/86, Salzburg. H. Unfallheilk., 201 (1989) 138-144

A. Paschucki, D. Buck-Gramcko, G. Prendinger, R. Semmler: Ergebnisse der Ellenköpfchenresektion mit besonder Berücksichtigung der Galeazzi-Frakturen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 233-237

J. Passler, R. Reschauer, W. Seggl: Monteggia-Frakturen - Behandlung und Ergebnisse. H. Unfallheilk., 201 (1989) 205-207

U. Pfister: Operatives Vorgehen und Behandlungsergebnisse bei Unterarmschaftpseudarthrosen. H. Unfallheilk., 132 (1977) 455-459 (1977)

J. Poigenfürst: Frühinfektion nach geschlossenen und offenen Schaftbrüchen. Langenbecks Arch Chir,366; 380-384, 1985

- J. Poigenfürst, F. Genelin, J. Pasler und Ch. Rizzi: Erfahrungen mit der Behandlung von Monteggia-Äquivalenten bei Erwachsenen. Unfallchirurg (1990) 93: 303-308
- F. Povacz und V.Seyr: Ergebnisse der Plattenosteosynthese bei Unterarmschaftfrakturen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 85-88 (1989)
- E. Prosquill und Ch. Stock: Die Behandlung isolierter Ellenschaftfrakturen mit dem Unterarm-Sarmiento-Gips und ihre Ergebnisse. H. Unfallheilk., 201 (1989) 152-154
- Radin EL, Rose RR : Fatigue Fracture of a Forearm Plate within a Long-Arm Cast. Clin Orthop,:207: 142-145; 1986
- R. Reschauer, J. Passler und W. Seggl: Entwicklung und Ergebnisse der Osteosynthese von Unterarmschaftfrakturen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 89-91 (1989)
- Ch. Rizzi, G. Ittner und E. Petrik: Funktionelle Endergebnisse nach operativ und konservativ behandelten Monteggia-Frakturen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 184-188
- Ch. Rizzi, M. Augeneder, und R. Schedl: Refrakturen und Pseudarthrosen der Unterarmschaftknochen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 277-283 (1989)
- H. Röhner, A. Wentzensen und S. Weller: Behandlung und Ergebnisse infizierter UA-Pseudarthrosen der Jahre 1979 bis 1986 der BG Tübingen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 311-316
- J.M. Rueger, H.R. Siebert, R. Inglis und A. Pannike: Operative Versorgung von Unterarmschaftfrakturen 1980-85. H. Unfallheilk., 201 (1989) 110-113 (1989)
- A. Rüter und C. Burri: Therapie beim Unterarmschaftbruch des Erwachsenen. H. Unfallheilk., 132 (1977) 400-407 (1977)

Rüter,Trentz &Wagner: Unfallchirurgie, Verlag: Urban & Schwarzenberg, ,
München-Wien-Baltimore 1995

R. Schabus, R. Beer, A. Opitz: Experimentelle Messung der Druckverteilung an
der Corticalis des Unterarm-Schaftes. H. Unfallheilk., 201:20-27 (1989)

R. Schabus, O. Kwasny, A. Böhler und M. Wagner: Komplikationen von
Unterarmschaftverplattungen. H. Unfallheilk., 201 (1989) 265-271 (1989)

R. Schmelzeisen und P. Kempf: Ist die primäre Spongiosatransplantation mit
Platten-Osteosynthese bei offenen Frakturen heute das Verfahren der Wahl?.
Unfallchirurg (1986) 89: 284-287

H. Schöntag, H. Schöttle und K.-H. Jungbluth: Spätergebnisse konservativ und
operativ behandelter Unterarmschaftfrakturen beim Erwachsenen. H. Unfallheilk.,
201 (1989) 114-116 (1989)

H. Schöttle, K.-H. Jungbluth und H. Schöntag: Posttraumatische
Weichteilverknöcherung am Unterarm. H. Unfallheilk., 132 (1977) 436-439
(1977)

U.P. Schreinlechner, W. Schüller und A. Greslehner: Ergebnisse der Verplattung
am Unterarmschaft. H. Unfallheilk., 201 (1989) 104-109 (1989)

U.P. Schreinlechner und J. Buch: Vergleich Plattenosteosynthese - Markdrathung
am Unterarmschaft. H. Unfallheilk., 201 (1989) 134-137 (1989)

PJ Stern: Complications of plate fixation of forearm fractures. Clin Orthop, (1983)
175: 25-29; 1983

Street DM: Intramedullary Forearm Nailing. Clin Orthop, (1986) 212: 219-230;
1986

J.Strmiska und P. Wendsche: Brückencallus nach Diaphysenbrüchen des
Unterarmes. H. Unfallheilk., 201 (1989) 258-264 (1989)

- H.-D. Strube, P. Thümmeler, C.H. Schweikert: Die Monteggia-Verletzung, Behandlung und Spätergebnisse. H. Unfallheilk., 132 (1977) 444-448 (1977)
- R. Syskowitz, R. Reschauer und W. Schöffmann: Spätergebnisse nach Platten-Osteosynthese am Unterarm-Schaft. H. Unfallheilk., 132 (1977) 415-423 (1977)
- H. Tscherne: Diskussion: Implantatwahl; Fragmenteinbau; Synostosenbildung. H. Unfallheilk., 132 (1977) 496-500 (1977)
- H. Tscherne: Chirurgische Zugänge am Unterarm. H. Unfallheilk., 201:1-8 (1989)
- J.-U. Urban: Spätergebnisse nach operativ versorgten Unterarmschaftfrakturen beim Erwachsenen. Promotionsarbeit, 1989
- K.-D. Vitt , R. Kleining und H. Kehr: Ergebnisse mit der äußeren Stabilisierung offener und infizierter Unterarm-pseudarthrosen. H. Unfallheilk., 132 (1977) 493-495 (1977)
- H. Weigand und G. Ritter: Die operative Behandlung von Synostosen nach Unterarmfrakturen. H. Unfallheilk., 132 (1977) 439-444 (1977)
- S. Weller: Diskussion 22. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie 10/86, Salzburg. H. Unfallheilk., 201 (1989) 163-169
- J. Zirknitzer J. Obrist, F. Genelin, A. Kröpfl: Die operative Behandlung der Unterarmschaft-Fraktur. Unfallchirurgie 15 (1989), 122-128

VII. Tabellarischer Lebenslauf

Name:	Dieter Becker
Geburtsdatum:	02.03.58
Geburtsort:	Krummenau/Neustadt a.d. Wied
Familienstand:	Verheiratet – 2 Kinder
Konfession:	römisch-katholisch
Eltern:	Vater: Hermann Becker – Pensionär Mutter: Katharina Becker – Rentnerin
Wohnung:	Zum Sauerbach 36 21379 Rullstorf
Ausbildung:	Abitur 1976 in Düsseldorf; Städt. Görresgymnasium
Zivildienst:	11/76 bis 2/78 in der Altenpflege
Lehre:	Krankenpflegeausbildung 1978 –1981 Uni-Klinik Düsseldorf Staatsexamen 1981 in Düsseldorf
Studium:	1982-1985 in Freiburg im Breisgau 1985-1990 in Hamburg
3. Staatsexamen:	1990 in Hamburg
Arzt im Praktikum:	8/90 bis 1/92 im AK St. Georg; 1. Anästhesieabteilung unter Prof. Dr. Wolfgang Heß
Approbation:	2. Februar 1992
Weiterbildung:	2/92 – 9/99 AK St. Georg; 1. Anästhesieabteilung
Facharzt:	Für Anästhesiologie seit 25. Februar 1998
Praxis:	In eigener Praxis seit November 1996

VIII. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all denen danken, die die Durchführung dieser Arbeit ermöglicht haben.

Allen voran danke ich Prof. Dr. med. K.H. Jungbluth für die Überlassung des Themas.

Für die freundliche Betreuung, die Anregungen zu diesem Thema und die Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit gilt mein Dank Herrn Privatdozent Dr. N. Meenen.

Desweiteren danke ich den Kollegen Dr. M. Stange und Dr. U. Gerlach für begleitende Anregungen.