

4 Diskussion

Ziel dieser Studie war, die Hunde und Katzen, die in den Jahren 1996 bis 1999 in der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der Freien Universität Berlin mit einem Fixateur externe versorgt wurden, im Hinblick auf das Endergebnis zu dokumentieren.

Dazu wurden Patientenunterlagen, Röntgenbilder sowie Operationsberichte ausgewertet und die Ergebnisse mit denen der Literatur verglichen.

Zu bedenken ist, dass für die Frakturheilung neben der Fixationstechnik auch das Alter, der Allgemeinzustand des Patienten, der Frakturtyp, die Frakturlokalisation sowie ggf. begleitende Weichteiltraumata bestimmende Parameter sind. Dies und unterschiedliche Beurteilungskriterien lassen die eigenen Ergebnisse nur unter Vorbehalt mit denen der Literatur vergleichen.

4.1 Versorgung der langen Röhrenknochen

Wie bekannt ist, wurde jahrelang bei der Osteosynthese der anatomisch korrekten Rekonstruktion und der absoluten mechanischen Stabilität Priorität gegeben. Nach und nach wurden die nahezu ausschließlich mechanischen Behandlungskriterien zugunsten von biologischen zurückgedrängt (WELLER, 1992). Die biologischen Kriterien beinhalten besonders den Schutz des Knochen- und Weichteilgewebes, der Vaskularisierung durch Verzicht einer Puzzleosteosynthese, einer langen Frakturexposition und einer Fragmentdenudierung sowie die Verwendung von möglichst wenig Fremdmaterial. Mit dem Fixateur externe wurde ein Kompromiss gefunden. Bei Beachtung der Applikationsprinzipien und der Biomechanik bietet er ausreichend Stabilität für eine Vielzahl von Frakturen, ohne dabei die Blutversorgung im Frakturbereich zu beeinträchtigen bzw. das Weichteilgewebe weiter zu schädigen und/oder zu kontaminieren. Der Fixateur externe ist von allen Osteosyntheseverfahren das gewebeschonendste (CLAES, 1992).

In der Literatur wird die Erfolgsrate der Frakturheilung beim Kleintier, d. h. die anatomische und funktionelle Wiederherstellung des Knochens mittels Fixateur externe mit 70-100% angegeben (REICHLER, 1997). Die durchschnittliche Verweildauer bis zur Heilung beträgt 7-12 Wochen (BRINKER et al., 1997).

In vorliegender Studie wurde der Fixateur externe am Humerus 6 mal (Hund n=2, Katze n=4), an Radius und Ulna 10 mal (Hund n=9, Katze n=1), am Os femoris 12 mal (Hund n= 3, Katzen n=9) und an der Tibia 40 mal (Hund n= 9, Katze n=31) verwendet.

Von den 23 Frakturen beim Hund konnten zwei nicht beurteilt werden. 20 von 21 (95,2%) Tieren wurden als geheilt entlassen. Bei 20% ergab die Nachkontrolle eine ggr. Lahmheit

nach längerer Belastung, ansonsten wiesen die Tiere keine Einschränkung der Gliedmaßenfunktion auf. Aus diesem Grund wurden die Fälle auch unter geheilt eingestuft, zudem auch die Besitzer mit dem Ergebnis zufrieden waren.

Insgesamt konnten von 45 Frakturen bei den Katzen sechs nicht beurteilt werden. 35 der 39 Frakturen (89,7 %) wurden als geheilt entlassen. Bei 24 von 35 (68,6 %) Frakturen bestätigte eine Kontrolluntersuchung das Ergebnis. Bei 3 von 35 (8,6%) Frakturen ergab die Kontrolle eine ggr. Lahmheit nach größerer Anstrengung.

Sowohl das Ergebnis der Hunde (geheilt 95,2%) als auch das Ergebnis der Katzen (geheilt 89,7%) stimmt mit den in der Literatur angegebenen Daten überein und belegt die Praktikabilität des Fixateur externe.

Die Einteilung der Frakturen der langen Röhrenknochen erfolgte nach UNGER et al. (1990). Eine Beschreibung der Klassifizierung, ist dem Material und Methodikteil zu entnehmen. Die Fraktureinteilung nach UNGER et al. (1990) eignet sich besonders für statistische Arbeiten. Doch auch in dieser deskriptiven Studie lassen sich die Frakturen der einzelnen Knochen sowie die Heilungsergebnisse einfacher miteinander vergleichen. Nachteil der Einteilung von UNGER et al. (1990) ist, dass prognostisch wichtige Merkmale wie z. B. Weichteilschäden, Bandverletzungen oder die Differenzierung zwischen offener- und geschlossener Fraktur, nicht berücksichtigt werden können.

Wie zu erwarten war, sind die Frakturen mit schwerwiegenden Komplikationen oder mit einem nicht als gut bewertetem Endergebnis komplizierte meist offene Frakturen mit einem weitreichendem Weichteilschaden.

4.1.1 Humerus

In Übereinstimmung mit ANDERSON und ARON (1998) waren auch in dieser Studie, offene- und/oder Splitterfrakturen erste Indikation, einen Fixateur externe einzusetzen. Eine Humerusschrägfraktur wurde mit externer Schienung fixiert, weil der Tierhalter nicht gewillt war, die Kosten einer Plattenosteosynthese zu tragen.

Die Kombination mit einem intramedullärem Pin (IMP) empfiehlt sich besonders bei diaphysären Frakturen, da die Biegekräfte vom IMP übernommen werden. Während der Fixateur externe Scher- und Torsionskräfte bei jedem Frakturtyp und axiale Kompressionskräfte bei Schräg- und Splitterfrakturen aufnimmt. Beide Schaftfrakturen dieser Studie heilten einwandfrei ab. Zu bedenken ist, dass mit dem IMP bei offenen Frakturen ein Infekt über die Markhöhle verteilt werden kann. Deswegen empfiehlt

MATTHIESEN (1992) den IMP nur in Ausnahmefällen einzusetzen. Dies konnte bei keiner der so versorgten Frakturen dieser Studie nachgewiesen werden.

Nicht nur die Stabilität wird durch den IMP verbessert, er gewährleistet auch die Erhaltung der Knochenlänge und –achse. Das proximale Ende des IMP kann dabei aus der Markhöhle und durch die Haut hindurch ragen und umgebogen in die Acrylschiene mit integriert werden. Die Kombination von IMP und Fixateur externe erwies sich in der Studie bei allen so versorgten Frakturen der langen Röhrenknochen als erfolgreich (Humerus: Katze Nr. 65 und 66). Dadurch wird es möglich, die Montage zu dynamisieren, d. h. den Fixateur externe bei bereits ausreichender Kallusbildung zu entfernen. Der IMP erhält die Achse und eine weitere Kallusbildung wird gefördert (Falldarstellung Katze Nr. 66). Bei Katze Nr. 65 wurden die Implantate komplett entfernt, da zu diesem Zeitpunkt ausreichend stabilisierender Kallus vorhanden war.

Ist nach primär interner Fixierung von supracondylären Humerusfrakturen nicht genügend Belastungsstabilität gegeben, sollte ein Fixateur externe eingesetzt werden, der nach 7-11 Wochen wieder entfernt werden kann. Alle distalen Frakturen dieser Studie wurden entweder primär mit einer Kreuzspickung oder mit Zugschrauben fixiert. Folge von distalen Humerusfrakturen ist häufig eine Beinträchtigung der Gelenkflexion im Ellenbogengelenk. Weiterhin können craniodistal eingebrachte Bohrdrähte besonders mit dem M. biceps brachii interferieren, auch daraus resultiert eine verminderte Gelenkbeweglichkeit und Muskelatrophie (ANDERSON, 1991). Dies zeigte sich auch in dieser Studie. Bei nur einer von vier distalen Frakturen kam es zu einer Abheilung ohne Streckhemmung im Ellenbogengelenk. Physiotherapeutisch lässt sich dies in der Regel korrigieren. Nur Katze Nr. 64 blieb permanent ggr. lahm.

Wird zur Frakturstabilisation nur der Fixateur externe eingesetzt, sind zwei Bohrdrähte pro Fragment zu verwenden. Ist das distale Ende zu klein, zwei Bohrdrähte zu platzieren, sollte der Fixateur externe mit einer internen Fixierung (z. B. IMP) kombiniert werden (WEBER und MONTAVON, 1993). Zu bemerken ist, dass Katzen im allgemeinen schlechter ruhig zu halten sind als Hunde und vor allem das Springen nur schwer unterbunden werden kann. In dieser Studie konnten ausnahmslos mindestens zwei Bohrdrähte pro Fragment eingesetzt werden. Katze Nr. 64 und 66 wiesen trotz der höheren gegebenen Stabilität eine Montagelockerung auf.

Mit den Tieren dieser Studie lässt sich gut belegen, besonders bei distalen/supracondylären Frakturen, die anders nicht zu stabilisieren sind, den Fixateur externe zur ergänzenden Fixation einzusetzen. Auch bei Schaftfrakturen, die laut Literatur eher nicht für den Fixateur

externe geeignet sind (MATTHIESEN, 1992; ANDERSON und ARON, 1998) konnte damit bei den eigenen Fällen gute Ergebnisse erzielt werden.

4.1.2 Radius/Ulna

Radius- und Ulna-Frakturen repräsentieren 8,5 bis 18% aller Frakturen bei Hund und Katze. Beim Unterarm sind in der Mehrzahl der Fälle der mittlere bzw. distale Abschnitt gebrochen (EULER, 1979; LAPPIN et. al., 1983; RUDD und WHITEHAIR, 1992). Die Frakturen sind meist offen und kompliziert (RUDD und WHITEHAIR, 1992; GORSE et al., 1998). Nach BAHN (1995) sind 23% offene Frakturen und nach KNOBLOCH (1990) beim Hund 13,8% und bei der Katze 6,6%. EULER (1979) gibt an, dass in 73% der Fälle Radius und Ulna brechen, in nur 27% entweder Radius oder Ulna.

Allerdings sind bei Radius-/Ulnafrakturen mehr Komplikationen, wie verzögerte Frakturheilung, Pseudarthrosenbildung, Wachstumsstörung und Ankylosierung zu beobachten. Nach operativ versorgten Unterarmfrakturen besteht nach MEYER (1977) in 21,3% der Fälle ein erhöhtes Komplikationsrisiko. Trotz dieser Komplikationen ist die Osteosynthese mit einem Fixateur externe recht verbreitet, weil er universell verwendet werden kann, wenig Fremdmaterial in den Frakturbereich eingebracht wird, Wunden ggf. offen behandelt werden können und der Fixateur externe bei Radius-/Ulnafrakturen auch dadurch eine hohe Stabilität gewährleistet, weil Verbindungsstangen näher an den Knochen gesetzt werden können (RUDD und WHITEHAIR, 1992; GOARSE et al., 1998). Für den Unterarm geben LAPPIN et al. (1983) eine Komplikationsrate von ca. 50% an.

Besonders bei Splitterfrakturen mit ausgedehntem Weichteilschaden empfiehlt sich der Fixateur externe: Nach Bildung von Granulationsgewebe und einer regenerierten Vaskularisation kann ggf. die Umfixierung mit einer Platte vorgenommen werden. Bei einer stabilen Montage besteht die Möglichkeit, eine autologe Spongiosaverpflanzung auch ohne Stabilitätsverlust der Fraktur durchzuführen, indem der Fixateur externe belassen wird (WEBER und MONTAVON, 1993).

Bekannt ist, dass Unterarmfrakturen im distalen Bereich bei Hunden der Toyrassen zur Pseudarthrosenbildung neigen. Deswegen sind sie operativ zu versorgen. EGER (1990) empfiehlt den Fixateur externe. LARSEN et. al. (1999) erzielten in einer vergleichenden Studie mit der Plattenosteosynthese bei diesen Frakturen in 89% und mit dem Fixateur externe in 93% der Fälle gute Heilungsergebnisse. Der Fixateur externe sollte insbesondere primär bei ausgeprägtem Weichteiltrauma eingesetzt werden. Falls erforderlich, kann später

das Verfahren gegen eine Plattenosteosynthese, ggf. mit Transplantation von autologer Spongiosa, gewechselt werden.

Technisch bedeutsam ist, in die Montage möglichst nur den Radius einzubeziehen. Insbesondere dürfen Fixationsnägel niemals Radius und Ulna gemeinsam fassen. Dadurch würde die Umwendbewegungsmöglichkeiten (Pronation und Supination) von Radius und Ulna blockiert, sodass Frakturheilungsstörungen oder gar neue Frakturen provoziert werden. Bei noch wachsenden Tieren würde eine Distractio cubiti die Folge sein.

Sieht man von einem Hund mit Fraktur im proximalen Bereich ab, waren in dieser Studie Radius und Ulna ausnahmslos in der Diaphyse gebrochen. 50% der Frakturen bei Hund und Katze waren offen. Dies und Wundheilungsstörungen nach Plattenosteosynthese sowie eine Katze mit tumorverdächtiger Radiusfraktur waren Hauptindikationen, den Fixateur externe einzusetzen. Bei den anderen Patienten waren die finanziell begrenzten Möglichkeiten der Patientenbesitzer mit ausschlaggebend, den verglichen mit anderen Osteosyntheseverfahren kostengünstigeren Fixateur externe zu verwenden.

In der Studie betrug die Komplikationsrate 40%. So kam es bei einem Hund mit einer Splitterfraktur und hochgradig geschädigtem Weichteilgewebe und konsekutiver Vaskularisationsstörung sowie bei einem Yorkshire Terrier zu einer verzögerten Frakturheilung. Die Frakturen wurden mit Platte und autologer Spongiosatransplantation nachversorgt und heilten ab. Allerdings blieb funktionell eine ggr. Lahmheit bestehen. Beim Yorkshire Terrier löste sich die Ulna im distalen Bereich auf. In zwei weiteren Fällen lockerte sich die Montage und erforderte eine Umfixierung.

Übereinstimmend mit der Literatur wurde in allen Fällen dieser Studie ein Fixateur externe Typ II wegen der höheren Stabilität verwendet. In drei Fällen lockerte sich die Montage frühzeitig, weil die Patienten nicht ruhiggehalten wurden. Dies weist eindrücklich darauf hin, dass der Tierhalter sorgfältig in die Behandlung integriert werden muss.

Die guten Endergebnisse dieser Studie (78%) belegen, dass der Fixateur externe sowohl bei einfachen als auch komplizierten Frakturen ein geeignetes Osteosyntheseverfahren ist.

4.1.3 Os femoris

20 bis 26% aller Frakturen bei Hund und Katze sind Oberschenkelfrakturen (WHITEHAIR und VASSEUR, 1992). FUCHS (1978) gibt bei Katzen die Inzidenz mit 40% an. Nach BAHN (1995) sind in 52–58% der Fälle der Schaft betroffen, in 22–23% der proximale Abschnitt und in 18–26% der distale. Eine Epiphysenfugenbeteiligung besteht bei 25% der Oberschenkelfrakturen, bei 7,3% eine Gelenkbeteiligung (BAHN, 1995). Die Mehrzahl der

offenen und gesplitterten Frakturen resultieren aus einem direkten Trauma wie Schussverletzung oder einem Autounfall. In der Literatur wird die Häufigkeit von offenen Oberschenkelfrakturen beim Hund mit 2,3–7,6% und bei der Katze von 4,8–5,9% angegeben (KNOBLOCH, 1990 und BAHN, 1995). Exzessive Torsions- und Biegekräfte führen zu Schräg- und Spiralfrakturen (WHITEHAIR und VASSEUR, 1992; ANDERSON und ARON, 1998).

Bevorzugt bei Katzen sind einfache Oberschenkelfrakturen eine Indikation für eine intrameduläre Osteosynthese mit Marknagel und Cerclage und bei Hunden die Plattenosteosynthese. Bei offenen und gesplitterten Frakturen wird für beide Tierarten der Fixateur externe empfohlen (ANDERSON und ARON, 1998). Ist allerdings die mediale Abstützung nicht gewährleistet, bietet der Fixateur externe keine ausreichende Stabilität. In diesen Fällen ist der Einsatz einer Platte indiziert (WHITEHAIR and VASSEUR, 1992).

Werden Oberschenkelfrakturen mit einem Fixateur externe versorgt, sollte wegen der auf das Os femoris einwirkenden hohen Biegekräfte zusätzlich ein IMP eingebracht werden (ARON, 1989). Experimentell wies FOLAND (1991) im Hinblick auf die Stabilität und die axiale Kompression bei Oberschenkelfrakturen darauf hin, dass der IMP keine zusätzliche Rotationsstabilität bringt, aber effektiv gegen Kompressionskräfte wirkt. Die Stabilität ist mit vier Fixationsstangen höher als mit zwei oder drei.

Insbesondere bei der Katze lässt sich der Fixateur externe sehr gut mit einem IMP kombinieren, weil die Markhöhle nicht gekrümmt ist. Dabei kann der IMP, z. B. bei Trümmerfrakturen, in das Verbindungsstangensystem integriert werden, um die Achse zu gewährleisten. Besonders im Hinblick auf eine Dynamisierung ist dieses Vorgehen zweckmäßig. Dann kann der IMP nach Kürzung verbleiben und garantiert Achse und Länge des Os femoris.

Bei großen schweren Tieren oder komplizierten Splitterfrakturen sollte die Stabilität des Fixateur externe so weit wie möglich mit einem intramedulären Pin und Gewindebohrdrähten erhöht werden (ANDERSON und ARON, 1998; Mc LAUGHLIN und ROUSH, 1999).

In der vorliegenden Studie wurden Os femoris-Frakturen bei neun Katzen mit einem Fixateur externe und IMP versorgt. Splitter- oder lange Schräg-/Spiralfrakturen waren die Indikation, zusätzlich Cerclagen oder Schrauben zur Fixation zu verwenden. Der IMP wurde bei sieben Katzen und einem Hund mit in die Verbindungsstange aus Acryl integriert, um die Stabilität zu erhöhen.

Die durchschnittliche Verweildauer der externen Schiene am Os femoris wird in der Literatur sehr unterschiedlich mit zwei bis zwölf Wochen angegeben (BRINKER und FLO, 1975;

CARMICHAEL, 1991 und BRINKER et al., 1997). Bei einer distalen Os femoris Fraktur, die mit einer externen Fixierung versorgt wird, kann das Kniegelenk bei einer Ruhigstellung zwischen drei bis sieben Wochen versteifen und der M. quadrizeps atrophieren. Durch früh beginnende Physiotherapie kommt es in den meisten Fällen zu einer annehmbaren Wiederherstellung der Gliedmaßenfunktion (ANDERSON, 1991).

Bei der eigenen Untersuchung betrug die durchschnittliche Verweildauer bei Hunden fünf und bei Katzen sechs Wochen. Zum Zeitpunkt der Implantatentfernung hatte sich in allen Fällen ausreichend Kallus gebildet, um die Stabilität zu gewährleisten; eine Dynamisierung war nicht erforderlich. Eine erhöhte Komplikationsrate trat bei keinem Patienten auf.

In der Literatur beschränkt sich die Indikation des Fixateur externe meist auf offene und gesplitterte Frakturen. VAN EE (1992) rät vom Gebrauch des Fixateur externe am Os femoris ab, da sich eine Transfixation durch die großen Muskelbäuche nicht vermeiden lässt. Die guten Endergebnisse der eigenen Untersuchungen, auch in Bezug auf die geringe Komplikationsrate und die kurze Verweildauer bei den geschlossenen, meist gesplitterten Frakturen bestätigen jedoch die Praktikabilität der externen Schienung.

4.1.4 Tibia

20% aller Knochenfrakturen bei Hund und Katze betreffen die Tibia (ROUSH, 1992; BAHN, 1995; GORSE, 1998). Die meisten Frakturen betreffen die Diaphyse, gehäuft als Splitterfraktur und offen (BAHN, 1995; GORSE, 1998). Nach ROUSH (1992) sind 50% offen, nach KNOBLOCH (1990) beim Hund 13,9% und bei der Katze 25,5%. BOONE et al. (1986) geben an, dass Splitterfrakturen gehäuft bei adulten Tieren vorkommen, Schräg- und Spiralfrakturen bei juvenilen Tieren.

Bei komplizierten Trümmerfrakturen ist der Fixateur externe Mittel der ersten Wahl, weil er ausreichend Stabilität garantiert und Weichteile durch die Fixationsstangen nur wenig perforiert werden müssen. Abgesehen davon ist es am Unterschenkel möglich, die verschiedensten Konfigurationen einzusetzen (ROUSH, 1992). BRADLEY und ROUSE (1980) erzielten mit dem Fixateur externe bei der Versorgung offener Unterschenkelsplittterfrakturen – mit Ausnahme eines Patienten - gute Ergebnisse. Dagegen ist nach BOONE et al. (1986) und JOHNSON et al. (1989) gerade bei diesen Frakturtypen (offen-gesplittert) in bis zu 4% der Fälle mit einer Pseudarthrose zu rechnen.

Bei der Versorgung mit dem Fixateur externe kommt es gehäuft zu Komplikationen wie verzögerte Frakturheilung, Osteomyelitis und Pseudarthrosenbildung (ROUSH, 1992; RICHARDSON und THACHER, 1993; GORSE, 1998).

Die Verweildauer des Fixateur externe Typ II gibt THOOMBS (1991), sowie RICHARDSON und THACHER (1993) mit durchschnittlich 10-15 Wochen an. Die Untersuchungen von THOOMBS (1991) beziehen sich insbesondere auf Hunde. In dieser Zeit ist die Fraktur in der Regel knöchern so weit konsolidiert, dass die Implantate entfernt werden können.

Bei den eigenen Patienten waren nicht nur 30% der Frakturen offen, sondern auch die Weichteile erheblich geschädigt. In 82,5% der zu beurteilenden Fälle heilte die Fraktur letztendlich einwandfrei ab. Bei vier Frakturen kam es zu dauerhaften Funktionsstörungen (10%) und bei zwei Katzen zur Pseudarthrosenbildung (5%). Ein Tier wurde nach Refraktur vom Haustierarzt euthanasiert (2,5%). Die Pseudarthrose musste bei einem Tier neu fixiert werden, der andere Patient hatte trotz Fehlgelenk keine Funktionseinschränkung.

Nach durchschnittlich 13 Wochen konnte der Fixateur externe entfernt werden, weil der Bruch über eine sekundäre Frakturheilung röntgenologisch und klinisch belastungsstabil verheilt war. Bemerkenswert ist, dass bei einer Katze der Fixateur externe über 50 Wochen belassen wurde, weil der Besitzer das Tier zu früheren Kontrolluntersuchungen nicht vorstellte. Lokal ließen sich auch nach dieser langen Zeit keine Auffälligkeiten beobachten, die Fraktur war einwandfrei abgeheilt.

Bei drei Katzen kam es nach der Implantatentfernung zu einer Refraktur, in allen drei Fällen war zwar röntgenologisch eine Kallusbildung sichtbar, der Frakturspalt war jedoch nicht überbrückt. Die Liegezeit des Fixateur externe betrug zwischen 13 und 19 Wochen. Eine dieser Unterschenkelfrakturen wurden mit einem IMP nachversorgt und heilte sodann komplikationslos ab. Dies kann als Dynamisierung der externen Fixation durch eine sekundären (nicht notwendigen) Eingriff angesehen werden. Eine weitere Katze wurde mit einen neuen Fixateur externe nachversorgt und heilte genauso komplikationslos ab. Das dritte Tier wurde euthanasiert. Dies unterstützt eindrücklich die Forderung, dass die Implantate nur entfernt werden dürfen, wenn der Frakturspalt sicher überbrückt ist, oder aber eine intramedulläre Schienung bestehen bleibt (Dynamisierung). Dies ist nach den eigenen Untersuchungen in Übereinstimmung mit der Literatur, ab der 13. Woche zu erwarten.

Die in der Literatur angegebenen guten Ergebnisse lassen sich mit den Untersuchungen der eigenen Patienten (n=40) annähernd bestätigen, auch in Bezug auf die Liegezeiten.

4.2 Versorgung der Gelenke

Carpalgelenk, Kniegelenk, Tarsalgelenk

Sieht man einmal von den Gliedmaßenfrakturen ab, eignet sich der Fixateur externe auch bestens bei Gelenk- und gelenknahen Verletzungen wie Frakturen und Seitenbandläsionen an

Carpal-, Knie- und Tarsalgelenk (TOOMBS, 1992; ANDERSON und CONSTANTINESCU, 1998).

4.2.1 Carpalgelenk

Nach BRINKER et al. (1993) ist die Luxation am Carpalgelenk selten, dagegen bei VON KRIEGSHEIM (2001) die zweithäufigste Luxation bei Hund und Katze mit 18%. Die Ursache ist meist ein Sprung oder Sturz aus großer Höhe. Bei Hunden sind vorwiegend großwüchsige Rassen betroffen (VON KRIEGSHEIM, 2001).

Laut Literaturangaben führt konservatives Vorgehen zu Misserfolgen (WERNITZ, 1987; KELLER und CHAMBERS, 1989; DENNY und BARR, 1991;). Allgemein wird in diesen Fällen die Arthrodesse empfohlen: bei den unteren beiden Gelenkreihen die partielle, bei der *Articulatio antebrachio-carpea* die Panarthrodesse (VON KRIEGSHEIM, 2001).

In der eigenen Untersuchung liegt nur ein Befund bei einem Hund mit einer länger bestehenden Instabilität im Carpalgelenk vor. Aus den Krankenunterlagen war die Ursache und Lokalisation der Instabilität nicht näher zu entnehmen. Behandelt wurde mit lateraler Drahtzugurtung und Fixateur externe. Das Gelenk blieb instabil, der Besitzer lehnte eine Arthrodesse ab. BUTTERWORTH (1991) betont, dass die Behandlung mit Bandnaht bzw. Bandersatz nur erfolgreich ist, wenn sie frühzeitig erfolgt. Auch bei VON KRIEGSHEIM (2001) war die Behandlung mit Bandersatz meist unbefriedigend.

Insbesondere bei kleinen Hunden und bei Katzen besteht die Gefahr iatrogenen Frakturen der Metacarpalia/-tarsalia beim Setzen der Nägel. Dieses Risiko schaltet der „Rudy boot“ weitgehend aus. Dabei werden Bohrdrähte in den distalen Abschnitt von Radius bzw. in die Tibia eingesetzt und mit Bohrdrähten verbunden, die in einen Holzblock befestigt werden. Der Holzblock wird mit einem Gipsverband versehen, der die Pfote sowie einen Großteil von Carpal- und Tarsalgelenk umfasst (ANDERSON und CONSTANTINESCU, 1998). Dies macht jedoch die Anwendung bei offenen Läsionen unmöglich. Bei der Versorgung von Carpal- und Tarsalgelenken der eigenen Studie konnten iatrogene Frakturen durch die Verwendung von Acrylbrücken und durch dünnere Bohrdrähte für die Metacarpalia/-tarsalia vermieden werden. Bohrdrähte sind ins proximale Drittel der Metacarpalia/-tarsalia zu implantieren, um die Auftrittfläche der Pfote auszusparen (ANDERSON und CONSTANTINESCU, 1998).

4.2.2 Tarsalgelenk

Nach FISCHER (1986) liegt die Inzidenz von Tarsalgelenksverletzungen bei der Katze bezogen auf alle Läsionen am Stütz- und Bewegungsapparat bei 4%. Bei isolierten Tarsalgelenk-Frakturen (50,4%) ist der Talus vor Maleoli und Calcaneus am häufigsten betroffen. Zu isolierten Bandverletzungen kam es in 4,5% der Fälle, meist war die mediale Seite lädiert. Die Inzidenz von Kombinationsverletzungen wie Fraktur und Bandläsion und/oder Luxation bzw. Bandläsion mit Luxation lag bei 45,1% (FISCHER, 1986).

Für Luxationen im Bereich des Tarsalgelenkes gibt VON KRIEGSHEIM (2001) die Häufigkeit beim Hund mit 13,2% und die der Katze mit 16,2% an. Bei Hunden luxieren in der Mehrzahl die Artt. tarsometatarsae, bei Katzen das Art. tarsocruralis. Erste Ursachen beim Hund sind Sturz oder Sprung. Betroffen sind meist großwüchsige Tiere. Bei der Katze wird der Sturz aus großer Höhe angegeben. Die konservative Behandlung hat bei VON KRIEGSHEIM (2001) nur eine geringe Bedeutung. Nur MEUTSTEGE (1968, 1971) beschreibt die erfolgreiche gedeckte Reposition und Sicherung mit einem Fixateur externe.

FISCHER (1986) gibt die Inzidenz offener Verletzungen am Tarsus mit 48% an. Nach BRINKER et al. (1993) resultiert dies aus der geringen Weichteilabdeckung des Gelenkes.

Offene Läsionen werden mit einem Fixateur externe Typ II versorgt, da Typ I keine ausreichende Stabilität bietet. Der Fixateur externe gewährleistet eine Revaskularisierung des traumatisierten periartikulären Gewebes und verhindert durch das wenige Einbringen von Fremdmaterial eine weitere Kontamination (ARON, 1987).

Der Fixateur externe ist eine primäre Stabilisierungsmaßnahme bzw. er sichert sekundär ein Gelenk nach operativem Bandersatz (ARON, 1987; DIAMOND et al., 1999).

Im Gegensatz zum Schienenverband sichert der Fixateur das Repositionsergebnis besser. Zudem kann der Patient die Gliedmaße eingeschränkt bewegen, so dass der Bewegungsradius des Gelenkes nach Implantatentfernung weitaus weniger reduziert ist und damit ist das Risiko einer Ankylosierung verringert (TOOMBS et al., 1989; KELLER et al., 1994).

Das Gelenk wird mit dem Fixateur externe im physiologischen Standwinkel ruhiggestellt (ANDERSON und CONSTANTINESCU, 1998). Sind Sehnen verletzt, sollte der Standwinkel um 10° Extension erweitert werden. Dies reduziert die Belastung der Beugesehnen und die immer zu erwartende Atrophie von Knochen, Muskel, Bändern und Gelenkknorpel.

Auch bei Berücksichtigung der allgemeinen Empfehlungen, ist bei gelenküberbrückenden Fixierungsmontagen meist mit einer Einschränkung des Bewegungsradius des fixierten Gelenkes zu rechnen. EGGER (1989a) betont, die Verweildauer des Fixateur externe so kurz

wie notwendig zu halten und nach Implantatentfernung das Gelenk einer gezielten Physiotherapie zuzuführen.

ARON (1987), DIAMOND et al. (1999) und OWEN (2000) geben die Verweildauer in Abhängigkeit davon, ob der Fixateur als primäre oder sekundäre Versorgung dient mit 34 Tagen bis zu zehn Wochen an. Nach GRÄFIN ZU EULENBERG (1997) bestimmt das Ausmaß der Knorpelläsion und der Weichteilverletzung die Gelenkbeweglichkeit. Die Immobilisationsdauer scheint nach ihren Untersuchungen eine unbedeutende Rolle zu spielen. In der eigenen Untersuchung kamen bei Katzen isolierte Frakturen zu 23,3%, Kombinationsverletzungen zu 63% vor und isolierte Bandverletzungen in 3,3% der Fälle vor. Die im Gegensatz zur Literatur angegebenen hohen Prozentzahlen bei Kombinationsverletzungen resultieren daraus, dass nur die mit einem Fixateur externe versorgten Patienten beurteilt wurden.

Die Tarsalgelenksverletzungen waren bei Katzen zu 30% und bei Hunden zu 64,3% offen. Unfallursache bei den Hunden war zu 50% ein Autounfall mit Abrasion, woraus sich im Gegensatz zur Literaturangabe die höhere Anzahl offener Verletzungen ergibt. Die eigenen Feststellungen decken sich mit den Angaben von DIAMOND et al. (1999), der auch die Autounfälle als Hauptgrund für Tarsalgelenksläsionen nennt. Die Abrasion erfolgt in 75% der Fälle medial und meist so tiefgreifend, dass das Gelenk instabil ist (DIAMOND et al., 1999).

Übereinstimmend mit der Literatur war Hauptunfallursache für Tarsalgelenksverletzungen bei Katzen zu 56,7% der Sturz.

Die Ergebnisse der eigenen Studie decken sich weitgehend mit den Angaben von GRÄFIN ZU EULENBERG: Die Patienten, bei denen es zu Gelenksteifheit/Ankylosenbildung kam, wiesen zu Behandlungsbeginn eine tiefgreifende Abrasionsverletzung oder Luxationsfraktur mit ausgeprägtem Weichteilschaden auf.

Allgemein kam es in 59% der eigenen Fälle zu einer erhöhten Komplikationsrate (14% Ankylose- und/oder Arthrosenbildung), nichts desto trotz konnten 71,4% der Hunde und 62% der Katzen als geheilt entlassen werden. Bei 14,3% der Hunde und 27,6% der Katzen war das Ergebnis befriedigend (geringgradige Lahmheit nach starker Belastung bzw. ein geringgradig verringertes Springvermögen).

Die in der Literatur angegebene Liegezeit von 34 Tagen bis zehn Wochen wurde bei den eigenen Patienten mit durchschnittlich 25 Tagen deutlich unterschritten.

In der vorliegenden Studie wurde nur bei einer Katze mit offener Luxation der Art. tarsometatarsae gedeckt reponiert und mit einem Fixateur externe erfolgreich stabilisiert. Die

anderen Fällen wurde wie in der Literatur beschrieben offen reponiert. Insgesamt unterstützen die Studienergebnisse die Forderung, offen zu reponieren und belegen die Praktikabilität des Fixateur externe bei Tarsalgelenksläsionen.

4.2.3 Kniegelenk

Die Versorgung mit dem Fixateur externe Typ I bietet nicht die notwendige Stabilität mit der Folge, dass es zu einer Montagelockerung oder Fraktur im Bohrkanal kommen kann (ANDERSON und CONSTANTINESCU, 1998). Deshalb sollte am Kniegelenk – wenn anatomisch möglich - der Fixateur externe Typ II verwendet werden. Zudem gewährleistet der Fixateur externe im Gegensatz zum Schienenverband insgesamt eine bessere Bewegungsfreiheit der Gliedmaße.

Zu bedenken bleibt, dass es bei einer Ruhigstellung über vier Wochen zur Abnahme des Proteoglycangehaltes im Gelenkknorpel kommt, der sich jedoch nach kompletter Remobilisation wieder vermehrt (Mc LAUGHLIN und ROUSH, 1999). Im Gegensatz zum Tarsalgelenk wird diese Form der Ruhigstellung am Kniegelenk besser toleriert. Bereits nach einer vierwöchigen Ruhigstellung sind Extension und Flexion am Tarsalgelenk eingeschränkt (OWEN, 2000). Demgegenüber gibt GRÄFIN ZU EULENBERG (1995) an, dass die Einschränkung von Flexion und Extension besonders auf Weichteilschäden und Knorpelläsionen zurückzuführen sind und nicht auf die Zeit der Ruhigstellung. Mc LAUGHLIN und ROUSH (1999), BRUCE (1999) und OWEN (2000) stellen fest, dass eine Immobilisation des Kniegelenkes von sechs Wochen keine Beeinflussung der Gelenkbeweglichkeit nach Implantatentfernung bewirkt.

In der eigenen Studie wurden sieben Kniegelenke (Hunde n=5, Katzen n=2) ruhiggestellt. In nur einem Fall war das Ergebnis unbefriedigend: Ein Hund wurde mit einem andernorts voroperierten Kreuzbandriss und daraus resultierender Einschränkung von Extension und Flexion in der Klinik vorgestellt. Die operative Remobilisation mit Ruhigstellung durch den Fixateur externe führte nur zu einer gering verbesserten Gelenkbeweglichkeit.

Bei den anderen Patienten war nach Implantatentfernung die Gelenkbeweglichkeit schon bald wieder hergestellt, wie dies auch beschrieben ist.

4.3 Versorgung der übrigen Knochen

4.3.1 Metatarsalia/Metacarpalia

BAHN (1995) gibt die Häufigkeit von Metatarsaliafrakturen bei Hund und Katze mit 2% an. In 86,5% handelt es sich um Serienfrakturen. Die Inzidenz offener Metacarpal-/tarsal-Frakturen beträgt zwischen 20 und 38%.

Nach BRINKER et al. (1997) sind Frakturen der Metatarsal- und Karpalknochen, je nach Lage der Bruchlinie und des Dislokationsgrades, mit Cerclagen, Zugschrauben, kleinen Platten oder konservativ zu versorgen. Zur Versorgung mit dem Fixateur externe gibt es in der Literatur nur wenige Angaben. GRÄFIN ZU EULENBURG (1997) setzte den Fixateur externe bei einer offenen Metatarsalserienfraktur bei einer Katze ein. Bei der Platzierung kam es zur Dislokation der Fragmente und zu einer Infektion. Eine Spongiosatransplantation wurde erforderlich. Das Ergebnis war nur befriedigend.

In der eigenen Studie waren die Hauptindikationen, den Fixateur externe einzusetzen, offene durch Schuss oder Biss verursachte Frakturen/Luxationen. Verfolgt werden konnten nur zwei Patienten. Bei einem Tier musste die Phalanx V amputiert werden, da sie nicht heilte. Im zweiten Fall war eine Umfixierung aufgrund einer nicht optimalen Reponierung erforderlich. Übereinstimmend mit GRÄFIN ZU EULENBURG fiel in der vorliegenden Untersuchung auf, dass die Beibehaltung einer exakten Reponierung bei den Bohrvorgängen in den Phalangen oder dislozierten Fragmenten besonders schwierig ist. Die geringe Anzahl der Fälle bei den Metatarsalia und -carpalia lässt keinen zuverlässigen Rückschluss auf die Praktikabilität des Fixateur externe zu.

4.3.2 Mandibula

Mandibulafrakturen repräsentieren 11-14% aller Frakturen bei Katzen und nur 2,5-5,4% aller Frakturen bei Hunden. Die Maxilla ist mit 1,2% beim Hund und 0,2% bei der Katze weit weniger betroffen (DAVIDSON und BAUER, 1992; BAHN, 1995). Die offenen Verletzungen unterliegen stets einem gesteigerten Infektionsdruck durch den hohen Keimgehalt in der Maulhöhle. Meist weisen die Frakturen einen geringen Knochenanteil und wenig gesundes Weichteilgewebe auf. Die Anwendung des Fixateur externe ist jedoch auf Mandibulaastfrakturen reduziert, da weiter caudal gelegene Frakturen keinen ausreichenden Raum für die Platzierung der Bohrdrähte lassen (KUZMA und COCKSHUTT, 1988).

Nach WEIGEL et al. (1981) sowie KUZMA und COCKSHUTT (1988) wird eine ausreichende Stabilisierung erreicht, wenn zwei Bohrdrähte pro Fragment eingesetzt werden. Bei der Platzierung der Bohrdrähte können Zahnwurzeln die gewünschte Bohrrichtung

erschweren, zu empfehlen ist die Verwendung von Acrylbrücken. Im Gegensatz zu einer Verbindungsstange ist es dann nicht erforderlich, dass alle Bohrdrähte in exakt einer Ebene liegen (CARMICHAEL, 1991).

Bei der Versorgung von Mandibulaastfrakturen ist auf eine exakte Okklusion zu achten. Eine Malokklusion kann zu einer Kiefergelenksarthrititis und zur Verminderung der Kaufähigkeit sowie zu periodontalen Erkrankungen mit vermehrter Zahnbelag/-steinbildung führen (KUZMA und COCKSHUTT, 1988; DAVIDSON und BAUER, 1992).

KUZMA und COCKSHUTT (1988) beschreiben den Fixateur externe bei einem Hund mit einer instabilen rostralen Mandibulafraktur. Sie implantierten drei Kirschnerbohrdrähte quer durch beide Mandibulaäste, zwei Bohrdrähte setzten sie rostral. Die Heilung war komplikationslos.

Die eigenen Untersuchungen beziehen sich auf eine Katze und zwei Hunde. Bei zwei der behandelten Fälle war in der Operation keine exakte Okklusion herzustellen. Die Frakturen heilten ab, jedoch verweigerten die Tiere nach der Operation harte Nahrung; eine Schmerzhaftigkeit fiel bei der Palpation nicht auf. Das dritte Tier verstarb vor Beendigung der Behandlung.

In der Literatur wird der Fixateur externe besonders bei Splitterfrakturen, Frakturen mit Knochen- und Weichteilverlust oder infizierten Frakturen empfohlen (DAVIDSON und BAUER, 1992). Die eigene Studie belegt, dass der Fixateur externe auch bei einfachen Mandibulaastfrakturen eine gute Alternative darstellt.

4.4 Komplikationen

Wie in der Literatur vielfach beschrieben, kann es beim Einsetzen eines Fixateur externe zu folgenden Komplikationen kommen:

- Nageltraktinfektionen (bis zu 80%; WEBER, 1991),
- Montagelockerung in Form des Verbindungstangenbruchs/-lockerung und des Fixationsstangenbruchs/-lockerung (8,5%; BAHN, 1995) sowie
- Komplikationen des Weichteilgewebes.

Das Komplikationsrisiko verringert sich deutlich, wenn der Fixateur externe korrekt angelegt wird und die Indikationen beachtet werden. Nach FOX (1986) überwiegen die Vorteile des Fixateur externe, z. B. die einfache Applikation bei einer großen Bandbreite von Verletzungen.

BAHN (1995) beschreibt, dass eine gestörte Frakturheilung bei Hund und Katze zu 70 – 80% die langen Röhrenknochen betreffen. Allgemein gibt sie an, dass mit Komplikationen gehäuft

an Knochen mit hoher Frakturinzidenz zu rechnen ist. So frakturiert z. B. bei Hunden in 20% das Os femoris mit einer Komplikationsrate von 25%.

Für die unterschiedlichen Osteosyntheseverfahren gibt BAHN (1995) die relative Häufigkeit für Komplikationen bei der Plattenosteosynthese mit 50%, bei der intramedullären Fixation mit 18% und beim Fixateur externe mit 4,5% an.

In der eigenen Studie war die Komplikationsrate der langen Röhrenknochen im Vergleich mit denen an Gelenken und den "übrigen Knochen" bei der Katze identisch. Beim Hund ist die Komplikationsinzidenz an den Gelenken und "übrigen Knochen" höher.

Der Zusammenhang zwischen Läsionsinzidenz und Komplikationsrate kann auch in der eigenen Untersuchung belegt werden: Das Tarsalgelenk und die Tibia sind bei der Katze am häufigsten betroffen, beim Hund Radius/Ulna und Tarsalgelenk.

4.4.1 Nageltraktinfektionen

Nach WEBER (1991) ist in bis zu 80% der Fälle mit einer Nageltraktinfektion zu rechnen. Die Mehrzahl der Fälle kann mit lokalen Maßnahmen saniert werden. Die Inzidenz der Nageltraktinfektionen lässt sich durch Beachten folgender Applikationsprinzipien deutlich reduzieren: Das Einsetzen der Bohrdrähte nach der Reduktion zur Verringerung der Hautspannung sowie das Vermeiden des Einsetzens durch Gefäße, Frakturhämatom oder durch die Inzisionslinie. Weitere Risikofaktoren sind einschnürende Verbände und eine unzureichende Ruhighaltung der Tiere (EGGER, 1991; RUDD und WHITEHAIR, 1992; VAN EE, 1992).

Eine adäquate Pflege der Austrittsstellen der Bohrdrähte für fünf bis sieben Tage macht eine sekundäre Infektion unwahrscheinlich. Danach bildet sich bakteriostatisches Granulationsgewebe (ARON, 1989).

Insbesondere die Austrittsstellen der in große Muskelbäuche eingesetzten Bohrdrähte sind aufgrund der erhöhten Belastung anfälliger für lokale Infektionen. Aus diesem Grund sind am Humerus nur wenige Bohrdrähte craniodistal und in der caudalen Hälfte einzusetzen. Dieses gilt auch für die craniodistale Hälfte des Os femoris (ANDERSON und ARON, 1998). Um die Bohrdrähte nach Möglichkeit zwischen die Muskelbäuche zu setzen, ist die Reduktion am Humerus und Os femoris offen vorzunehmen.

Auch bei offenen infizierten Frakturen/Verletzungen, Splitterfrakturen und Läsionen mit ausgeprägtem Weichteiltrauma ist mit einem hohen Prozentsatz von Nageltraktinfektionen zu rechnen.

HARARI (1992) und HARARI et al. (1998) differenzieren je nach Beeinträchtigung des Tieres und nach Sekretionsart (serös oder purulent) zwischen gravierenden und weniger gravierenden Infektionen.

In der eigenen Untersuchung waren Nageltraktinfektionen die häufigste Komplikation (64,4%). Bezogen auf die einzelnen Knochen: in 83,3% der Humerus, in 41,7% das Os femoris, in 70% die Tibia und in 62,8% das Tarsalgelenk. Die Tiere wurden dadurch nicht beeinträchtigt.

In Übereinstimmung mit der Literatur kam es an Humerus und Os femoris gehäuft zu Nageltraktinfektionen. Der hohe Prozentsatz der Infektionen an Tibia und Tarsus basiert auf einer erhöhten Inzidenz von offenen Läsionen.

Alle Fälle wurden erfolgreich lokal antiseptisch behandelt. Die purulenten Infektionen (fünf Katzen, drei Hunde) erhielten zusätzlich eine systemische Antibiose. Eine chirurgische Intervention - wie von KANTROWITZ (1987) beschrieben – war nicht erforderlich.

Osteomyelitis

Unabhängig von der Fixationsart gibt BAHN (1995) die Häufigkeit für eine Osteomyelitis bei offenen Frakturen mit 8% an und bei gedeckten mit 3,7%. Beim Hund kam sie in ihrer Untersuchung zu 94% an den langen Röhrenknochen (Katze 100%) und zu 6% am Tarsalgelenk vor.

Ursachen für eine Osteomyelitis sind lokale Infektionen sowie Bohrdrähte, die durch kontaminiertes Gewebe gesetzt werden (HARARI, 1992). Nach EGGER (1991) entsteht eine generalisierte Osteomyelitis besonders dann, wenn offene Frakturen komplett verschlossen werden oder wenn es bei gedeckten Frakturen unter der Operation zu einer massiven Manipulation mit Kontamination kommt.

In der vorliegenden Studie kam es bei einem Hund mit offener Tibiafraktur und bei drei Katzen (zwei mit offenen Verletzungen von Tibia und Tarsus, eine mit gedeckter Luxationsfraktur des Tarsalgelenkes) zu einer Osteomyelitis. Übereinstimmend mit BAHN (1995) lagen meist offene Verletzungen zugrunde. Mittel der Wahl war eine systemische Antibiotikatherapie.

4.4.2 . Komplikationen des Fixateur externe

4.4.2.1 Montagelockerung

BAHN (1995) gibt die Häufigkeit einer Montagelockerung beim Fixateur externe mit 8,5%, bei der Plattenosteosynthese mit 62,7% und bei der intramedullären Fixation mit 18,6% an.

Ein erhöhtes Risiko für Implantatlockerungen besteht bei Hunden mit einem Gewicht über 15,5kg (13,2%), bei Tieren unter diesem Gewicht ist das Risiko mit 8,1% deutlich geringer (BAHN, 1995).

Ursachen für eine vorzeitige Bohrdrahtlockerung sind das Einsetzen von Bohrdrähten mit zu hoher Geschwindigkeit, in eine Fissurlinie, zu nah an der Fraktur oder in nur eine Cortex. Weitere Gründe sind die falsche Wahl des Bohrdrahtdurchmessers und der Winkelung sowie eine zu starke Aktivität der Tiere (EGGER, 1991; HARARI et al., 1998). So kommt es bei Bohrdrähten, die in einem 90° Winkel eingesetzt werden, zu einer höheren Lockerungsrate als bei gewinkelt gesetzten Bohrdrähten (BRINKER et al., 1985).

Für eine langandauernde Stabilisierung sind Bohrdrähte mit Gewinde angezeigt. Konfigurationen mit glatten Bohrdrähten haben eine durchschnittliche Stabilität von 2,2 Monaten, eine Kombination aus glatten Bohrdrähten und Gewindedrähten von 4,3 Monaten, eine alleinige Verwendung von Gewindebohrdrähten von 4,8 Monaten (RICHARDSON und THACHER, 1993).

Ist nur ein Bohrdraht gelockert und keine Schmerzhaftigkeit vorhanden, wird der Bohrdraht belassen. Die Fraktur heilt meist komplikationslos ab (BRINKER und FLO, 1975). Bei Verwendung von Technovitschienen kann das Entfernen nur eines Bohrdrahtes erschwert sein, in den meisten Fällen ist eine Umfixierung erforderlich.

In der vorliegenden Studie lockerte sich die Mehrzahl der Montagen bei parallel gesetzten Bohrdrähten. Dies entstand nicht bei der Verwendung von Gewindebohrdrähten.

Allgemein lockerte sich die Montage in 22,9% der Fälle und stellt somit die zweithäufigste Komplikation dar. Meist ließ die Stabilität der Konfiguration im Stadium der Abheilung nach (77,8%), so dass der Fixateur externe zu diesem Zeitpunkt entfernt werden konnte. In Übereinstimmung mit BAHN (1995) kam es v. a. bei Hunden mit einem Gewicht von 15 kg (8 von 12) zu einer Implantatlockerung.

4.4.2.2 Bohrdrahtbruch

Bohrdrähte mit größerem Durchmesser erhöhen die Stabilität an der Knochen-Bohrdraht Kontaktstelle, da sie stabiler gegen Biegekräfte sind. Der Bohrdrahtdurchmesser darf jedoch nicht 20% des Knochendurchmessers überschreiten (EGGER, 1991; EGGER, 1992; HARARI, 1992).

Bei richtiger Wahl und korrektem Sitz der Bohrdrähte sowie konsequenter Ruhighaltung sind Nagelbrüche nur in Einzelfällen zu erwarten. Ob im Fall eines Bohrdrahtbruchs eine

Entfernung des Bohrdrahtes möglich ist oder eine Umfixierung vorgenommen werden muss, ist individuell vor Ort zu entscheiden.

Die Bruchstelle von Gewindebohrdrähten liegt meist am Übergang von glattem Schaft zum Gewinde aufgrund der hohen Beanspruchung (BENNETT et al., 1987).

In der eigenen Studie kam es bei 4 Hunden (8,3%) und einer Katze (1,3%) zu einem Bruch des Bohrdrahtes, betroffen waren ausnahmslos Fixationen von Tarsus und Metatarsus. In Übereinstimmung mit der Literatur brach ein Gewindebohrdraht am Übergang zum glatten Schaftbereich. Bei diesen Tieren wurde der Bohrdrahtbruch darauf zurückgeführt, dass sie sehr lebhaft und nur schwer ruhig zu halten waren.

4.4.3 Komplikationen des Weichteilgewebes

4.4.3.1 Verzögerte Frakturheilung

SUMNER-SMITH (1991) und BRINKER et. al. (1990) definieren die verzögerte Frakturkonsolidierung als eine Heilung, die einen längeren Zeitraum erfordert als erwartet, wobei eine genaue Zeitangabe nicht möglich und abhängig von Fraktur und Patient ist. BRINKER et al. (1983 und 1984) geben für die Behandlung mit ruhigstellenden Verbänden, perkutaner Fixation oder intramedullärer Schienung in Abhängigkeit vom Alter des Patienten die Dauer der Frakturheilung mit zwei bis zwölf Wochen an. EGGER (1991) befürwortet eine Umfixierung mit oder ohne Spongiosatransplantation, wenn sich nach sechs bis zwölf Wochen kein Heilungsprozess eingestellt hat.

Bei instabilen Frakturen führen insbesondere rigide Fixationen zu einer knöchernen Überbrückung mit verzögerter Hypertrophie und Remodelingprozess des neu gebildeten Kallusgewebes. Der Knochen ist dadurch bei der Implantatentfernung wesentlich instabiler als röntgenologisch erwartet (EGGER, 1991).

Durch das Beachten der Applikationsprinzipien und ein hygienisch sauberes Arbeiten wird das Risiko für Infektionen, Ischämien, ischämische Nekrosen, Distractionen, Kompressionen der Fragmente, Knochenschwund oder eine instabile Fixierung mit Verhinderung der Kallusbildung reduziert. Weitere Risikofaktoren sind nicht ausreichend neutralisierte Scheerkräfte, Metall im Frakturbereich, Weichteilgewebeschäden und/oder Verlust von Weichteilgewebe, offene Reposition und eine frühzeitig erhöhte Aktivität des Tieres. Auch Splitterfrakturen weisen ein höheres Risiko an verzögerten Heilungsabläufen auf (SUMNER-SMITH, 1991).

Im Einzelfall muss entschieden werden, ob die Apparatur länger belassen wird oder eine autologe Spongiosaverpflanzung mit oder ohne Umfixierung erforderlich ist. Der Vorteil des Fixateur externe liegt in der Stabilisierung der Fraktur während der Operation.

Wie in der Literatur beschrieben führte auch in der eigenen Untersuchung die Verwendung rigider Fixationen zu einem instabileren Ausheilungsergebnis als röntgenologisch erwartet. Beispielhaft waren hierfür die Tibiafrakturen dreier Katzen. Bei einem Hund und drei Katzen wurde nach 35-78 Tagen eine autologe Spongiosaverpflanzung mit Umfixierung vorgenommen. Bei einem weiteren Hund blieb die Frakturheilung einer Phalange nach Fixierung einer offenen Metatarsaliafraktur aufgrund eines zu großen Frakturspaltes aus, die Zehe wurde amputiert. In einem weiteren Fall wurde aufgrund einer Lyse der Ulna nach Versorgung einer Wundheilungsstörung nach Plattenosteosynthese eine erneute Umfixierung mit Platte durchgeführt. Eine beidseitige Tibiafraktur bei einer Katze machte die jeweilige Umfixierung mit einem IMP erforderlich. Bei den restlichen Tieren mit verzögerter Frakturheilung wurde die Apparatur länger belassen, alle Fälle heilten ab. Ein Fall, in dem der Besitzer die Nachkontrollen versäumte und den Fixateur externe für 344 Tage belies, ist besonders hervorzuheben. Die Fraktur war überbrückt und der Knochen wies keine größeren Reaktion auf die Bohrdrähte auf. Die Zeiten, in denen eine autologe Spongiosaverpflanzung und/oder eine Umfixierung vorgenommen wurden, decken sich mit den Angaben der Literatur.

4.4.3.2 Pseudarthrosenbildung

Unabhängig von der Frakturversorgung beträgt die Häufigkeit von Pseudarthrosenbildung zwischen 1,2 und 3,4% (SUMNER-SMITH, 1984; KNOBLOCH, 1990; BAHN, 1995). In 70-78% sind die langen Röhrenknochen betroffen. Besonders auffällig ist die häufige Pseudarthrosenbildung bei Hunden der Miniaturrassen (EGER, 1990; BAHN, 1995; LARSEN et. al., 1999).

KNOBLOCH (1990) gibt bei der Katze die Tibia als häufigste Lokalisation an. In ihrer Studie kam es nach perkutaner Transfixation nur zu atrophischen Pseudarthrosen, die Folge einer Knocheninfektion oder mangelnder Stabilität waren.

Bei hyperthropher Pseudarthrosenbildung fördert eine stabile Fixation den Heilungsprozess. Bei atrophischer Pseudarthrosenbildung werden zusätzlich die Frakturrenden aufgefrischt und eine autologe Spongiosatransplantation durchgeführt (SUMNER-SMITH, 1991).

In der eigenen Untersuchung kam es nur bei einer Katze (1,3%) zu einer hypertrophen Pseudarthrose der Tibia. Eine chirurgische Intervention war nicht notwendig. Der Knochen war nach der Implantatentfernung stabil.

Übereinstimmend mit der Literatur war auch in den eigenen Fällen die Pseudarthrosenbildung eine relativ selten auftretende Komplikation.

4.4.3.3 Blutungen aus Bohrdrahtlöchern

In der Literatur finden sich so gut wie keine Angaben, nur JOHNSON und KNELLER (1989) berichten über eine Blutung bei einem Fixateur externe an der Tibia.

Gefäße werden selten beim Bohrvorgang verletzt, jedoch kann es im weiteren Verlauf zu einer starken Reizung von Gefäßen durch die Bohrdrähte kommen. Werden die Blutungen nicht durch einen Druckverband gestillt, muss der Bohrdraht entfernt werden.

In der eigenen Studie kam es bei zwei Hunden (4,2%) und einer Katze (1,3%) zu Blutungen. Nur bei einem Hund konnte die Blutung nicht mit einem Druckverband gestillt werden, der Bohrdraht wurde entfernt.