

Beckenfrakturen bei Hund und Katze –
Untersuchungen zum Therapieverlauf sowie Erstellung einer
Beckenfrakturklassifikation

von Anne Lohr

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

Beckenfrakturen bei Hund und Katze –
Untersuchungen zum Therapieverlauf sowie Erstellung einer
Beckenfrakturklassifikation

von Anne Lohr

aus Berlin

München 2018

Aus dem Zentrum für Klinische Tiermedizin der Tierärztlichen
Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Chirurgie der Kleintiere

Arbeit angefertigt unter der Leitung von:
Univ.-Prof. Dr. Andrea Meyer-Lindenberg

Mitbetreuung durch:
Dr. med. vet. Mirja Nolf

**Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München**

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph.D.

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Andrea Meyer-Lindenberg

Korreferent/en: Prof. Dr. Clemens Knospe

**Tag der Promotion:
10.02.2018**

Meiner lieben Familie in Dankbarkeit gewidmet.

INHALTSVERZEICHNIS

I.	EINLEITUNG	1
II.	LITERATURÜBERSICHT	2
1.	Verletzungen der Beckengliedmaße bei Hund und Katze	2
1.1.	Inzidenz und Ätiologie.....	2
1.2.	Geschlechts- und Altersverteilung	3
1.3.	Klinische Symptome und diagnostische Maßnahmen	4
1.4.	Beckenstruktur und Krafteinwirkung.....	6
1.5.	Verteilungsmuster und Frakturkombinationen	7
1.5.1.	Iliosakralgelenksluxationen.....	8
1.5.2.	Sakrumfrakturen.....	9
1.5.3.	Iliumfrakturen	10
1.5.4.	Azetabulumfrakturen.....	11
1.5.5.	Ischium- und Pubisfrakturen.....	12
1.5.6.	Symphysenverletzungen	13
1.6.	Begleitverletzungen	14
1.6.1.	Weichteilverletzungen.....	14
1.6.2.	Begleitende Frakturen und Luxationen.....	15
1.6.3.	Verletzungen des peripheren Nervensystems	16
2.	Therapie und Ergebnisse bei Beckenfrakturen.....	17
2.1.	Konservative Therapie von Beckenfrakturen – Allgemeines	18
2.2.	Chirurgische Therapie von Beckenfrakturen – Allgemeines	21
2.3.	Spezielle Therapie der Beckenfrakturen bzw. -luxationen	23
2.3.1.	Therapie von Iliosakralgelenksluxationen	23
2.3.2.	Therapie von Sakrumfrakturen	25
2.3.3.	Therapie von Iliumfrakturen	27
2.3.4.	Therapie von Azetabulumfrakturen	29
2.3.5.	Therapie von Ischium- und Pubisfrakturen.....	32
2.3.6.	Therapie bei Beckensymphysiolysen.....	34
2.4.	Richtlinien zur Therapie multipler Beckenverletzungen	34
2.5.	Prognose, Komplikationen und mögliche Spätschäden.....	35

3.	Klassifikationsmodelle für Beckenfrakturen.....	38
3.1.	Klassifikationen für Beckenfrakturen allgemein	39
3.2.	Klassifikation von Beckenfrakturen nach MESSMER (1995)	40
3.3.	Klassifikationen für Azetabulumfrakturen.....	44
3.4.	Klassifikationen von Sakrumfrakturen	45
III.	MATERIAL UND METHODE	46
1.	Ziel und Entwicklung der Frakturklassifikation	46
2.	Eigene Klassifikation von Beckenfrakturen.....	48
2.1.	Kriterien für die eigene Klassifikation.....	48
2.2.	Erarbeitete Klassifikation.....	50
2.3.	Anpassung der Klassifikation	53
3.	Untersuchungsmaterial – Patientengut und Datenerhebung	54
4.	Ermittlung der Behandlungsergebnisse.....	55
4.1.	Neurologische Untersuchung.....	56
4.2.	Orthopädische Untersuchung.....	56
4.3.	Radiologische Auswertung	57
5.	Bewertung des Therapieerfolges.....	57
6.	Statistik	59
IV.	ERGEBNISSE	60
1.	Allgemeine Untersuchungsergebnisse	60
1.1.	Signalement.....	60
1.1.1.	Altersverteilungen der Patienten zum Zeitpunkt der Fraktur.....	60
1.1.2.	Geschlechtsverteilung	61
1.1.3.	Rasseverteilung	62
1.2.	Unfallursachen	63
1.3.	Verstorbene Tiere und Todesursachen.....	64
1.4.	Begleitverletzungen	64
1.4.1.	Weichteilverletzungen.....	65
1.4.2.	Frakturen und Verletzungen des Skelettsystems.....	66
2.	Spezielle Untersuchungsergebnisse	68

2.1.	Behandlung der Beckenfrakturen.....	70
2.1.1.	Versorgungszeitpunkt	70
2.1.2.	Art der Versorgung	70
2.1.2.1.	Therapieerfolge chirurgisch versorgter Beckenfrakturen	71
2.1.2.2.	Therapieerfolge konservativ versorgter Beckenfrakturen.....	72
2.1.3.	Übersicht der Therapieerfolge nachuntersuchter Hunde und Katzen ..	73
2.2.	Gruppe A – Frakturen nicht gewichttragender Beckenelemente	74
2.2.1.	Ischium- und Pubisfrakturen innerhalb der Gesamtpopulation	74
2.2.2.	Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation ..	76
2.2.3.	Therapieerfolg und Komplikationen	76
2.3.	Gruppe B – Verletzungen eines gewichttragenden Beckenelementes	77
2.3.1.	Iliosakralgelenksluxationen.....	77
2.3.1.1.	Vorkommen innerhalb der Gesamtpopulation	77
2.3.1.2.	Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation ..	78
2.3.1.3.	Therapieerfolg und Komplikationen	79
2.3.2.	Iliumfrakturen	80
2.3.2.1.	Vorkommen innerhalb der Gesamtpopulation	80
2.3.2.2.	Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation ..	81
2.3.2.3.	Therapieerfolg und Komplikationen	82
2.3.3.	Azetabulumfrakturen.....	84
2.3.3.1.	Vorkommen innerhalb der Gesamtpopulation	84
2.3.3.2.	Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation ..	85
2.3.3.3.	Therapieerfolg und Komplikationen	86
2.4.	Gruppe C – Verletzungen von zwei gewichttragenden Beckenelementen	87
2.4.1.	Iliosakralgelenksluxation und Iliumfraktur.....	88
2.4.1.1.	Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation ..	88
2.4.1.2.	Therapieerfolg und Komplikationen	89
2.4.2.	Iliosakralgelenksluxation und Azetabulumfraktur.....	91
2.4.2.1.	Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation ..	91
2.4.2.2.	Therapieerfolg und Komplikationen	92
2.4.3.	Ilium- und Azetabulumfrakturen.....	94
2.4.3.1.	Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation ..	94

2.4.3.2.	Therapieerfolg und Komplikationen.....	95
2.5.	Gruppe D – Verletzungen von drei gewichttragenden Beckenelementen	97
2.5.1.	Iliosakralgelenksluxation, Ilium- und Azetabulumfraktur.....	97
2.5.1.1.	Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation..	97
2.5.1.2.	Therapieerfolg und Komplikationen.....	98
2.6.	Sakrumfrakturen.....	100
2.7.	Implantatwahl und Implantatsitz.....	101
2.8.	Komplikationen im Zuge der Frakturversorgung bei Hunden und Katzen	103
2.9.	Anwendbarkeit der neuen Klassifikation.....	103
2.10.	Herausgearbeitete Unterschiede zwischen Hunden und Katzen.....	104
3.	Zusammenfassung der Fragebogenauswertung.....	106
3.1.	Zeitraum bis zur Erstvorstellung in der Tierklinik sowie erfolgte Erstversorgung alio loco	107
3.2.	Dauer des stationären Aufenthaltes.....	107
3.3.	Komplikationen nach Hospitation	108
3.4.	Der Heilungsprozess – Dauer der Ruhighaltung und Maßnahmen zur Bewerkstelligung	108
V.	DISKUSSION	110
1.	Patientengut.....	110
2.	Verteilung der Beckenfrakturen.....	115
3.	Beckenfrakturklassifikation – Herleitung und Praktikabilität ..	117
4.	Untersuchungsergebnisse innerhalb der vier Hauptgruppen der ausführlichen Beckenfrakturklassifikation	122
4.1.	Gruppe A – Frakturen nicht gewichttragender Beckenelemente	122
4.2.	Gruppe B – Verletzung eines gewichttragenden Elementes mit/ohne Beckenbodenverletzung	123
4.3.	Gruppe C – Verletzung von zwei gewichttragenden Elementen mit/ohne Beckenbodenverletzung.....	130
4.4.	Gruppe D – Verletzung von drei gewichttragenden Elementen	

	mit/ohne Beckenbodenverletzung.....	133
4.5.	Zusammenfassung der Behandlungsergebnisse.....	134
5.	Adaption der Klassifikation	137
6.	Stärken und Schwächen der Klassifikation.....	138
VI.	ZUSAMMENFASSUNG	143
VII.	SUMMARY	145
VIII.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	147
IX.	TABELLENVERZEICHNIS.....	148
X.	LITERATURVERZEICHNIS.....	150
XI.	ANHANG.....	162
XII.	DANKSAGUNG.....	178

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese
ASIF	Association for the Study of Internal Fixation
DCP	Dynamic compression plate
KI	Konfidenzintervall
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität
L7	Lumbalwirbel sieben
N.	Nervus
Nn.	Nervi
OR	Odds ratio
P	Wert-probability (Wahrscheinlichkeit) Signifikanzwert
S1	Sakralwirbel eins

I. EINLEITUNG

Durch Verkehrsunfälle, Stürze aus großer Höhe oder Traumata mit starker Gewalteinwirkung kommt es bei Hunden und Katzen häufig zu schweren Verletzungen des Skelettsystems und der inneren Organe (Kolata und Johnston, 1975; Bookbinder und Flanders, 1992). Insbesondere Frakturen der Beckenknochen treten bei polytraumatisierten Tieren nach Einwirken hoher Kräfte bei bis zu 25 % der Patienten auf (Harasen, 2007; Miller, 2002).

Die Komplexität des Beckens, seine Funktion als Kraft übertragendes Element des Bewegungsapparates und die hohe Variabilität von Frakturkombinationen erschweren oftmals die Entscheidung für eine geeignete Therapie. Die Wahl der Behandlungsmethode sollte hierbei stets das bestmögliche Langzeitergebnis für den Patienten berücksichtigen (Strohbach, 2007).

Durch MESSMER wurde im Jahr 1995 bereits ein sehr detailliertes Klassifikationssystem der Beckenbrüche für Hunde und Katzen geschaffen. Mit Hilfe der Beschreibung jeder Frakturform mittels eines fünf- bis siebenstelligen alpha-numerischen Codes und einer bildlichen Schematisierung der Frakturverteilung entstand die Möglichkeit, den Schweregrad zu beurteilen und eine Aussage über die Prognose sowie die empfohlene Therapieform zu treffen. Da es sich bei dem von MESSMER (1995) entwickelten Modell um ein sehr kompliziertes Klassifikationssystem handelte, war es ein Ziel der vorliegenden Arbeit, anhand von eigenen Fällen eine vereinfachte Klassifikation für Beckenfrakturen von Hund und Katze zu erstellen, aus welcher sich eine allgemeine Therapieempfehlung ableiten lässt. Der Fokus wurde hierbei neben der Anwenderfreundlichkeit auch auf tierartliche Unterschiede zwischen Hunden und Katzen gelegt. Das erarbeitete allgemeine Schema wurde auf Frakturkombinationen untersucht, die ausschließlich bei einer der beiden Tierarten vorkamen. Ein weiteres Ziel der Arbeit war es, die Behandlungsergebnisse anhand klinischer Nachkontrollen und Besitzerbefragung zu ermitteln und zu prüfen, ob eine zuverlässige Aussage bezüglich der Langzeitprognose getroffen werden kann. Dabei galt es auch zu evaluieren, ob die Frakturvariabilität des Beckens eine sinnvolle Vereinfachung der Frakturen in Bezug auf die Behandlungsergebnisse zulässt und ob sich diese vereinfachte Klassifikation als praktikabel erweist.

II. LITERATURÜBERSICHT

1. Verletzungen der Beckengliedmaße bei Hund und Katze

1.1. Inzidenz und Ätiologie

Frakturen des Beckens stellen mit 20-34 % häufig auftretende Verletzungen bei Hunden und Katzen dar (Bookbinder und Flanders, 1992; Olmstead, 1998, Zulauf, 2008).

Verkehrsunfälle zählen bei beiden Tierarten zu den häufigsten Ursachen für Beckenfrakturen (Kolata et al., 1974; Kolata und Johnston, 1975; Müller, 1975; Denny, 1978; Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Tomlinson, 2003; DeCamp, 2005). Unfälle im Straßenverkehr waren bei 25-59 % der Katzen für Beckenfrakturen verantwortlich (Müller, 1975; Böhmer, 1985; Bookbinder und Flanders, 1992; Burger et al., 2005). Die Angaben bei den Hunden mit Beckenfrakturen, die durch Verkehrsunfälle verursacht wurden, liegen mit Zahlen von 82-96 % deutlich über denen der Katzen (Müller, 1975; Nakasala-Situma, 1979; Vogel, 1986). Eine aktuellere Publikation gab bei insgesamt 239 im Straßenverkehr verunglückten Hunden allerdings eine 20 %ige Inzidenz von Beckenfrakturen an (Streeter et al., 2009).

Insbesondere bei Katzen gehören Stürze aus großen Höhen mit 19-45 % (Böhmer, 1985; Hulse et al., 1985; Burger et al., 2005; Strohbach, 2007) neben Verkehrsunfällen, zu den häufigsten Unfallursachen. Bei Hunden wurden Stürze aus großer Höhe dagegen kaum beobachtet (7,1 % bei Hulse et al., 1985).

Fuß- oder Huftritte, Schläge sowie Biss- und Schussverletzungen zählen sowohl bei Hunden als auch bei Katzen zu den weniger häufig auftretenden Verletzungsursachen (Überreiter 1928; Betts, 1993; Strohbach, 2007). Ausschließlich bei Rennhunden auftretende, belastungsinduzierte Azetabulumfrakturen beschrieben WENDELBURG et al. (1988).

Im Gegensatz zu den Hunden passieren Unfälle bei Katzen meistens ohne das Beisein der Tierbesitzer. Die genaue Ätiologie ist bei 27-46 % der Katzen unklar, wobei ein maßgeblicher Anteil den Verkehrsunfällen zuzuordnen ist (Böhmer,

1985; Bookbinder und Flanders, 1992; Burger et al., 2005; Strohbach, 2007).

1.2. Geschlechts- und Altersverteilung

Betrachtet man die Geschlechterverteilung in einer Population verunfallter Haustiere, in der Hunde und Katzen gemeinsam aufgeführt werden, so sind männliche Tiere häufiger betroffen als weibliche (Messmer, 1995; Strodl, 2000). Es zeigte sich hierbei, dass nicht kastrierte Patienten mit 56 % bei den Katzen und 90 % bei den Hunden (Messmer, 1995) stärker repräsentiert waren. In einer reinen Hundepopulation liegen die Rüden mit ca. 54 % (Nakasala-Situma, 1979) bis 64 % (Kolata und Johnston, 1975) vor den Hündinnen. Bei den Katzen wird deutlich, dass mit 51 % (Böhmer, 1985) bis 58 % (Strohbach, 2007) geringfügig mehr weibliche als männliche Tiere am Becken verletzt wurden. In zwei weiteren Studien, die jeweils nur Katzen (Bookbinder und Flanders, 1992) beziehungsweise nur Hunde (Vogel, 1986) untersucht haben, war die Geschlechtsverteilung annähernd gleich.

Generell können Tiere jeden Alters in Gefahrenlagen geraten, die eine Beckenfraktur zur Folge haben können. In mehreren Studien zeigte sich jedoch eine höhere Disposition für Jungtiere (Bookbinder und Flanders, 1992; Tomlinson, 2003; Burger et al., 2005). Besonders bei Junghunden führen Spieltrieb und erhöhte Vigilanz sowie Verhaltensunsicherheiten in Risikosituationen zu einer erhöhten Verletzungsrate von 46 % (Shiju et al., 2010). Insgesamt 15-27 % der Hunde verunfallten zwischen dem ersten und zweiten Lebensjahr, 20-43 % zwischen dem dritten bis fünften Lebensjahr und nur 7 % waren älter als zehn Jahre (Überreiter, 1928; Zedler, 1961; Denny, 1978; Nakasala-Situma, 1979; Vogel, 1986; Bookbinder und Flanders, 1992).

Das durchschnittliche Alter verunfallter Katzen lag in der Studie von BOOKBINDER und FLANDERS (1992) bei 12 Monaten, wobei die Spanne von drei bis 120 Monate reichte. Auch KOLATA und JOHNSTON (1975) wiesen eine Überrepräsentation von Jungtieren nach. Katzen, die zum Zeitpunkt des Traumas jünger als ein Jahr waren, repräsentierten einen Anteil von 19 % (Strohbach, 2007) bis 49 % (Böhmer, 1985). In der Untersuchung von BÖHMER (1985) waren 20 % der Katzen ein bis zwei Jahre, 11 % zwischen drei und vier Jahren alt und nur 5 % gehörten der Altersgruppe über vier Jahren an.

1.3. Klinische Symptome und diagnostische Maßnahmen

Beckenring- und Beckenrandverletzungen sind in der Regel Folgen erheblicher Gewalteinwirkungen und deshalb oft mit anderen Verletzungen des Skelettsystems oder innerer Organe kombiniert (Bookbinder und Flanders, 1992; Miller, 2002; Meeson und Corr, 2011). Bei jedem Traumapatienten ist eine systematische und gründliche allgemeine Untersuchung durchzuführen, während bereits stabilisierende Maßnahmen eingeleitet werden (Abercromby, 1998; Streeter et al., 2009; Meeson und Corr, 2011). Die vorgestellten Traumapatienten können neben Schocksymptomen zusätzlich neurologische Defizite sowie orthopädische Erkrankungen zeigen (Vogel, 1986; Strohbach, 2007; DeCamp, 2012; Meeson und Corr, 2011).

Bei der orthopädischen Untersuchung des Tieres können sich die Symptome je nach Frakturlokalisierung sehr unterschiedlich äußern (Strohbach, 2007). Ist der Beckenrand verletzt, zeigen Hunde und Katzen häufig weniger stark ausgeprägte Lahmheiten als bei Beckenringverletzungen, wobei der Lahmheitsgrad bei den Patienten stark variiert (Betts, 1993; Innes und Butterworth, 1996; Olmstead, 1998). Ist der Funktionsverlust an einer oder sogar an beiden Beckengliedmaßen stark ausgeprägt, kann daraus ein vollständiger Steh- und Gehverlust folgen (Zedler, 1961; Eaton-Wells et al., 1990; Piermattei et al., 2006). Durch die Palpation des Beckens sowie vorsichtige Manipulation aller Gelenke und Knochen können Schmerzhaftigkeiten, Schwellungen, Krepitationen sowie Instabilitäten festgestellt werden (Zedler, 1961; Eaton-Wells et al., 1990; Piermattei et al., 2006). Krepitationen, Asymmetrie und Beweglichkeit im Übergangsbereich der kaudalen Lendenwirbeldornfortsätze, dem Darmbein und dem Kreuzbein liefern Hinweise auf Verletzungen des Iliosakralgelenkes (Olmstead, 1998; Strohbach, 2007). Aus Frakturen des Os ischii resultiert ein verkürzter Abstand zwischen Trochanter major und dem Tuber ischiadicum (Betts, 1993). Grätschen die Tiere mit den Hintergliedmaßen aus und zeigen sich im Beckenbodenbereich ausgedehnte Hämatome, kann das die Folge von Sitzbein- und Schambeinfrakturen sein (Böhmer, 1985). Liegt ein Bruch des Iliumschaftes vor, verlagern sich die kaudalen Frakturfragmente nach kranial und es kommt zu einer Verkürzung des Abstandes zwischen Os ilium und Trochanter major (Betts, 1993). Bei Frakturen des Azetabulums stellte BENNETT (1975) fest, dass ungefähr bei der Hälfte aller Patienten

eine Krepitation sowie eingeschränkte Beweglichkeit im betroffenen Hüftgelenk vorlagen. Daraus kann gefolgert werden, dass bei fehlenden Schmerzäußerungen und ausbleibender Krepitation des manipulierten Hüftgelenkes keineswegs eine Azetabulumfraktur ausgeschlossen werden kann (Bennett, 1975; Olmstead, 1998; Meeson und Corr, 2011).

Zusätzlich zur äußerlichen Palpation kann eine digitale rektale Untersuchung durchgeführt werden (Strohbach, 2007). Es können Einengungen des Beckenkannels, Rektumperforationen sowie Frakturen des Beckenbodens, des Azetabulums und des Sitzbeines palpiert werden (Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Olmstead, 1998; Denny und Butterworth, 2000; Harasen, 2007).

Bei der neurologischen Untersuchung steht keine vollständige Evaluation des Patienten im Vordergrund. Vielmehr sollten das Bewusstsein des Tieres, das Gangbild und das Schmerzempfinden beurteilt werden. Besonderes Augenmerk ist dabei auf das Vorhandensein von Tiefenschmerz in den Hintergliedmaßen, auf den Analtonus und auf den Perinealreflex zu richten, da diese wichtige prognostische Hinweise liefern können (Lanz, 2002; Meeson und Corr, 2011). Insgesamt 15-20 % der Hunde und Katzen mit Beckenfrakturen zeigten Läsionen des Nervensystems (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Burger et al., 2005). Besonders Schäden des Plexus lumbosacralis und Quetschungen des Nervus ischiadicus treten gehäuft bei Beckenfrakturen auf. Läsionen peripherer Nerven werden bei 13,9 % der Patienten beobachtet, regenerieren sich jedoch meist wieder (Lanz, 2002; Meeson und Corr, 2011). Das Gewebe kann soweit traumatisiert sein, dass es zu einer partiellen oder vollständigen Zerstörung der Nervenfasern kommt und daraus Paresen, Plegien und Ataxien entstehen (Zedler, 1961; Eaton-Wells et al., 1990; Piermattei et al., 2006). Bleibende neurologische Schäden wurden bei etwa 17 % der Hunde und Katzen festgestellt (Vogel, 1986; Strohbach, 2007).

Um lebensbedrohliche Verletzungen innerer Organe und des Skelettsystems zu erkennen, ist das Anfertigen von Röntgenaufnahmen angezeigt, sobald der Patient stabilisiert wurde. Häufige Begleitverletzungen betreffen den Thorax und das Abdomen, wobei besonders der Harntrakt aufgrund seiner Nähe zum Becken gefährdet ist (Meeson und Corr, 2011; Witte und Scott, 2012). Lässt es der Zustand des Patienten zu, sollten Aufnahmen in beiden Ebenen (laterolateral, ventrodorsal/dorsoventral) erfolgen (Witte und Scott, 2012; Zulauf et al., 2008). Ist die

Harnblase nicht sicher darstellbar, müssen weitere diagnostische Maßnahmen eingeleitet werden. Dafür eignen sich die Sonographie, retrograde Positivkontrast-Urethrozystographie und Ausscheidungsurographie (Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Denny und Butterworth, 2000; Meeson und Corr, 2011; Witte und Scott, 2012).

1.4. Beckenstruktur und Krafteinwirkung

Anatomisch betrachtet kann das Becken mit einer schachtelähnlichen Struktur verglichen werden, die innere Organe wie ein Gerüst umgibt (Brinker und Braden, 1984; Tobias und Johnston, 2012; DeCamp, 2012). Durch Krafteinwirkungen kommt es aufgrund der starren, rechteckigen Form meist an mindestens zwei bis drei Stellen zu Frakturen (Messmer, 1995; DeCamp, 2012) und isolierte Absprengungen mit intaktem Beckenring sind dagegen selten (DeCamp, 2005). Die Knochenstrukturen der jeweiligen Beckenabschnitte und die Organisation der Muskulatur lassen Zonen unterschiedlicher Widerstandsfähigkeit erkennen, die sich auch in den Verteilungshäufigkeiten verschiedener Frakturen widerspiegeln (Überreiter, 1928; Messmer, 1995). So stellten NAKASALA-SITUMA (1979) und BÖHMER (1985) in ihren Arbeiten fest, dass tiefer gelegene Beckenanteile wegen ihrer anatomischen Lage besser vor äußeren Gewalteinwirkungen geschützt sind als oberflächliche. NAKASALA-SITUMA (1979) begründet außerdem das in seiner Studie relativ seltene Auftreten von Darmbein- und Azetabulumfrakturen damit, dass diese Bereiche durch Brüche vom Sitz- und Schambein geschont werden. Eine wichtige Rolle spielt nachweislich bei der Katze das Verhältnis von Kompakta und Spongiosa, die durch ihre Variabilität in Dicke und Struktur für die unterschiedliche Stabilität der Knochen verantwortlich sind (Böhmer, 1985). Zu den solideren Zonen zählen Darmbeinflügel, das Kreuzbein sowie das Azetabulum, welche von einer kräftigen Kompakta umgeben sind (Böhmer, 1985). Für Frakturen prädisponierte Stellen sind beispielsweise dünne Knochen wie das Schambein, die Wachstumsfugen bei Jungtieren sowie Bereiche, in denen sich Übergänge von dünneren zu dickeren Knochenanteilen befinden, z.B. beim Übergang der Darmbeinschaukel zum Darmbeinkörper (Böhmer, 1985).

Welche Anteile des Beckenringes brechen, hängt vor allem von der Richtung, aus der die Kraft auf das Becken trifft, ab (Böhmer, 1985; Strohbach, 2007). Trifft eine Kraft von schräg kranial oder kaudal auf das Becken, werden die Hemipelves

gegeneinander verschoben (Böhmer, 1985), wobei die bewegliche Lendenwirbelsäule einen begrenzten Teil kompensieren kann. Reicht die Elastizität nicht aus, frakturiert die Symphysis pelvina und es kommt zur Luxation im Iliosakralgelenk (Böhmer, 1985). Auch das Schambein, das Sitzbein und die Darmbeinflügel sind in diesem Fall frakturgefährdet (Böhmer, 1985; Hulse et al., 1985; Olmstead, 1998). Ein seitlicher Aufprall führt zur Kraftübertragung vom Femurkopf auf das Azetabulum, Frakturen des Azetabulums und des Darmbeinkörpers sowie Beckenbodenfrakturen mit nach medial dislozierten Fragmenten sind die Folge (Böhmer, 1985; Olmstead, 1998).

Die detaillierten anatomischen Grundlagen des Beckens sowie die tierartlichen Unterschiede bei Hund und Katze sind in der Literatur hinlänglich beschrieben (Nickel/Schummer/Seiferle, 2004; König und Liebich, 2011).

1.5. Verteilungsmuster und Frakturkombinationen

Die Angaben über Verteilungsmuster und Frakturkombinationen variieren in der Literatur. Einzelne, isolierte Brüche sind infolge der speziellen Beckenringform selten vorzufinden (Messmer, 1995). Je nach Untersuchung ergeben sich bei Hunden und Katzen Häufigkeiten zwischen 7 % bis 16 % (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Messmer, 1995; Strohbach, 2007). Multiple Beckenbrüche sind mit 84-98 % jedoch deutlich häufiger (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Messmer, 1995; Strohbach, 2007). Berücksichtigt man alle Möglichkeiten, ergeben sich bis zu 160 verschiedenen Frakturkombinationen (Denny, 1978; Vogel, 1986; Messmer, 1995).

Die Verteilung der Frakturlokalisation am Becken in der Studie von MESSMER (1995) ergab sich für Hunde und Katzen folgendermaßen (in absteigender Reihenfolge): Schambein (29 %), Sitzbein (25,4 %), Iliosakralgelenk (21 %), Darmbein (11,4 %), Azetabulum (7 %), Symphyse (6,2 %).

In einer Untersuchung von BOOKBINDER und FLANDERS (1992) mit 103 Katzen, zeigten 90 % der Tiere Beckenbodenfrakturen, 60 % Luxationen im Iliosakralgelenk und 49 % Frakturen im Os ilium. Folgende häufig auftretende Frakturkombinationen wurden im Rahmen dieser Arbeit identifiziert:

- Darmbeinsäule mit kontralateraler Iliosakralgelenkluxation und Beckenboden

(Os pubis und/oder Os ischii)

- Darmbeinsäule und Beckenboden
- Iliosakralgelenksluxation und Beckenbodenfraktur
- Bilaterale Iliosakralgelenksluxation und Beckenbodenfraktur

Ähnlich wie bei den Katzen treten beim Hund Pubis- und Ischiumfrakturen (32 % bzw. 30 %) am häufigsten auf; ihnen folgen jedoch Darmbein- sowie Azetabulumfrakturen (16 % sowie 11 %) und erst später Luxationen im Iliosakralgelenk mit 8 % (Vogel, 1986). Bei beiden Tierarten kamen singuläre Beckenfrakturen mit 2-8 % äußerst selten vor (Vogel, 1986; Messmer, 1995; Strohbach, 2007). Trotz der Variabilität der Mehrfachfrakturen scheinen bestimmte Kombinationen gehäuft aufzutreten. Dazu zählen beispielsweise ipsilaterale Ilium-, Pubis- und Ischiumfrakturen, welche bei DENNY (1978) und VOGEL (1986) deutlich überrepräsentiert waren. Mehrere Studien belegen außerdem ein gehäuftes Vorkommen einseitiger Ilium- oder Azetabulumfrakturen kombiniert mit Beckenbodenfrakturen der gleichen oder anderen Seite (Messmer, 1995; Vogel, 1986; Strohbach, 2007). Auch bilaterale Verletzungen gewichttragender Anteile wie dem Os ilium, Azetabulum und Iliosakralgelenk traten sowohl bei Hunden als auch bei Katzen mit 39 % oft auf (Messmer, 1995). Seltener dagegen waren bilaterale Verletzungen zweier gewichttragender Elemente (24 %) wie Darmbeinkörper- bzw. Azetabulumfrakturen oder eine Kombination von Azetabulum- mit einer kontralateralen Darmbeinkörperfraktur vorzufinden (Messmer, 1995). Bei der Katze dominieren Luxationen des Kreuzdarmbeingelenkes mit Beckenbodenfrakturen (Böhmer, 1985; Messmer, 1995). Im Gegensatz dazu werden bei Hunden häufiger Azetabulum- und Iliumfrakturen gemeinsam mit Pubisfrakturen diagnostiziert (Vogel, 1986).

1.5.1. Iliosakralgelenksluxationen

Die vollständige Luxation im Iliosakralgelenk resultiert aus einer Zusammenhangstrennung zwischen Ala ossis sacri und Ala ossis ilii durch Scher- und Distraktionskräfte, die eine Dislokation des Iliosakralgelenkes verursachen (Böhmer, 1985; Hulse et al., 1985). Eine Instabilität des Beckenringes ist die Folge (Böhmer, 1985; Fossum, 2007). Durch die Nähe des Plexus sacralis und den nahen Verlauf der Nervi ischiadicus et femoralis am Kreuzbein sind begleitende Verlet-

zungen der Nerven möglich (Böhmer, 1985; Hulse et al., 1985; Fossum, 2007).

Unilaterale Luxationen im Iliosakralgelenk sind bei Hunden und Katzen häufiger als bilaterale vorzufinden. Einseitige Iliosakralgelenksluxationen wurden bei etwa 77-90 % der Hunde und 54-80 % der Katzen dokumentiert (Vogel, 1986; Kaderly, 1991; Bookbinder und Flanders, 1992; DeCamp und Braden, 1985a). Unilaterale Luxationen sind bei Hunden und Katzen in der Regel mit mindestens einer weiteren Fraktur des Beckens (oft Scham- und Sitzbeinfrakturen) oder einer Zusammenhangstrennung der Symphyse assoziiert (Hulse et al., 1985; Eaton-Wells et al., 1990; Bookbinder und Flanders, 1992; Innes und Butterworth, 1996; Denny und Butterworth, 2000). DeCAMP und BRADEN (1985a) benennen bei Hunden mit unilateraler Iliosakralgelenksluxation in 93 % der Fälle begleitende Beckenfrakturen. Noch seltener (2 %) kommen auch bei den Katzen isolierte einseitige Luxationen vor (Böhmer, 1985). Die Bruchfragmente divergieren nach einer bilateralen Luxation der Kreuzdarmbeingelenke oder bei einer dreifachen Beckenfraktur. Zusätzliche kraniodorsale und kraniolaterale Verlagerungen treten durch die Zugkräfte der lumbalen und sublumbalen Muskulatur auf (Böhmer, 1985).

Die Häufigkeitsangaben von Iliosakralgelenksluxationen variieren für die Katze zwischen 19-70 % (Böhmer, 1985; Bookbinder und Flanders, 1992; Strohbach, 2007). Hunde erleiden deutlich seltener Luxationen im Kreuzdarmbeingelenk, wie VOGEL (1986) mit einer Häufigkeit von nur 10 % belegt.

1.5.2. Sakrumfrakturen

Kreuzbeinfrakturen treten insgesamt selten auf (Anderson und Coughlan, 1997) und repräsentieren bei Hunden und Katzen 3-19 % aller Skelettfrakturen (Kolata und Johnston, 1975; Bookbinder und Flanders, 1992; Anderson und Coughlan, 1997; Olmstead, 1998; Paré et al., 2001).

Verglichen mit Iliosakralgelenksluxationen gelten Sakrumfrakturen als extrem schmerzhaft (DeCamp, 2012). Die Bruchlinie kann entweder axial oder abaxial verlaufen (Kuntz et al., 1995). Es sind Kreuzbeinflügelfrakturen möglich, aber ebenso kommen Transversalfrakturen durch den kaudalen Abschnitt des Os sacrum sowie Avulsions- oder Trümmerfrakturen vor (Anderson und Coughlan, 1997). Die klinischen Konsequenzen dieser Verletzung können durch das hohe Risiko einer Nervenschädigung schwerwiegend sein (Jacobson und Schrader,

1987; Kuntz et al., 1995). Die Lokalisation sowie der Dislokationsgrad der Fraktur bestimmen den Schweregrad der Nervenschädigung vom Plexus lumbosacralis und der Cauda equina (Strohbach, 2007). Dysfunktionen der Hintergliedmaßen, Sensibilitätsstörungen sowie Beschwerden des Kot- und Urinabsatzes können die Folge sein (Kuntz et al., 1995; Anderson und Coughlan, 1997).

Es gibt zwei unterschiedliche Schemata zur Einteilung der Sakrumfrakturen, von denen eine in axiale oder abaxiale Kreuzbeinfrakturen unterteilt (Kuntz et al., 1995). Diese gehen häufig mit einer Luxation der ipsilateralen Gelenkfläche vom siebten Lendenwirbel und ersten Sakralwirbel (L7/S1) einher (Kuntz et al., 1995). Im Falle einer Zusammenhangstrennung des Gelenkes zwischen L7 und S1 entsteht eine lumbosakrale Instabilität (Paré et al., 2001). Eine Klassifikation anhand der Frakturmorphologie und der Frakturlinienverläufe mit fünf Typen lieferten ANDERSON und COUGHLAN (1997). Die ausführliche Klassifikation wird in Kapitel 3.4. erläutert.

Bei den Katzen frakturierte das Os sacrum in 4-9 % der Fälle (Böhmer, 1985; Strohbach, 2007) und bei Hunden in 3 % der Fälle (Kolata und Johnston, 1975).

1.5.3. Iliumfrakturen

Darmbeinfrakturen können im Bereich der Ala ossis ilii oder des Corpus ossis ilii vorkommen und quer, schräg sowie lang-schräg verlaufen (Bookbinder und Flanders, 1992; Lanz, 2002; Fossum, 2007). Iliumflügelfrakturen treten bei Hunden und Katzen mit etwa 5 % der Fälle im Vergleich zu Brüchen des Körpers mit 95 % seltener auf und sind als prognostisch günstiger zu bewerten, da hierbei der Beckenring intakt ist (Böhmer, 1985; Vogel, 1986, Strohbach, 2007).

Am häufigsten frakturieren bei Hunden und Katzen der kraniale und der mittlere Teil des Corpus ossis ilii mit einem langen schrägen Bruchlinienverlauf, der von kranioventral nach kaudodorsal reicht (Bookbinder und Flanders, 1992; Lanz, 2002; DeCamp, 2012). In Kombination mit einer kranio-medialen Verlagerung des kaudalen Bruchstückes führt diese Verletzung zu einer erheblichen Einengung des Beckenkanals, die chirurgisch versorgt werden muss (Betts, 1993; Matis et al., 1993; Payne, 1993; Tomlinson, 2003). Grundsätzlich konnte MESSMER (1995) nachweisen, dass einfache Frakturlinienverläufe bei beiden Tierarten häufiger sind (66 %) als komplizierte (34 %). Bei Katzen und Hunden lagen in nur 2-20 % der

Fälle Mehrfragmentfrakturen vor (Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Strohbach, 2007). Unilaterale Iliumfrakturen kamen bei 97 % der Katzen sowie 88 % der Hunde vor und bilaterale bei 3 % der Katzen sowie 12 % der Hunde (Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Strohbach, 2007).

Iliumfrakturen treten selten isoliert auf (Miller, 2002). Dagegen sind Kombinationen mit kontralateralen Luxationen im Iliosakralgelenk (Katze: 24 % / Hund: 15 %) oder mit Frakturen des Os pubis und Os ischii (Katze / Hund: 12 %) und des Azetabulum häufig (Katze: 8 % / Hund: 6 %) (Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Bookbinder und Flanders, 1992).

Verschiedene Studien belegen variable Frakturhäufigkeiten für das Darmbein, die für Hunde und Katzen zwischen 12 % und 54 % rangieren (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Bookbinder und Flanders, 1992). MESSMER (1995) beobachtete unilaterale Darmbeinfrakturen bei 48 % der Hunde und 52 % der Katzen.

1.5.4. Azetabulumfrakturen

Die Einteilung der Azetabulumfrakturen erfolgt nach HULSE (1983) anhand des Frakturlinienverlaufs an der Gelenkfläche. Daraus ergeben sich kraniale, zentrale, kaudale oder transazetabuläre Frakturen (Butterworth et al., 1994; Fossum, 2007; DeCamp, 2012). Es galt die Empfehlung Frakturen im kaudalen Bereich konservativ zu therapieren (Betts, 1993; Dyce und Houlton, 1993; Butterworth et al., 1994; Innes und Butterworth, 1996). Neuere Studien belegen eine gewichtstragende Funktion der gesamten Azetabulumfläche bei Hunden und Katzen (Beck et al., 2005; Moores et al., 2007). Sie widerlegen die Theorie älterer Autoren, dass nur die kraniodorsalen zwei Drittel Gewicht tragen und nicht das kaudale Drittel der Gelenkpfanne. Der Dislokationsgrad kann anhand des kaudalen Fragmentes bestimmt werden, da dieses Stück typischer Weise beweglich ist. Häufig disloziert das Knochenstück nach medial und die Gelenkfläche rotiert nach dorsal, wodurch das Gelenk aufklappt (DeCamp, 2012). Der Grad der Verschiebung kann in drei Schweregrade eingeteilt werden. Eine Dislokation von bis zu drei Millimetern entspricht einer geringgradigen, von drei bis fünf Millimetern einer moderaten und von mehr als fünf Millimetern einer hochgradigen Verschiebung (Butterworth et al., 1994; Innes und Butterworth, 1996).

Das klinische Erscheinungsbild kann sich in einer hochgradigen Lahmheit ohne Gewichtsbelastung äußern. Wenn die Fragmente nur geringgradig disloziert sind, können die Patienten aber auch mit milder Lahmheit vorgestellt werden (Miller, 2002; Fossum, 2007; Meeson und Corr, 2011). Diese weniger ausgeprägte Symptomatik kann besonders bei Tieren mit kaudaler Azetabulumfraktur beobachtet werden (DeCamp, 2012)

Zur Diagnosestellung werden Röntgenaufnahmen in mindestens zwei Ebenen angefertigt. Sehr hilfreich für die Beurteilung der Frakturlinie ist eine dritte schräge Aufnahme mit mediolateralem Strahlengang (Fossum, 2007). Bei der Interpretation der Röntgenbilder müssen auch physiologische Gegebenheiten, wie beispielsweise die Wachstumsfugen berücksichtigt werden. Sie dürfen nicht mit einer Frakturlinie verwechselt werden (Miller, 2002; Langley-Hobbs et al., 2007).

In Studien von Katzen mit Beckenfrakturen traten in 7-24 % der Fälle Azetabulumfrakturen auf, die in 93 % unilateral lokalisiert waren (Böhmer, 1985; Bookbinder und Flanders, 1992; Strohbach, 2007). Die Frakturen betrafen in 13-56 % der Fälle den kranialen, in 20-47 % der Fälle den zentralen und in 19-24 % der Fälle den kaudalen Bereich des Azetabulums (Böhmer, 1985; Strohbach, 2007). In den Studien mit Hundepopulationen konnten bei 14-30 % der Tiere Azetabulumfrakturen diagnostiziert werden (Braden und Prieur, 1986; Messmer und Montavon, 2004). Die Frakturen waren überwiegend zentral (44 %) lokalisiert, weiterhin wurden kraniale Frakturen bei 12 %, kaudale Frakturen bei 16 % und Splitterfrakturen bei 28 % der Patienten festgestellt (Vogel, 1986).

1.5.5. Ischium- und Pubisfrakturen

Frakturen des Os ischii treten gehäuft im Bereich des Sitzbeinkörpers und der Sitzbeinplatte auf (Fossum, 2007). Auch Sitzbeinapophysiolysen sind möglich, wobei sie ein- oder beidseitig auftreten können und als sehr schmerzhaft gelten (Böhmer, 1985; Strohbach, 2007).

Das Sitzbein frakturierte bei 20-22 % der Katzen, wobei es sich in 13-22 % der Fälle um Absprengungen oder Apophysiolysen des Tuber ischiadicum handelte (Böhmer, 1985; Strohbach, 2007). Hunde wurden in 95 % der Fälle mit Sitzbeinfrakturen vorgestellt, von denen nur 5 % Absprengungen oder Apophysiolysen des Tuber ischiadicum waren (Vogel, 1986). In einer Untersuchung durch

ZELDER (1961) zeigte sich, dass eine hohe Anzahl von Patienten zugleich Scham- und Sitzbeinfrakturen erlitten. Beim Os pubis betraf dies 82 % der Hunde und 79 % der Katzen; beim Os ischii 62 % der Hunde und 68 % der Katzen (Vogel, 1986; Strohbach, 2007).

Im Gegensatz zum Os ischii werden bei Hunden und Katzen am Os pubis Frakturen aller Bereiche beobachtet (Fossum, 2007). Einfache Brüche im Bereich der Schambeinäste sind ebenso möglich wie Stück- und Splitterfrakturen (Böhmer, 1985; Strohbach, 2007). Oft ist der Ramus cranialis betroffen und auch zweifache Brüche an einem Knochensegment können beobachtet werden (Zedler, 1961; Vogel, 1986).

Os pubis-Frakturen traten bei 26-36 % der Hunde und Katzen auf (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Messmer, 1995). In der Katzenpopulation von BOOKBINDER und FLANDERS (1992) wurden bei 90 % der Patienten Schambeinfrakturen diagnostiziert, zu denen 80 % einfache, bilaterale Querfrakturen zählten.

Isolierte Brüche beider Beckenknochen sind selten (Tomlinson, 2003; Strohbach, 2007; DeCamp, 2012). Scham- und Sitzbeinfrakturen treten in der Regel kombiniert mit Zusammenhangstrennungen der gewichttragenden Anteile auf (Fossum, 2007; DeCamp, 2012).

1.5.6. Symphysenverletzungen

Zusammenhangstrennungen der Beckensymphyse sind relativ selten und können partiell oder komplett auftreten (Böhmer, 1985; Messmer, 1995; Strohbach, 2007). Die Symphysis pelvina kann längs der Fuge auseinander weichen oder quer, von einem Foramen obturatum zum anderen frakturieren und so die Fugenäste von Scham- und Sitzbein betreffen (Zedler, 1961). Bei jungen Tieren, deren Wachstumsfuge noch nicht knöchern durchbaut ist, kann diese Art der Fraktur häufiger beobachtet werden (Messmer, 1995). BÖHMER (1985) stellte in 82 % der Symphysentrennungen eine mittel- bis hochgradige Dislokation fest.

Die Frakturen sind sehr schmerzhaft und können zum Ausgrätschen der Hintergliedmaße führen (Strohbach, 2007).

Eine Beckensymphysiolyse trat bei Katzen in 6-14 % der Fälle auf (Böhmer,

1985; Strohbach, 2007). Bei VOGEL (1986) waren 4 % der Hunde betroffen.

1.6. Begleitverletzungen

Tiere, die nach Unfällen mit Beckenverletzungen vorgestellt werden, sind häufig schwer traumatisiert und weisen demzufolge vielfältige Verletzungen auf (DeCamp, 2012). Vorangegangene Studien zeigen, dass in 38-76 % aller Fälle Polytraumata vorlagen (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Messmer, 1995; Strohbach, 2007).

1.6.1. Weichteilverletzungen

Wunden, Schnitt- und Rissverletzungen können alle Körperregionen betreffen und treten bei 4 % (Bookbinder und Flanders, 1992) bis 18 % der untersuchten Katzen mit Beckenfrakturen (Strohbach, 2007) auf.

Verglichen mit Läsionen des Nervensystems (23 %) kamen Weichteilverletzungen bei Katzen und Hunden mit 50 % häufiger vor (Nakasala-Situma, 1979; Strohbach, 2007). Bei etwa 25-66 % der Katzen und Hunde wurden Thoraxverletzungen diagnostiziert (Messmer, 1995; Olmstead, 1998; Strohbach, 2007). Dabei kamen in der Studie von STROHBACH (2007) Lungenkontusionen am häufigsten (37 %) vor, gefolgt vom Pneumothorax (21 %) und Hämothorax (8 %) sowie einer Schusswunde (1 %). Andere Studien wiesen für Hunde und Katzen in 29 % der Fälle Lungentraumata nach und die Häufigkeit von Zwerchfellrupturen reichte von 1-4 % (Bookbinder und Flanders, 1992; Messmer, 1995; Strohbach, 2007; Streeter et al., 2009).

Abdominale Verletzungen wurden bei ca. 20 % der verunfallten Hunde und Katzen diagnostiziert (Messmer, 1995). Sie beinhalteten neben Quetschungen und Prellungen auch Rupturen des Urogenitaltraktes und des Darmes sowie der Leber, Milz, Nieren und Prostata (Kolata und Johnston, 1975; Eaton-Wells et al., 1990; Bookbinder und Flanders, 1992; Betts, 1993; Innes und Butterworth, 1996; Denny und Butterworth, 2000; DeCamp, 2012).

Traumata des Urogenitaltraktes wurden bei 0,5-2 % der Katzen und sogar 39 % der Hunde mit Beckenfrakturen festgestellt (Selcer, 1982; Böhmer, 1995; Bookbinder und Flanders, 1992). Bei etwa 40 % der Hunde mit Beckenfrakturen traten Harnblasenrupturen auf, wobei Hündinnen seltener betroffen waren als Rüden

(Suter et al., 2011). Laut MÜLLER (1975) werden diese Verletzungen abhängig vom Grad der Blasenfüllung unterschiedlich häufig beobachtet. Klinische Symptome können unspezifisch sein. Hämaturie, Dysurie, Dolenz bei abdominaler Palpation, eine erhöhte Bauchdeckenspannung, eine nicht palpierbare Harnblase, freie Flüssigkeit im Abdomen sowie Hämatome im Inguinal- und Abdominalbereich können auf eine Verletzung in diesem Bereich hinweisen (Lanz, 2002). Am häufigsten sind Harnblase und Urethra betroffen (Meeson und Corr, 2011). In der Studie von GREY und TIVERS (2010) traten bei 11 % der 110 Katzen mit Beckenfrakturen Traumatisierungen des unteren Harntraktes auf. Bei acht der zwölf Katzen (67 %) war die Urethra und bei vier Tieren (33 %) die Blase verletzt. Die Prognose für Katzen mit zusätzlichen Harntraktverletzungen ist schlechter als für Tiere mit alleiniger Beckenfraktur (Grey und Tivers, 2010; Meeson und Corr, 2011).

Partielle oder komplette Rupturen des Musculus rectus abdominis traten bei 1 % der Katzen auf (Strohbach, 2007). Als Folge können Abdominal- und Inguinalhernien entstehen (Messmer, 1995). Die Gefahr bei Hernien mit Vorfall von Bauchhöhlenorganen besteht in einer Strangulation mit Ischämie und folgender Gewebsnekrose. Treten zusätzlich noch offene Frakturen auf, kann es durch fortgeleitete Infektionen zu schweren Septikämien kommen (Betts, 1993; Fossum, 2007; Strohbach, 2007). Bei 1-6 % der betroffenen Hunde und Katzen wurden traumatisch bedingte Hernien festgestellt (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Bookbinder und Flanders, 1992; Streeter et al., 2009).

STROHBACH (2007) zählt außerdem die relativ selten vorkommenden Verletzungen des Intestinaltraktes auf. Diese müssen abgeklärt werden, um der Entstehung einer lebensbedrohlichen septischen Peritonitis entgegenzuwirken.

1.6.2. Begleitende Frakturen und Luxationen

Skelettverletzungen stellen bei Hunden und Katzen die häufigsten Begleitverletzungen von Beckenfrakturen mit 27-59 % dar (Nakasala-Situma, 1979; Messmer, 1995; Strohbach, 2007).

Femurfrakturen stehen mit 16-22 % (Böhmer, 1985; Messmer, 1995) an oberster Stelle, wobei sie bei der Katzenpopulation von BOOKBINDER und FLANDERS (1992) mit 13 % nur den dritten Rang einnehmen. NAKASALA-SITUMA (1979)

fand bei den Hunden sogar in 54 % der Fälle Femurfrakturen. Femurluxationen sind mit 29 % bei STROHBACH (2007) die am häufigsten diagnostizierten knöchernen Begleitverletzungen der Katzen. In anderen Studien sind die Häufigkeiten bei Hunden und Katzen mit 10-14 % sehr ähnlich (Zedler, 1961; Denny, 1978; Bookbinder und Flanders, 1992; Messmer, 1995).

Tibiafrakturen (mit/ohne Fibulafrakturen) kamen bei 30 % der Hunde, gefolgt von Wirbelfrakturen mit 7 %, vor (Nakasala-Situma, 1979). Bei den Katzen waren Tibiafrakturen mit 5 % bis 9 %, gefolgt von Wirbelfrakturen (5 %), Schwanzwirbelluxationen (3 %), Fibulafrakturen (2 %) und Frakturen von Humerus, Radius, Ulna und Rippen (je 1 %) eher selten (Messmer, 1995; Strohbach, 2007). Folgende Verletzungen zählt STROHBACH (2007) zusätzlich bei verunfallten Katzen auf: Schwanzabriss (16 %), Metatarsal- und Metakarpalfrakturen (7 %), Luxationen im Tarsalgelenk (4 %), außerdem Skapulafrakturen sowie Kreuzbandrupturen mit 3 %. Mandibulafrakturen waren bei ca. 1 % der verunfallten Hunde und Katzen relativ selten vertreten (Böhmer, 1985; Vogel, 1986).

1.6.3. Verletzungen des peripheren Nervensystems

Neben Schäden des Skelettsystems und der Weichteile kann auch das periphere Nervensystem beeinträchtigt werden. Bei NAKASALA-SITUMA (1979), BÖHMER (1986), BURGER et al. (2005) und STROHBACH (2007) traten entsprechende Verletzungen des Nervensystems bei 15-23 % auf.

In 88 % aller Fälle war der Plexus lumbosacralis involviert (Böhmer, 1985). Die Symptome dieser Verletzung können denen einer Wirbelluxation bzw. -fraktur ähneln, weshalb eine gründliche neurologische Untersuchung unerlässlich ist (Denny und Butterworth, 2000). Ischiadicusläsionen treten häufig nach Darmbeinsäulenfrakturen (69 %), Iliosakralgelenksluxationen (41 %) und nach Azetabulumfrakturen (6 %) auf (Jacobson und Schrader, 1987; Bookbinder und Flanders, 1992). Bei 11 % der Katzen zeigten sich verschiedene Grade der Ischiadicusschädigung, die zu einer Parese bis hin zum vollständigen Verlust der Motorik und des Tiefenschmerzes führen konnten (Bookbinder und Flanders, 1992).

Auch Sakrumfrakturen sind in Bezug auf Nervenverletzungen besonders genau zu betrachten, da die im Spinalkanal verlaufenden Nervenwurzeln oft verletzt werden

können. Mögliche Folgen sind Urin- und Kotinkontinenz sowie neurologische Ausfälle in den Hintergliedmaßen, dem Perineum und dem Schwanz (Kuntz et al., 1995). In einer Studie mit 103 Katzen wurde nachgewiesen, dass Frakturen des Os sacrum in 77 % der Fälle mit neurologischen Ausfällen einhergehen (Bookbinder und Flanders, 1992). Bei einer anderen Untersuchung mit 32 Hunden lag der Anteil bei 69 % (Kuntz et al., 1995). Aufgrund der Nähe der Nerven zum Spinalkanal verursachen axiale Sakrumfrakturen oft schwerere neurologische Defizite als abaxiale Frakturen. Bei Querfrakturen durch die Foramina sacralia entstehen Schäden der kaudalen Anteile des Plexus lumbosacralis (Anderson und Coughlan, 1997). Es folgen Harnabsatzbeschwerden, die entweder durch Atonie des Musculus detrusor vesicae oder durch spastische Lähmungen der Urethra sowie des internen und externen Blasensphinkter entstehen (Lanz, 2002). Blasenlähmungen wurden bei Katzen in 13 % der Fälle beobachtet (Strohbach, 2007). Der Verlust des Analreflexes und eine Paralyse des Schwanzes können ebenfalls auftreten (Kuntz et al., 1995).

Ein Schädel-Hirn-Trauma trat in 6-11 % der Fälle bei Patienten mit Beckenfrakturen auf (Böhmer; 1985; Strohbach, 2007). Bei einem Tier (1 %) wurde ein Abriss des Plexus brachialis diagnostiziert (Böhmer, 1985) und bei 10 % der Katzen traten begleitende Koprostasen auf (Strohbach, 2007).

2. Therapie und Ergebnisse bei Beckenfrakturen

Bei der Versorgung von Beckenfrakturen stehen folgende Ziele im Vordergrund: die Stabilisation von gewichttragenden Segmenten, die Wiederherstellung der natürlichen Beckenkanaldurchmesser, das Verhindern einer Hüftgelenksinkongruenz bzw. -instabilität sowie der Erhalt der Gliedmaßenbeweglichkeit (Miller, 2002).

Grundsätzlich steht die chirurgische Versorgung von Beckenfrakturen der konservativen Therapie gegenüber. Neben der Analyse der Patientendaten, die beispielsweise das Alter, Temperament und die Nutzung des Tieres erfasst, muss die Art der Beckenfraktur evaluiert werden (Messmer, 1995; Innes und Butterworth, 1996; Strohbach, 2007). Zusätzliche Verletzungen sowie finanzielle Aspekte der Tierbesitzer müssen ebenso berücksichtigt werden wie die Erfahrungen des Chirurgen (Innes und Butterworth, 1996). Eine wichtige Rolle spielen außerdem die

zu erwartende Dauer und Qualität der Rekonvaleszenz sowie die Einschätzung, mit welcher Wahrscheinlichkeit Spätschäden entstehen können (Strohbach, 2007).

Auch die seit dem Trauma verstrichene Zeit bis zur Vorstellung in der Klinik muss als limitierender Faktor bei der Therapiewahl berücksichtigt werden. Idealerweise wird die Fraktur innerhalb der ersten 48 Stunden nach dem Trauma operativ versorgt, wenn es der Allgemeinzustand des Patienten zulässt (Denny und Butterworth, 2000). Ist das Tier zu dieser Zeit noch nicht narkosfähig, sollte die Fraktur stabilisierung spätestens in den folgenden drei bis sieben Tagen erfolgen (Tomlinson, 2003). Sieben bis zehn Tage nach der Verletzung raten INNES und BUTTERWORTH (1996) von einer operativen Versorgung ab. Als Grund nennen sie Muskelkontraktionen und die zunehmende Fibrosierung des Gewebes, welche die Durchführung erschweren und möglicherweise iatrogene Verletzungen nach sich ziehen können. Hierbei besteht besonders die Gefahr, dass es bei der Reposition zur Verletzung des Nervus ischiadicus kommt (Olmstead, 1998; Harasen, 2007; DeCamp, 2012). Wenn der Unfall längere Zeit her und zusätzlich das Aze-tabulum involviert ist, müssen vorrangig rettende chirurgische Maßnahmen, wie die Femurkopfhalsresektion, in Betracht gezogen werden (DeCamp, 2012).

2.1. Konservative Therapie von Beckenfrakturen – Allgemeines

Eine konservative Therapie kann beim Vorliegen einfacher, geringgradig dislozierter Frakturen der nicht Kraft übertragenden Beckenanteile durchgeführt werden. Dazu zählen Beckenrandfrakturen, wie z.B. Frakturen von Schambein und Sitzbein sowie Avulsionsfrakturen exponierter Knochenanteile des Beckens (Ala ossis ilii, Tuber ischiadici). In diesen Fällen ist das Becken stabil und die Fraktur ist weniger schmerzhaft. Zudem liegt kaum eine Einengung des Beckenkanals vor und die Gliedmaßenfunktion wird nicht eingeschränkt (Hulse et al., 1985; Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Innes und Butterworth, 1996; Bonath und Prieur, 1998; Olmstead, 1998; Denny und Butterworth, 2000; Tomlinson, 2003; Piermattei et al., 2006). Auch ein geringes Alter der Patienten und eine geringgradige Lahmheit können für eine konservative Behandlung sprechen (Messmer, 1995). MILLER (2002) beschreibt die kräftige Beckenmuskulatur aufgrund ihrer guten Durchblutung als heilungsfördernden Faktor im Fall von Beckenrandfrakturen. Besonders bei Katzen und kleinen Hunden können befriedigende Heilungsergebnisse ohne operatives Eingreifen erzielt werden.

Die konservative Behandlung von Beckenfrakturen erfordert eine ebenso intensive Patientenbetreuung wie Nachbehandlung. Die Besitzer sollten auf den langwierigen Heilungsprozess, der viel Fürsorge und Geduld erfordert, hingewiesen werden (Meeson und Corr, 2011). Physikalische Therapien, wie zum Beispiel Physio- oder Hydrotherapie unterstützen die Heilung nachweislich (Miller, 2002; Strohbach, 2007). MILLER (2002) empfiehlt eine Woche nach der Beckenrandfraktur erneut Röntgenaufnahmen anzufertigen, um mögliche progressive Dislokationen und eine daraus folgende Beckenkanaleinengung rechtzeitig erkennen und gegebenenfalls chirurgisch korrigieren zu können. Die Bewegung der Tiere wird durch konsequente Ruhighaltung mittels Käfigruhe oder Leinenzwang für zwei bis acht Wochen eingeschränkt. Außerdem ist während der gesamten Heilungsphase auf Probleme beim Kot- und Urinabsatz zu achten. Nach regelmäßigen tierärztlichen Kontrolluntersuchungen kann ab der dritten Woche bei Beckenrandfrakturen vorsichtig mit aufbauender Belastung begonnen werden (Piermattei et al., 2006; Strohbach, 2007).

Beispielsweise Darmbeinflügelfrakturen sind prognostisch als günstig einzustufen (Messmer; 1995). Verbleibt der überwiegende Teil des Darmbeins am Sakrum, wird weder die gewichttragende Achse zerstört, noch der Beckenkanal eingeengt (Payne, 1993). Die Frakturfragmente werden von der kräftigen, umliegenden Muskulatur stabilisiert, weshalb keine Operation nötig ist (Messmer, 1995; Piermattei et al., 2006). In der Studie von BÖHMER (1985) zeigten acht von neun Katzen (89 %) mit konservativ therapierten Darmbeinflügelbrüchen ein gutes Behandlungsergebnis. Ein Tier verstarb aufgrund einer Osteomyelitis nach ursächlicher Bissverletzung. Konservative Therapieansätze von Iliumkörperfrakturen machen Sinn, wenn die Fraktur minimal disloziert und deshalb relativ stabil ist bzw. bei Frakturen, die zu keiner Einengung des Beckenkanals führen (Miller, 2002; Fossum, 2007; DeCamp, 2012). Dennoch muss mit etwaigen Komplikationen, wie einer progressiven Fragmentdislokation und Einengung des Beckenkanals gerechnet werden (Miller, 2002; DeCamp, 2012). Eine Dislokation der Fragmente nach medial resultiert außerdem in einer Einengung des Beckendurchmessers mit einem erhöhten Risiko für Konstipationen (Betts, 1993; Matis et al., 1993; Tomlinson, 2003). Möglicherweise entsteht ein Megakolon, das mit Hilfe eines chirurgischen Eingriffes, wie z.B. einer Beckenosteotomie oder einer subtotalen

Kolektomie, behandelt werden muss (Matthiesen et al., 1991; Langley-Hobbs et al., 2009; Meeson und Corr, 2011). Daten von BÖHMER (1985) zufolge, welche die Ergebnisse von 49 konservativ behandelten Darmbeinsäulenfrakturen bei Katzen wiedergeben, zeigten bei 36,7 % gute, bei 48,9 % befriedigende und bei 14,3 % unbefriedigende Therapieergebnisse. Konservativ versorgte Hunde mit Darmbeinfrakturen zeigten in 16 % der Fälle ein gutes, in 28 % der Fälle ein befriedigendes und in 56 % der Fälle ein unbefriedigendes Ergebnis (Nakasala-Situma, 1979).

Die Behandlungserfolge bei konservativ therapierten Azetabulumfrakturen fielen bei Katzen nur in 24,2 % gut, jedoch in 65,5 % befriedigend und in 10,3 % der Fälle unbefriedigend aus. In der Hundepopulation von NAKASALA-SITUMA (1979) konnten keine guten Behandlungserfolge erzielt werden; 50,6 % waren befriedigend und 49,4 % unbefriedigend.

Im Fall von gleichzeitig vorliegenden, chirurgisch zu versorgenden Beckenringfrakturen, werden die Beckenbodenfrakturen oft zufriedenstellend reponiert, sodass jene keiner chirurgischen Behandlung bedürfen (Brinker und Braden, 1984). Liegen einfache, geringgradig dislozierte Darmbeinflügelbrüche ohne Beteiligung gewichttragender Beckensegmente vor, kann bei Hunden und Katzen eine konservative Therapie durchgeführt und mit einem gutem Behandlungsergebnis gerechnet werden (Vogel, 1986; Payne, 1993; Piermattei et al., 2006). Bei Sitzbeinfrakturen von Hunden und Katzen konnten ebenfalls gute Erfolge (71-80 %) ohne chirurgische Therapie erzielt werden (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985). Liegen allerdings multiple Frakturen unter Beteiligung der Tabula ossis ischii vor, wird eine chirurgische Therapie empfohlen, um Pseudarthrosen vorzubeugen (Matis 2005a). NAKASALA-SITUMA (1979) wies bei konservativ therapierten Hunden mit Ausrissfrakturen des Tuber ischiadicum eine Pseudarthrosenrate von 75 % nach, wobei er keine funktionellen Einschränkungen dieser Patienten feststellen konnte. Die Zahlen konservativ versorgter Beckenrandfrakturen sind mit 90-95 % sehr hoch und es konnten überwiegend gute Behandlungsergebnisse erzielt werden (Denny, 1978; Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985).

2.2. Chirurgische Therapie von Beckenfrakturen – Allgemeines

Eine optimale Ausheilung von instabilen Beckenfrakturen wird durch die chirurgische Versorgung der Frakturen gewährleistet (Brinker und Braden, 1984; Brinker et al., 1997; Tomlinson, 2003). Eine weitere Indikation für eine Osteosynthese stellt die daraus resultierende Verkürzung der Heilungszeit dar (Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993).

Generell sollten folgende Beckenfrakturen mittels Osteosynthese versorgt werden (Denny, 1978; Hulse et al., 1985; Betts, 1993; Olmstead, 1998; Bonath und Prieur, 1998; Lanz, 2002; Miller, 2002; Tomlinson, 2003; Piermattei et al., 2006; Meeson und Corr, 2011; Witte und Scott, 2012; DeCamp, 2012):

- Frakturen der gewichttragenden Achse (z.B. Iliumkörperfrakturen, Iliosakralgelenksluxationen) liegen vor.
- Das Azetabulum ist betroffen.
- Multiple Frakturen mit oder ohne Begleitverletzungen wurden diagnostiziert, so dass die Instabilität erhöht ist (z.B. bilaterale Frakturen, Hüftluxation mit ipsilateraler Iliumfraktur).
- Es gibt eine deutliche Einengung des Beckenkanals, die auf der ventrodorsalen Röntgenaufnahme deutlich erkennbar ist (z.B. mehr als 50 % des Beckenkanals sind eingeengt).
- Eine Refraktur liegt vor.
- Der Patient zeigt hochgradige Schmerzhaftigkeit.
- Es bestehen Nervenausfälle (z.B. Nervus ischiadicus, Nervus femoralis), die mit Frakturen in Zusammenhang gebracht werden können (z.B. Iliumfrakturen).
- Ein konservativer Therapieversuch wurde durchgeführt. Das Tier ist nach drei Tagen strikter Ruhighaltung jedoch immer noch nicht gehfähig.

Bei Azetabulumfrakturen werden in der Literatur unterschiedliche therapeutische Vorgehensweisen beschrieben. Einige Autoren befürworten eine konservative Therapie kaudaler Azetabulumfrakturen, da diesem Anteil bei Hunden und Katzen gleichermaßen keine gewichttragende Funktion zugesprochen wurde (Betts, 1993;

Dyce und Houlton, 1993; Butterworth et al., 1994; Innes und Butterworth, 1996). Studien zeigten allerdings bei 76 % der Katzen befriedigende bis unbefriedigende Ergebnisse (Böhmer, 1985). Ähnlich verhielt es sich bei den untersuchten Hunden, von denen keiner ein gutes, aber je 50 % befriedigende und unbefriedigende Therapieergebnisse erreichten (Nakasala-Situma, 1979). Neue Studien zeigen gewichtstragende Funktionen der gesamten Azetabulumfläche, weshalb nun eine operative Versorgung jeder Azetabulumfraktur empfohlen wird (Beck et al., 2005; Moores et al., 2007). In Langzeitstudien konnte gezeigt werden, dass bei konservativer Therapie erhöhte Osteoarthritisrisiken vorliegen (Boudrieau und Kleine, 1988).

Abhängig von der vorliegenden Frakturart und ihrer Lokalisation werden in der Regel Osteosyntheseplatten oder Kompressionsschrauben zur Stabilisierung eingesetzt. Neben Miniplatten in verschiedenen Ausführungen kommen Rekonstruktions-, Azetabulum- und T-Platten sowie schneidbare Platten zum Einsatz (Brinker und Braden, 1984). Die Implantate werden lebenslang belassen, sofern keine Komplikationen die Entfernung nötig machen (Strohbach, 2007). Zur Einschätzung der Frakturposition, des korrekten Implantatsitzes sowie der Gelenkflächenkongruenz wird das Anfertigen von Röntgenaufnahmen im Anschluss an die Operation empfohlen (Fossum, 2007). Nach der Versorgung sollte das Tier zwei bis sechs Wochen ruhig gehalten werden. Die Bewegungseinschränkung erfolgt mittels Boxenruhe bei Katzen und Leinenzwang bei Hunden (Matis et al., 1993; Bonath und Prieur, 1998; Miller, 2002; Fossum, 2007; Meeson und Corr, 2011). Um den Verlauf der Frakturheilung beurteilen zu können, werden in regelmäßigen Abständen Röntgenaufnahmen angefertigt, die dazu dienen, über weitere Belastungssteigerungen zu entscheiden (Fossum, 2007). So gilt für Hunde so lange Leinenzwang, bis röntgenologische Anzeichen der Frakturheilung sichtbar sind (Fossum, 2007). Die Empfehlungen der Autoren für erste radiologische Kontrollen bei Jungtieren beläuft sich auf einen Zeitraum von drei bis vier Wochen und bei ausgewachsenen Tieren auf sechs Wochen nach der Operation (Miller, 2002; Meeson und Corr, 2011). Zu den Indikationen für eine Implantatentfernung zählen Funktionsverluste durch Bruch oder Lockerung, Infektionen, Knochenatrophien, Leckgranulome und auch funktionelle Beschwerden, verursacht durch Kälte oder extreme Belastung (Matis et al., 1993).

2.3. Spezielle Therapie der Beckenfrakturen bzw. -luxationen

2.3.1. Therapie von Iliosakralgelenksluxationen

Mit welcher Therapiemethode Luxationen im Kreuzdarmbeingelenk versorgt werden, hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. SHALES et al. (2009) führen folgende Kriterien auf, die in die Entscheidungsfindung einbezogen werden sollen:

- Unilaterale versus bilaterale Luxation
- Grad der Beschwerden im Zusammenhang mit der Verletzung
- Grad der Dislokation
- Vorkommen zusätzlicher Weichteilverletzungen sowie neurologischer und orthopädischer Verletzungen

Iliosakralgelenksluxationen können bei Patienten mit einer geringgradigen Dislokation (<50 % der Gelenkfläche) bei erhaltenem Gehvermögen mit geringer Lahmheit ohne funktionelle Nerven ausfälle der Nn. ischiadicus et femoralis konservativ behandelt werden (Hulse et al., 1985; Miller, 2002; Scott und McLaughlin, 2008; Shales et al., 2009; Bowlit und Shales, 2010). Die Patienten müssen zwei bis drei Wochen durch Boxenruhe strikt ruhig gehalten werden. Danach folgen drei bis vier Wochen langsame Belastungssteigerung bzw. Leinenzwang (Messmer, 1995). Es bildet sich nach zirka zwei bis drei Wochen zwischen den Gelenken eine fibröse Verbindung, die zu einer Stabilisierung der Luxation führt (Hulse et al., 1985; Payne, 1993; Olmstead, 1998; Denny und Butterworth, 2000; Strohbach, 2007). Bei einem komplikationslosen Verlauf, sollte der Heilungsprozess nach etwa sechs Wochen abgeschlossen sein (Denny, 1978; Betts, 1993; Messmer, 1995).

BÖHMER (1985) untersuchte die Therapieerfolge bei konservativ versorgten Katzen getrennt für uni- und bilaterale Luxationen im Iliosakralgelenk. Daraus ergaben sich folgende Werte für die 75 unilateralen, konservativ therapierten Katzen: 13,3 % gut, 82,7 % befriedigend und 4 % unbefriedigend. Bei den 16 bilateralen Luxationen, die konservativ versorgt wurden, zeigten 14 Tiere (87,5 %) befriedigende und zwei Tiere (12,5 %) unbefriedigende Ergebnisse. Insgesamt wies BÖHMER (1985) mit steigendem Dislokationsgrad ein erhöhtes

Ankylosierungsrisiko nach.

Eine chirurgische Therapie ist bei Luxationen von mehr als 50 % der Gelenkfläche, wesentlicher Verengung des Beckenausganges, neurologischen Ausfällen, hochgradiger Lahmheit, fehlendem Gehvermögen, Schmerzhaftigkeit und dem Auftreten weiterer Beckenfrakturen indiziert (Denny, 1978; Hulse et al., 1985; Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Tomlinson, 2003; Fossum, 2007). Zuerst sollten kontralaterale Frakturen des Beckens versorgt werden, weil durch deren Stabilisierung eine partielle Reposition der Iliosakralgelenke bewirkt wird (Tomlinson, 2003). Implantate der Wahl sind Knochenschrauben oder kleine Marknägel (Fossum, 2007). Auch die Verwendung zweier Schrauben oder einer Schraube in Kombination mit einem Kirschner Draht ist möglich (Montavon et al., 1985; Hulse et al., 1985; Tomlinson, 2003). Der Einsatz transilialer Pins zur indirekten Stabilisierung des Iliosakralgelenkes (Kudnig und Fitch, 2004; Piermattei et al., 2006), wie auch iliosakrale Pins und Zugbandnähte (Raffan et al., 2002) haben sich bewährt. Liegt eine beidseitige Luxation vor, kann diese auch durch Einbringen einer einzigen Schraube gerichtet werden. Diese Methode hat sowohl bei Katzen als auch bei Hunden gute Ergebnisse erzielt (Kaderly, 1991; Strohbach, 2007). Als Erweiterung der zuvor genannten Methode können auch transiliosakrale Pins eingebracht werden, die durch Kontermuttern mit einer Unterlegscheibe verschraubt werden und somit der Implantatlockerung vorbeugen (Leasure et al., 2007; Lautersack, 2007). TOMLINSON et al. (1999) beschreiben die minimalinvasive Versorgung mit gedeckter Reposition und Fixation mit einer perkutanen Zugschraube unter Durchleuchtung. Um eine ausreichende Stabilität des Implantates zu gewährleisten, sollte die Länge der Zugschraube, die das Darmbein am Corpus ossis sacri fixiert, mindestens 60 % der Breite des Os sacrum erfassen (Piermattei et al., 2006; DeCamp, 2012).

Eine ungenaue Reposition der Fraktur sowie Implantatlockerungen und die daraus resultierende Instabilität sind die häufigsten Komplikationen bei der Versorgung mit Zugschrauben (Leasure et al., 2007). Die Studie von DeCAMP und BRADEN (1985a) wies einen Anteil von 48 % der Hunde mit Implantatlockerung nach, sobald die Schraube weniger als 60 % der Sakrumbreite fasste. Reichte die Schraube dagegen tiefer in das Kreuzbein, trat eine Lockerungsrate von 7 % auf (DeCamp und Braden, 1985a). Ein akkurater Sitz und eine ausreichend tiefe Verankerung

der Schraube im Sakrumkörper können demzufolge die Wahrscheinlichkeit einer Lockerung herabsetzen (DeCamp und Braden, 1985a). Im biomechanischen Vergleich zwischen zwei Schrauben und einer einzelnen der gleichen Größe fanden RADASCH et al. (1990) heraus, dass zwei Schrauben insbesondere Torsionskräfte besser neutralisieren. Daraus ergibt sich bei Hunden die Empfehlung Luxationen mit zwei Schrauben des größtmöglichen Durchmessers zu versorgen, bei Katzen limitiert die Größe in der Regel die Anzahl der möglichen Implantate, sodass maximal zwei Schrauben eingesetzt werden können (Radasch et al., 1990).

Bei Katzen resultieren aus der chirurgischen Versorgung von Iliosakralgelenksluxationen durchweg gute Erfolge (Strohbach, 2007; Diehm, 2016). Trotz relativ häufig auftretender Ankylosen (79 %) zeigten nur 4 % der Katzen eine Lahmheit (Strohbach, 2007).

Auch bei Hunden konnten gute Behandlungserfolge erzielt werden (Vogel, 1986; Diehm, 2016). In der Untersuchung von VOGEL (1986) wurden von vier operierten Iliosakralgelenksluxationen allerdings nur zwei Fälle nachkontrolliert. Bei einem Hund wurde ein gutes Ergebnis und bei einem zweiten Hund aufgrund einer operationsbedingten Komplikation ein unbefriedigendes Therapieergebnis erzielt.

2.3.2. Therapie von Sakrumfrakturen

Frühe Veröffentlichungen belegen, dass Sakrumfrakturen in den meisten Fällen konservativ behandelt wurden (Bennet, 1975; Böhmer, 1985). Im Fall von axialen und komplizierten Transversal- bzw. Querfrakturen des Os sacrum muss mit ausgeprägteren neurologischen Defiziten gerechnet werden, weshalb hier die chirurgische Versorgung zu empfehlen ist (Kuntz et al., 1995; Anderson und Coughlan, 1997).

Obwohl es keine Studie gibt, die Ergebnisse konservativer mit denen chirurgischer Therapien vergleicht, konnte bei den Patienten mit chirurgischem Management gleich nach der Operation eine Reduktion der Schmerzhaftigkeit und eine schnellere Wiederherstellung der Gliedmaßenfunktion erreicht werden (Parè et al., 2001; DeCamp, 2012). Die Untersuchungen von BÖHMER (1985) ergaben für die Nachkontrollen konservativ versorgter Katzen bei 98 % ein gutes und bei 2 % ein unbefriedigendes Behandlungsergebnis. Die Lahmheitsfrequenz betrug 1 %

und sie konnte röntgenologisch keine Arthrosen nachweisen (Böhmer, 1986). Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass wenige komplizierte Quer- bzw. Transversalfrakturen vorlagen. Bei STROHBACH (2007) lag die Osteosyntheserate bei 41 %, wobei die Frakturen im Fall von ipsilateralen Iliosakralgelenksluxationen (75 %) mit fixiert wurden.

Die chirurgische Versorgung dieser Frakturen wird bevorzugt mit einer Zugschraube durchgeführt, wobei das Implantat über das Ilium im Sakrumkörper in einem Winkel von 20° von dorsal nach ventral fixiert wird (DeCamp und Braden, 1985b). Zusätzlich können Kirschner Bohrdrähte als Hilfe für eine vorläufige Fixation eingesetzt werden (DeCamp und Braden, 1985b; Betts, 1993; Strohbach, 2007). In der Regel reicht die Fixation der Fraktur mit einer Schraube aus, doch bei großwüchsigen Hunderassen kann ausreichend Platz für zwei Schrauben im Sakrumkörper sein (DeCamp, 2012). Um eine zufriedenstellende Verankerung zu erreichen, sollte die Zugschraube in etwa 60 % der Breite des Corpus ossis sacri hineinreichen (DeCamp und Braden, 1985b; DeCamp, 2012).

Bei den meisten axialen und abaxialen Frakturen haftet die laterale Oberfläche der Kreuzbeinflügel am Darmbeinschaft, so dass die genaue Lokalisation der Fragmente schwer einsehbar ist (Parè et al., 2001). Die intraoperative Verwendung eines C-Bogens zur Durchleuchtung kann daher sehr hilfreich für die korrekte Reposition der Fragmente und die Positionierung der Schraube im Kreuzbein sein (Tomlinson et al., 1999).

Auf der Suche nach einer Alternative zur Reposition und Fixation von Sakrumfrakturen, untersuchten PARÈ et al. (2001) die Verwendung von Kirschner Bohrdrähten als transartikuläre Implantate durch die Facettengelenke von L7-S1 in Kombination mit Zugschrauben, die im Kreuzbeinkörper befestigt werden (Parè et al., 2001). Da sich die Kirschner Bohrdrähte leichter lockern und der alleinige Einsatz von Zugschrauben eine ausreichende Stabilität gewährleistet, rät DECAMP (2012) jedoch vom kombinierten Einsatz der Bohrdrähte mit Zugschrauben ab.

Liegen Sagittalfrakturen des Os sacrum vor, bei denen keine Verankerung von Schrauben möglich ist, kann eine Fixation mit einem transilialen Steinmann-Nagel oder Bohrdraht allein oder in Kombination mit zwei kurzen Zugschrauben

angewendet werden (Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Strohbach, 2007).

Laut BÖHMER (1985) haben Katzen mit Sakrumbrüchen im Allgemeinen eine gute Prognose, abhängig von dem Dislokationsgrad und den damit verbundenen neurologischen Schäden. Abspaltungen der Ala ossis sacri sind im Gegensatz zu Quer- und Transversalfrakturen prognostisch günstig (Anderson und Coughlan, 1997).

2.3.3. Therapie von Iliumfrakturen

Da das Darmbein Teil der gewichttragenden Achse ist, empfiehlt sich in der Regel ein chirurgisches Management (Meeson und Corr, 2011). Eine operative Therapie zur Beseitigung der Instabilität verringert schnell die Schmerzhaftigkeit und verkürzt die Heilungsphase (Denny, 1978; Langley-Hobbs et al., 2009). Die chirurgische Therapie ist immer dann indiziert, wenn das Becken instabil ist, bilaterale Frakturen vorliegen, die Fragmente mittel- bis hochgradig disloziert sind und eine Einklemmung des Nerven vermutet wird (Fossum, 2007). Auch mit Iliumfrakturen assoziierte Dislokationen des Femurkopfes sollten operativ versorgt werden (Strohbach, 2007). Aufgrund der anatomischen Lage des Truncus lumbosacralis medial des Darmbeines besteht eine größere Gefahr der Nervenschädigung bei kranio-medialer Fragmentverschiebung. Der Nerv kann zerreißen oder eingeklemmt werden (DeCamp, 1992; Witte und Scott, 2012).

Für die Osteosynthese der Darmbeinfrakturen werden meistens Platten verwendet (Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Matis et al., 1993; Denny und Butterworth, 2000; Tomlinson, 2003; Piermattei et al., 2006). Auch alleinige von ventral angebrachte Zugschrauben sind besonders gut bei einfachen Schrägfrakturen einsetzbar (Tomlinson, 2003; Meeson und Corr, 2011). Ebenfalls einsetzbare Implantate sind Marknägel, Knochenklammern, Kirschner Bohrdrähte und interfragmentäre Drähte, wobei diese Implantate mit höheren Lockerungsraten einhergehen können (Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Piermattei et al., 2006). EATON-WELLS (1990) beschreiben den Einsatz eines Fixateur externe als alternatives Implantat beim Hund. Das Anbringen der Platten am Knochen ist von lateral und dorsal möglich (Breshears et al., 2004; Fitzpatrick et al., 2008; Hamilton et al., 2009; DeCamp, 2012). Zu Schwierigkeiten kann es bei der Versorgung von Frakturen im kaudalen Viertel des Iliums kommen, da hier der kraniale Rand des Hüftgelen-

kes mit einbezogen ist (Chou et al., 2013). Idealerweise soll das Einsetzen von drei Schrauben kranial und kaudal des Frakturspaltes einen stabilen Sitz der Platte gewährleisten (Chou et al., 2013). Bei Iliumfrakturen, die bis in den kranialen Azetabulumrand ziehen, kann es jedoch sein, dass weniger Schrauben als gewünscht platziert werden können und deshalb die Gefahr der Instabilität erhöht ist (DeCamp, 2012; Chou et al., 2013). Für diese Sonderfälle können spezielle T-Platten (Troger und Viguier, 2008) oder Y-förmige-Platten (Chou et al., 2013) eingesetzt werden.

Es ist zu beachten, dass die Knochenstruktur vom Os ilium, insbesondere kranial des Iliosakralgelenkes, weicher und sehr dünn ist und es folglich in diesem Bereich der Iliumplatten leichter zu Lockerungen der Schrauben kommen kann. Um dieses postoperative Risiko zu senken, wird empfohlen ein bis zwei Schrauben tiefer im Os sacrum zu verankern, ohne den Spinalkanal zu verletzen (DeCamp, 2012). HAMILTON et al. (2009) untersuchten die Häufigkeiten von Implantatlockerungen und Beckenkanaleinengungen nach Plattenosteosynthese bei Katzen, wobei die Implantate lateral am Os ilium platziert wurden. Unabhängig von dem Frakturlinienverlauf wiesen sie bei 62 % der Katzen Implantatlockerungen und bei allen Tieren Beckenkanaleinengungen nach. Im Vergleich dazu stellten BRESHEARS et al. (2004) bei Hunden mit derselben Versorgungsmethode Lockerungsfrequenzen von 26 % und Beckenkanaleinengungen von bis zu 30 % nach. Gründe für diese Diskrepanz liegen in der geringen Dicke des Iliums bei Katzen (Hamilton et al., 2009). Obwohl keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Schraubenlänge bzw. -anzahl nachgewiesen werden konnten, raten die Autoren dazu mindestens drei Schrauben kranial und kaudal der Fraktur zu platzieren. Dies kann bewerkstelligt werden, indem die gewählte Platte bis über das Azetabulum hinaus reicht, zwei Platten (eine lateral und eine ventral) oder eine von dorsoventral reichende Platte eingesetzt werden. Mögliche Komplikationen sind Konstipationen und Megakolon (Hamilton et al., 2009).

In der Untersuchung von BÖHMER (1985) zeigten von 20 operativ therapierten Iliumfrakturen bei Katzen 50 % gute, 20 % befriedigende und 30 % unbefriedigende Ergebnisse. In einer späteren Studie mit Katzen konnten 33 % Implantatlockerungen, 15 % arthrotische Zubildungen und 4 % Lahmheiten festgestellt werden. Insgesamt werden zufriedenstellende Ergebnisse nach chirurgischer Therapie

beobachtet (Strohbach, 2007).

Die nachuntersuchten chirurgisch versorgten Hunde von VOGEL (1986) zeigten zu 42 % gute, zu 16 % befriedigende und zu 42 % unbefriedigende Ergebnisse. DIEHM (2016) wies dagegen bei keinem seiner Hunde Komplikationen nach.

2.3.4. Therapie von Azetabulumfrakturen

Es handelt sich bei Azetabulumfrakturen um Gelenkfrakturen, weshalb eine perfekte anatomische Reposition und eine stabile interne Fixation mit interfragmentärer Kompression angestrebt werden (Beck et al., 2005; Moores et al., 2007; Meeson und Corr, 2011; DeCamp, 2012).

Aus der früheren Einteilung des Azetabulums in die gewichttragenden kranialen zwei Drittel und das kaudale nicht gewichttragende Drittel ergab sich die anerkannte Regel, dass Frakturen kaudaler Anteile keiner chirurgischen Versorgung bedürfen (Brinker et al., 1993; Dyce und Houlton, 1993; Butterworth et al., 1994; Innes und Butterworth, 1996; Chandler und Beale, 2002). Nur bei Frakturen ohne Dislokation sahen BRINKER et al. (1997) akzeptable Heilungsmöglichkeiten nach konservativer Behandlung kaudaler Azetabulumfrakturen. In der Studie von BUTTERWORTH et al. (1994) mit 34 Hunden wurde der Therapieerfolg der 13 konservativ und 21 chirurgisch behandelten Hunde verglichen. Es konnten bei insgesamt 12 der 13 reevaluierten konservativ therapierten Tiere exzellente bis gute Behandlungsergebnisse nachgewiesen werden. Von diesen Frakturen waren 8 % kranial (n=1), 31 % zentral (n=4) und 62 % kaudal (n=8) am Azetabulum lokalisiert. Im Gegensatz dazu erzielten nur 71 % (n=7/17) der operierten Tiere befriedigende Ergebnisse. Hierbei handelte es sich um 24 % kraniale (n=5), 43 % zentrale (n=9) und 33 % kaudale (n=7) Azetabulumfrakturen (Butterworth et al., 1994). Laut den Autoren konnte auch die Rekonvaleszenzphase durch eine chirurgische Versorgung nicht signifikant verkürzt werden. Die Patienten belasteten nach durchschnittlich 15-16 Wochen die verletzte Gliedmaße vollständig (Butterworth et al., 1994). Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Beurteilung des Therapieerfolges ausschließlich durch die Auswertung der Besitzerfragebögen und ohne klinische oder röntgenologische Kontrolle erfolgte. Eine andere Untersuchung konservativ behandelter kaudaler Azetabulumfrakturen von BOUDRIEAU und KLEINE (1988) zeigte wiederum, dass alle Frakturen mit Kallusbil-

derung heilten und nur bei 67 % (10/15) der Hunde befriedigende Ergebnisse erzielt werden konnten. Sie wiesen außerdem bei chirurgisch versorgten Azetabulumfrakturen weniger sekundäre Arthritiden nach als bei den konservativ behandelten Frakturen (Boudrieau und Kleine, 1988). Infolge dieser Erkenntnisse empfiehlt MILLER (2002) nur bei kleinen Hunderassen und Katzen eine konservative Behandlung kaudaler Azetabulumfrakturen. Die Mehrheit der Autoren befürwortet die chirurgische Therapie jeder Azetabulumfraktur, um die physiologische Kraftverteilung auf die Gelenkfläche wiederherzustellen (Boudrieau und Kleine, 1988; Kaderly, 1991; Beck et al., 2005; Moores et al., 2007).

Jüngste experimentelle Studien untersuchten die Gewichtsverteilung am felines und kaninen Azetabulum während verschiedener Bewegungsphasen. Die Ergebnisse zeigten, dass sich die Belastung auf die gesamte Fläche des Azetabulums verteilt (Beck et al., 2005; Moores et al., 2007). Es kann daraus geschlossen werden, dass sich bei Azetabulumfrakturen die Wahl der Frakturbehandlung nicht nach der Frakturlokalisierung richten sollte, sondern andere Faktoren, wie der Dislokationsgrad, die Fragmentzahl, vorhandene Begleitverletzungen und die Schmerzhaftigkeit des Tieres entscheidende Kriterien darstellen (Meeson und Corr, 2011). Fehlstellungen, Pseudarthrosen, Beckenkanaleinengungen und sekundäre Arthritiden des Hüftgelenkes sind mögliche Folgen einer unversorgten Fraktur (DeCamp, 2012). Wie für alle Gelenkfrakturen gilt also auch für das Azetabulum eine feste und möglichst stufenfreie Reposition mit interfragmentärer Kompression als ideal (Betts, 1993; Meeson und Corr, 2011; Witte und Scott, 2012; DeCamp, 2012). Die Vorteile einer chirurgischen Therapie beinhalten eine frühzeitige Beweglichkeit des Gelenkes und die Verminderung sekundärer degenerativer Gelenkserkrankungen, verursacht durch eine Schädigungen des Knorpels (DeCamp, 2012).

Neben den oben aufgeführten Vorteilen einer Fixation zählt auch eine geringere Kallusbildung zu den positiven Aspekten einer Operation (Dyce und Houlton, 1993). Dadurch wird die Gefahr herabgesetzt, dass sekundär die Nerven, insbesondere der N. ischiadicus, in das Gewebe eingebaut werden und somit neurologische Folgeschäden entstehen (Messmer, 1995). Als positiver Nebeneffekt des operativen Frakturmanagements gilt die automatische Reposition von Scham- und Sitzbeinfrakturen (Messmer, 1995).

Wenn entweder keine korrekte anatomische Rekonstruktion möglich ist, die Fraktur irreparabel ist, die Besitzer kostenlimitiert sind oder ein erfolgloser konservativer Therapieversuch unternommen wurde, sollte eine Femurkopf-/Femurhalsresektion durchgeführt werden (Hulse, 1983; Eaton-Wells et al., 1990; Dyce und Houlton, 1993; Messmer, 1995; Olmstead, 1998; Fossum, 2007). Entschieden man sich für dieses Verfahren, wird trotzdem empfohlen das Azetabulum mit einer Platte zu überbrücken, um die Schmerzen zu verringern und eine frühe Mobilisierung zu fördern (Fossum, 2007).

Zur Stabilisierung und Rekonstruktion von Azetabulumfrakturen wird am häufigsten die Plattenosteosynthese angewandt (Denny, 1978; Dyce und Houlton, 1993; Fossum, 2007; DeCamp, 2012). Schrauben und Drahtfixationen (Herron, 1977) sind ebenso anwendbar wie eine Schrauben-Draht-Polymethylmethacrylat-Komposition (Lewis et al., 1997). Prinzipiell können gerade Platten verwendet werden, die jedoch in ihrer Form durch Anbiegen angepasst werden müssen. Speziell für diese Indikation entworfene Azetabulum- oder Rekonstruktionsplatten erleichtern das Anbringen an den dorsalen Rand der Gelenkpfanne (Fossum, 2007; McCartney und Garvan, 2007; Meeson und Corr, 2011). Die halbmondförmigen Platten wurden speziell für das kanine Azetabulum entworfen und vereinfachen dadurch das Nachformen und Anbringen (Braden und Prieur, 1986; DeCamp, 2012). Sie sind besonders für Quer- und Schrägfrakturen geeignet, aber ihre Länge reicht bei einigen Frakturen, z.B. bei Trümmerfrakturen, nicht aus um den Spalt zu überbrücken (DeCamp, 2012). Azetabulum- und Minifragmentplatten sind wegen ihrer geringen Festigkeit nur begrenzt bei kleinen Tieren einsetzbar (Innes und Butterworth, 1996; Olmstead, 1998).

Für Trümmerfrakturen stehen gerade Platten oder Rekonstruktionsplatten zur Verfügung. Bei der Wahl dieser Implantate muss berücksichtigt werden, dass sich das Anmodellieren an die Gelenkpfanne schwieriger gestaltet als bei vorgeformten Azetabulumplatten (Dyce und Houlton, 1993). Zur Fixation der Fragmente können Kirschner-Bohrdrähte, Hemizerklagen, Schrauben und Miniplatten verwendet werden (Bonath und Prieur, 1998; Tomlinson, 2003).

In der Studie von BÖHMER (1985) wurden nur 13 von 95 Katzen mit Azetabulumfraktur (9,5 %) chirurgisch versorgt. Bei den neun nachuntersuchten Katzen mit chirurgischer Behandlung wurde kein gutes Ergebnis erzielt; vier (44 %) zeig-

ten ein befriedigendes und fünf (56 %) ein unbefriedigendes Langzeitergebnis. Bei all diesen Tieren (100 %) wurden Koxarthrosen diagnostiziert. Die Lahmheitsraten in dieser Untersuchung waren nach konservativer Therapie geringer (10 %) als nach chirurgischer Therapie (19 %). Die Arthroserate lag bei 73 %. Der Therapieerfolg von den 29 untersuchten Katzen, deren Fraktur konservativ behandelt wurde, fiel bei 24 % gut, 66 % befriedigend und 10 % unbefriedigend aus (Böhmer, 1985). Insgesamt wiesen MATIS et al. (2005a und b) vergleichbare Arthroseraten im Rahmen der Untersuchung von konservativen (76 %) und chirurgischen Therapien (73 %) der Azetabulumfrakturen nach. Im Vergleich dazu stellte STROHBACH (2007) bei 66 % der Katzen (15/44) Arthritiden nach Osteosynthese fest, wobei nur 16 % (7/44) zusätzlich Lahmheiten zeigten. Auch in anderen Studien wurden im Fall chirurgisch versorgter Azetabulumfrakturen bei Hunden und Katzen Arthrosehäufigkeiten von 73-86 % nachgewiesen, wobei die klinischen Symptome von geringgradig bis mittelgradig variierten (Vogel, 1986; Anson et al., 1988; Strodl, 2000). NAKASALA-SITUMA (1979) stellte bei seinen konservativ behandelten Hunden in 100 % der Fälle Koxarthrosen fest, weshalb in keinem Fall ein gutes, in 50 % ein befriedigendes und in 50 % ein unbefriedigendes Ergebnis erreicht wurde. In den Langzeitkontrollen untersuchter Hunde zeigten 15-38 % eine Lahmheit (Denny, 1978; Anson et al., 1988; Dyce und Houlton, 1993; Strodl, 2000).

2.3.5. Therapie von Ischium- und Pubisfrakturen

Bei der chirurgischen Reposition der gewichttragenden Anteile des Beckens werden die Scham- und Sitzbeinfrakturen in der Regel gleichzeitig akzeptabel stabilisiert, sodass keine separate chirurgische Fixation nötig wird (Brinker und Braden, 1984; Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Fossum, 2007; DeCamp, 2012). Liegt eine Beckenkanaleinengung vor, ist eine chirurgische Versorgung der Pubis- und Ischiumfrakturen indiziert (Innes und Butterworth, 1996; Kipfer und Montavon, 2011).

Die häufigste Indikation für einen chirurgischen Eingriff sind ventrale Abdominalhernien, die durch Symphysiolyse des Schambeins oder Abrissfrakturen des Ligamentum pubicum craniale entstehen können (Payne, 1993; Betts, 1993; Fossum, 2007). Bei gleichzeitig vorliegenden Sakrumfrakturen oder Iliosakralgelenksluxation empfehlen KIPFER und MONTAVON (2011) ebenfalls die chirurgische

gische Versorgung. Auch beim Vorliegen eines dislozierten, isolierten Sitzbeinfragmentes ist ein operatives Management angezeigt. Es besteht die Gefahr, dass durch den Stabilitätsverlust der folgenden Hyperextension im Kniegelenk und die verzögerte Heilung Folgeschäden entstehen (Betts, 1993; Messmer, 1995). PAYNE (1993) empfiehlt die Fixation von Apophysiolysen des Sitzbeins um Pseudarthrosen und Ganganomalien zu vermeiden. Laut VOGEL (1986) sollten auch instabile, azetabulumnahe Sitzbeinfrakturen chirurgisch therapiert werden, damit die Entstehung schmerzhafter Pseudarthrosen verhindert wird. Liegen ipsilateral multiple Frakturen des Sitzbeins mit Beteiligung der Tabula ossis ischii und eine Symphysentrennung vor, wird die operative Therapie empfohlen um Pseudarthrosen und einer Fehlbelastung im gleichseitigen Hüftgelenk vorzubeugen (Strohbach, 2007). Die Therapieerfolge bei komplexen Frakturen können mit 67 % als gut eingestuft werden (Vogel, 1986).

BÖHMER (1985) wies bei 74 Katzen mit Ischiumfrakturen und zusätzlicher Abrissfraktur des Tuber ischiadicum überwiegend gute (76 %) Therapieerfolge nach, obwohl sie eine Pseudarthrosenrate von 75 % berechnete. Weitere 14 Tiere (14 %) erzielten befriedigende und neun (9 %) Katzen unbefriedigende Ergebnisse .

Auch in der Untersuchung von NAKASALA-SITUMA (1979) wurden in 53 % der Fälle Pseudarthrosen bei Hunden festgestellt, die konservativ therapiert wurden. Die Ergebnisse bei konservativ versorgten Sitzbeinfrakturen waren in 62 % der Fälle gut, in 23 % befriedigend und in 15 % der Fälle unbefriedigend. Nur drei Hunde erhielten eine chirurgische Frakturversorgung mittels Drahtzuggurtung oder Zugschraube. Alle diese Patienten erzielten gute Ergebnisse in der Nachkontrolle. VOGEL (1986) wies ebenfalls bei chirurgisch versorgten Ischiumfrakturen (2/3 Hunde; 67 %) gute Therapieergebnisse nach. Nur bei einem Patienten lag behandlungsabhängig ein unbefriedigendes Therapieergebnis vor (33 %). In zwei Studien, bei denen Pubis- und Ischiumfrakturen bei Katzen ausschließlich konservativ behandelt wurden, fielen die Therapieergebnisse in 76,4–93,2 % gut aus (Böhmer, 1985; Strohbach, 2007).

Ischiumfrakturen werden mit Hilfe von Platten, intramedullären Pins oder Zerklagen stabilisiert (Piermattei et al., 2006; Fossum, 2007). Durch zusätzliches Anlegen einer interfragmentären Naht oder Drahtzuggurtung wird das frühzeitige Auswandern der Pins verhindert und für Stabilität gesorgt (Messmer, 1995; Pier-

mattei et al., 2006). Avulsionsfrakturen der Sitzbeinhöcker können mit zwei Zugschrauben fixiert werden (DeCamp, 2012), oder es werden zwei Nägel verwendet, die durch eine Drahtschlinge in Achtertouren mit einer senkrecht in die Tabula ossis ischii gesetzten Schraube verbunden sind (Betts, 1993; Messmer, 1995). KIPFER und MONTAVON (2011) untersuchten in ihrer Studie mit zehn Katzen die Therapieerfolge von chirurgisch mittels Rekonstruktionsplatten versorgten Pubis- und Ischiumfrakturen und einer Symphysiolyse, die durch eine Hemizerklage stabilisiert wurde. Alle Katzen waren nach fünf Tagen gehfähig und 70 % der Tiere zeigten in der Langzeitkontrolle weder Lahmheiten noch neurologische Defizite. Zwei Katzen (20 %) waren dolent bei Palpation im Bereich der Implantate und ein Tier (10 %) hatte neurologische Defizite.

2.3.6. Therapie bei Beckensymphysiolysen

In den meisten Fällen der Symphysiolyse wird ein konservatives Management empfohlen. Dieses beinhaltet eine adäquate Analgesie des Patienten und gegebenenfalls das Anlegen von Fußfesseln, wodurch das Adduktionsdefizit ausgeglichen werden kann (Eaton-Wells et al., 1990; Strohbach, 2007).

BÖHMER (1985) konnte in ihren Langzeitkontrollen selbst bei hochgradig dislozierten Symphysenfrakturen eine annähernd physiologische Stellung der Knochen und somit ein gutes Resultat nachweisen.

Wählt man eine chirurgische Versorgung, erfolgt diese über einen ventralen Zugang am Becken. Üblicherweise werden Drahtzerklagen und Drahtnähte zur Fixation verwendet (Betts, 1993; Matis et al., 1993; Tomlinson, 2003; Piermattei et al., 2006; Kipfer und Montavon, 2011). Daten über den Erfolg im Vergleich zur konservativen Therapie liegen nicht vor.

2.4. Richtlinien zur Therapie multipler Beckenverletzungen

Aufgrund der starren schachtelähnlichen Struktur des Beckens wird im Falle von zwei Frakturen durch die anatomisch korrekte Stabilisierung des einen Bruches gleichzeitig die Begleitfraktur zufriedenstellend reponiert (Tarvin, 1983; Vogel, 1986; Brinker et al., 1997; DeCamp, 2012).

Daraus ergibt sich, dass bei multiplen Frakturen nicht jeder einzelne Bruch chirurgisch versorgt werden muss (Vogel, 1986). Dennoch ist es wichtig, darauf zu

achten, dass der Beckenkanaldurchmesser aufrecht erhalten und die gewichttragenden Elemente stabilisiert werden (Tarvin, 1983). Dementsprechend werden vorrangig Luxationen im Iliosakralgelenk bzw. Darmbein- und Azetabulumfrakturen operativ versorgt (Brinker und Braden, 1984; Vogel, 1986; Brinker et al., 1997).

Bei Kombinationen von ipsilateralen Darmbein-, Schambein- und Sitzbeinfrakturen genügt es den Bruch am Darmbein zu versorgen (Brinker et al., 1997; Piermattei et al., 2006). Die restlichen Frakturen werden dadurch zufriedenstellend gerichtet. Dieser Grundsatz gilt auch bei Mehrfachfrakturen, die bilateral vorkommen (Vogel, 1986; Brinker et al., 1997; Piermattei et al., 2006). Bei der Frage, ob bilaterale Mehrfachfrakturen in einer Operation oder in zwei unterschiedlichen Sitzungen therapiert werden sollen, gehen die Meinungen in der Literatur auseinander. Liegen zum Beispiel bei einem Hund einerseits Darmbein-, Schambein- sowie Sitzbeinfrakturen und andererseits Iliosakralgelenkluxationen, Sitzbein- und/oder Schambeinfrakturen vor, so wird die Darmbeinfraktur mit einer Platte und die kontralaterale Diastase mittels zweier Zugschrauben versorgt (Vogel, 1986; Brinker et al., 1997; Piermattei et al., 2006). Treten die Darmbeinfraktur und die Diastase ipsilateral auf, so werden die zwei kranialen Plattenschrauben in das Kreuzdarmbeingelenk eingesetzt, wo sie als Kompressionschrauben fungieren (Vogel, 1986).

2.5. Prognose, Komplikationen und mögliche Spätschäden

Grundsätzlich sind die Heilungschancen von Beckenfrakturen und -luxationen, abhängig von der Lokalisation und vom Schweregrad, bei Hunden und Katzen als günstig einzustufen (Böhmer, 1985). Es gibt jedoch viele verschiedene Faktoren, die Komplikationen erzeugen und somit den Verlauf der Frakturheilung sowie die Dauer der klinischen Rehabilitation beeinflussen können (Strohbach, 2007).

Das Alter des Patienten, der Ernährungszustand, bestehende Vorerkrankungen, Infektionen und Durchblutungsstörungen sowie das Ausmaß der Begleitverletzungen und die durch sie hervorgerufenen Komplikationen geben wichtige prognostische Hinweise (Überreiter, 1928; Böhmer, 1985; Strohbach, 2007). Gleichzeitig bestimmt die Art der Beckenfraktur mit ihrer Morphologie den Heilungsverlauf. Zu den steuerbaren Einflussfaktoren zählen die Therapiewahl, der Zeit-

punkt der chirurgischen Versorgung, die Art der Reposition und Fixation der Fraktur, die iatrogene Traumatisierung des Weichteilgewebes, Aseptik sowie die postoperative Ruhigstellung (Matis et al., 1993; Strohbach, 2007). Nachdem der Patient stabilisiert wurde, sollten die Frakturen optimalerweise innerhalb von sieben bis zehn Tagen chirurgisch versorgt werden. Eine zunehmende Kontraktion der Muskulatur sowie die Fibrosierung des Gewebes erschweren die Reposition und erhöhen das Risiko iatrogenen Traumatata, wie Nervenläsionen (Matis et al., 1993; DeCamp, 2012).

Frühkomplikationen treten vor einer Versorgung beispielsweise bei stark dislozierten Darmbeinkörperfrakturen auf, die infolge der Einklemmung oder Schädigung des Nervus ischiadicus zu einer Lähmung der Hintergliedmaße führen (Böhmer, 1985). Beschwerden beim Kotabsatz treten wegen ihrer Schmerzhaftigkeit vermehrt in den ersten Wochen nach der Operation von Beckenfrakturen auf. Eine engmaschige Überwachung der Patienten ist wichtig um Koprostasen zu verhindern (Miller, 2002). Zu den Spätkomplikationen gehören Einengungen des Beckenkanals, die infolge einer in Fehlstellung konsolidierten Beckenfraktur oder einer übermäßigen Kallusbildung sowohl nach operativer als auch nach konservativer Therapie auftreten können (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985). Chronische Obstipationen und Geburtsstörungen bei weiblichen Tieren stellen daraus folgende Komplikationen dar (Böhmer, 1985; Betts, 1993; DeCamp, 2005). Als gastrointestinale Langzeitkomplikation kann sich durch Schädigung der Darminnervation ein Megakolon entwickeln (Bookbinder und Flanders, 1992; Denny und Butterworth, 2000; Lanz, 2002). Weitere Komplikationen äußern sich in Form von veränderten Gangbildern und Lahmheit, die auf Schmerzen hinweisen und die Folge orthopädischer und neurologischer Einschränkungen sein können (DeCamp, 2005; Strohbach, 2007).

Zu den radiologisch erfassbaren Spätschäden gehören neben Arthrosen auch Pseudarthrosen und Ankylosen, die Schmerzen und Lahmheiten nach sich ziehen können. Als Arthrose wird grundsätzlich eine degenerative, primär nicht entzündliche Gelenkerkrankung bezeichnet, die besonders nach Azetabulum- oder Iliumfrakturen beobachtet wird (Böhmer, 1985; Dietz, 2004; Fossum, 2007). Nach konservativ behandelten Azetabulumfrakturen oder bei nicht stufenloser Rekonstruktion des Hüftgelenkes kommt es zur Hypertrophie der Gelenkknochenränder. Es

folgen daraus Formveränderungen der artikulierenden Gelenkflächen, die zur Beeinträchtigung der Gelenkfunktion führen (Dietz, 2004; Fossum, 2007). Es wurden bei Katzen Arthroseraten von 32,1 % und bei Hunden von 18,2 % beschrieben (Strohbach, 2007; Diehm, 2016). STROHBACH (2007) wies bei Iliumfrakturen eine Arthroserate von 15 % und bei Azetabulumfrakturen von 65 % nach.

Ankylosierung entstehen nach dem Verwachsen von Knochengewebe infolge von Zusammenhangstrennungen, wodurch es zur fibrösen oder osseären Versteifung von Gelenken kommt. Zugrunde liegen beispielsweise Entzündungsvorgänge oder Frakturen. Diese Veränderung geht mit einem Funktionsverlust der Gelenke einher, woraus Bewegungseinschränkungen mit möglichen Schmerzen für die Patienten folgen können (Dietz, 2004; Pschyrembel, 2004; Fossum, 2007). Durch die chirurgische Versorgung von Iliosakralgelenksluxationen wird eine künstliche Arthrodesen geschaffen, weshalb in 79 % dieser Fälle Ankylosen entstanden (Strohbach, 2007). Allerdings traten bei konservativ therapierten Katzen nur geringgradig seltener Ankylosen (68 %) auf (Strohbach, 2007). Zusätzlich können arthrotische Zubildungen beobachtet werden (Böhmer, 1985).

Bei Hunden und Katzen betreffen Pseudarthrosen am Becken meistens das Os ischii (28 %), das Os pubis (16 %) und die Beckensymphyse (28 %) (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Strohbach, 2007). Sie entstehen infolge einer unzureichenden Annäherung zweier Frakturrenden durch knöcherne Konsolidierung im Zeitraum von sechs Monaten oder länger (Pschyrembel, 2004). Die Gründe für das Auftreten sind meist biomechanische Faktoren, zu denen Dislokation oder Distraction im Frakturgebiet, sowie unzureichende Ruhighaltung während der Heilungsphase, verzögerte Kallusbildung oder Gewebeverlust zählen (Pschyrembel, 2004). Am häufigsten werden sie nach Frakturen des Os ischii beobachtet, wobei sowohl Corpus als auch Tabula ossis ischii betroffen sein können. Die höchste Pseudarthrosefrequenz (58 %) wurde bei Abrissen und Apophysiolysen des Tuber ischiadicum dokumentiert. Insgesamt 45 % der betroffenen Tiere zeigten reproduzierbare Druckdolenzen bei den Spätkontrollen, aber keine davon verursachte eine Lahmheit oder Muskelatrophie (Strohbach, 2007). Die Entwicklung degenerativer Gelenkerkrankungen aufgrund der Beckenbrüche trat in der Untersuchung von STROHBACH (2007) bei 32 % der Katzen auf. Zusätzliche arthrotische Veränderungen, die durch begleitende Frakturen im Zuge des Traumas ent-

standen, waren mit 10 % repräsentiert (Strohbach, 2007).

VOGEL (1986) erfasste bei insgesamt 24 % seiner untersuchten Hunde mit chirurgischer Versorgung Langzeitkomplikationen. Am häufigsten kam es zu Implantatlockerungen bzw. -ausrissen (27 %) mit daraus folgender Instabilität. Besonders oft betroffen waren chirurgisch versorgte Sitzbeinfrakturen bei Hunden (67 %), gefolgt von Iliosakralgelenksluxationen (50 %), Azetabulum- und Iliumfrakturen (je 9 %). Auch STROHBACH (2007) beobachtete implantatbezogene Komplikationen bei 16 % der Katzen. Sie wies keine Implantatlockerung bei Ischiumfrakturen nach, jedoch in 33 % der Fälle bei Ilium- und in 13 % der Fälle bei Azetabulumfrakturen. Eine reversible Neurapraxie konnte bei 17 % und postoperative Infektionen konnten bei 4 % der Hunde festgestellt werden (Vogel, 1986).

3. Klassifikationsmodelle für Beckenfrakturen

Klassifikationen dienen dem Zweck Gruppen von Frakturen festzulegen, die in Bezug auf ihre Morphologie und die Prognose ähnlich sind. Dabei werden therapeutisch und prognostisch relevante Faktoren erfasst, wodurch eine Hilfestellung bei der Therapiewahl gegeben wird (Andermahr und Knupp, 2011). Die Einteilungen sollen möglichst unkompliziert sein, um vergleichbare Therapieergebnisse zu erhalten (Schlickewei, 1996). Das Ziel ist ein einheitliches Konzept zur Frakturversorgung, das dazu beiträgt die Ergebnisse der unterschiedlichen Behandlungsmethoden vergleichbar zu machen (Schlickewei, 1996)

Um eine therapieorientierte Gliederung zu erarbeiten, helfen genaue Beschreibungen von Frakturen sowie ihrer Eigenschaften (Gasche, 2006). Zu den Einteilungskriterien gehören beispielsweise das Alter der Fraktur, der Grad der Zusammenhangstrennung, Frakturtyp, Verlauf der Bruchlinien, Grad der Dislokation, die Anzahl der Fragmente sowie angrenzende Weichteilschäden (Unger et al., 1990; Messmer, 1995). Die AO-Klassifikation der Humanmedizin wurde von der Gemeinschaft für Osteosynthesefragen erarbeitet. Sie liefert eine weltweit eindeutige Beschreibung von Frakturen am menschlichen Skelett und eine Einteilung nach Knochensegmenten (Gasche, 2006). Bei dem Kodierungssystem wird jeder Fraktur ein Zahlen-Buchstaben Code zugeordnet. Die Klassifikation ist die Basis für eine standardisierte Frakturbehandlung und besitzt weltweit Gültigkeit (Messmer,

1995; Gasche, 2006). Die Anwendbarkeit der AO-Klassifikation an Frakturen in der Tiermedizin untersuchte erstmals UNGER et al. (1990). Ein vierstelliger alphanumerischer Code beschreibt mit seinen zwei ersten Stellen die Frakturlokalisierung und mit den letzten beiden Stellen die Morphologie. Bei der Frakturmorphologie kann eine Charakterisierung in drei Schweregrade erfolgen, die in aufsteigender Reihenfolge genannt werden (Unger et al., 1990).

3.1. Klassifikationen für Beckenfrakturen allgemein

Das Leitmerkmal in der Arbeit von DAVID aus dem Jahr 1969 bezieht sich auf die Kontinuität des Beckenrings, woraus eine Unterscheidung zwischen Beckenrand- und Beckenringfrakturen entsteht. Bei den Beckenringfrakturen kommt es zur Verletzung gewichttragender Bereiche, wodurch die annuläre Struktur des Beckens zerstört und die Statik nachhaltig beeinträchtigt wird. Im Gegensatz dazu bleibt die Kontinuität des Beckenringes bei Randfrakturen unversehrt und die Statik erhalten (David, 1969).

Die Bruchlokalisierung spielt bei BOOKBINDER und FLANDERS (1992) die entscheidende Rolle für eine Schematisierung. Dabei wird die Bruchstelle am Becken erfasst und durch morphologische Eigenschaften bzw. die Fragmentzahl näher beschrieben. Auch PRIEUR (1992) ordnete Frakturen nach ihrer Lokalisation und den Kombinationsmöglichkeiten, wobei er die Frakturen in einem vierstelligen Code darstellte. Es werden Beckenringverletzungen und Avulsionsfrakturen hervorstehender Knochensegmente sowie Azetabulumfrakturen in Kombination mit Beckenringverletzungen erfasst. Die erste Zahl definiert die Lokalisation am Tierkörper, die zweite kodiert die Azetabulumfraktur und die letzten beiden Zahlen stehen für die Beckenringfrakturen. Treten Avulsionsfrakturen einzeln auf, bekommen diese eine eigene Codierung (Prieur et al, 1990; Prieur, 1992).

Im Jahr 1993 erarbeitete BETTS anhand eines humanmedizinischen Schemas ein Klassifikationssystem für Tiere, bei dem die Stabilität des Beckens und auftretende Weichteilverletzungen im Vordergrund stehen. Es besteht aus drei Gruppen von Frakturtypen, wobei die erste Gruppe (Typ-1-Frakturen) Trümmerfrakturen beinhaltet, bei denen mindestens drei der sechs Hauptknochen betroffen sind. Eine chirurgische Versorgung ist aufgrund der Instabilität, des großen Blutverlustes und der meist schweren Weichteilverletzungen obligat (Betts, 1993). Zu den Typ-

2-Frakturen zählen Segmental-, Azetabulum- oder aufgeklappte Frakturen, sogenannte Open-Book-Frakturen, mit Beteiligung der Symphysis pubica und mindestens einem kaudalen Segment. Da diese Frakturen alle instabil sind, ist auch hier eine operative Intervention notwendig. Den Typ-3-Frakturen werden stabile Brüche mit geringer Weichteilverletzung zugeordnet. Sie heilen bei konservativer Therapie zufriedenstellend (Betts, 1993; Messmer, 1995).

EATON-WELLS et al. (1990) kategorisierten Beckenfrakturen nach der Art der Therapie. Konservativ behandelt werden dabei Frakturen oder Zusammenhangstrennungen, die ohne oder mit nur geringer Einengung des Beckenkanals, ohne Beteiligung der Hüftgelenke und ohne eine Instabilität einhergehen. Frakturen, die konservativ versorgt werden können, bei denen jedoch eine operative Behandlung empfohlen wird, sind Brüche mit deutlicher Beckenkanaleinengung, Instabilität im Hüftgelenk sowie Frakturen mit Beteiligung des Azetabulums oder des Iliosakralgelenkes (Messmer, 1995). Liegen multiple Frakturen mit starker Deformation und schweren Weichteilverletzungen vor, ist eine offene Reduktion und interne Fixation zwingend nötig (Eaton-Wells et al., 1990).

3.2. Klassifikation von Beckenfrakturen nach MESSMER (1995)

Als Grundlage dienten die Röntgenbilder von 556 Hunden und Katzen mit Beckenfrakturen, die über einen Zeitraum von zehn Jahren (1983-1993) im Archiv des Kantonalen Tierspitals der veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Zürich gesammelt wurden. Es wurden nur die Röntgenbilder ausgewählt, bei denen die Frakturlinienverläufe in zwei Ebenen darstellbar waren. Anschließend entstanden daraus Schemazeichnungen zur Erstellung eines Arbeitsblattes mit definierten Einteilungen (Messmer, 1995).

Die im Jahr 1995 von MESSMER entwickelte Beckenfrakturklassifikation entstand in Anlehnung an die AO-/ASIF-Klassifikation. Ihrem Prinzip zufolge wurde den Frakturen ein fünfstelliger alphanumerischer Code zugeordnet. Dabei steht die erste Ziffer (6) für das Becken. Die folgenden beiden Stellen codieren die Lokalisation des Bruches. Die zweite Ziffer beschreibt die Beteiligung von nicht gewichttragenden (Gruppe 1) bzw. gewichttragenden Beckenanteilen (Iliosakralgelenk, Ilium, Azetabulum), wobei die gewichttragenden Elemente in unilateral (Gruppe 2) und bilateral (Gruppe 3) gegliedert werden. Die dritte Codestelle (A-

C) legt, abhängig von ihrem Schweregrad, die Lokalisation fest (61A = Beckenrandfrakturen, 61B = Beckenbodenfrakturen, 61C = Frakturen des Sitzbeinkörpers, 62A/63A = einseitige/beidseitige Iliosakralgelenksluxation, 62B/63B = einseitige/beidseitige Darmbeinschaftfraktur, 62C/63C = einseitige/beidseitige Azetabulumfraktur). Zusätzlich wird jede Fraktur abhängig von ihrer Morphologie mit einer bis vier weiteren Codestellen klassifiziert. Bei zusätzlicher Fraktur des Os sacrum erhält der alphanummerische Code eine 5 angehängt. Eine genaue Klassifikation von Frakturen des Os sacrum erfolgt bei dieser Einteilung nicht. Ebenfalls nicht mit in die Auswertung flossen Absprengungen des dorsalen Azetabulumrandes ein, die als Begleitverletzungen bei Femurluxationen eingestuft wurden. Im Folgenden werden die Gruppierungen zusammengefasst.

Gruppe I: Beckenfrakturen ohne Beteiligung gewichttragender Elemente

- A – Beckenrandfrakturen
- B – Beckenbodenfrakturen
- C – Sitzbeinkörperfrakturen

Gruppe II: Beckenfrakturen mit einseitiger Beteiligung gewichttragender Elemente

- A – Iliosakralgelenksluxation
- B – Darmbeinschaftfraktur
- C – Azetabulumfraktur

Gruppe III: Beckenfrakturen mit beidseitiger Beteiligung gewichttragender Elemente

- A – Iliosakralgelenksluxation
- B – Darmbeinschaftfraktur
- C – Azetabulumfraktur

Die unten stehende Abbildung zeigt das Klassifikationsschema von MESSMER (1995):

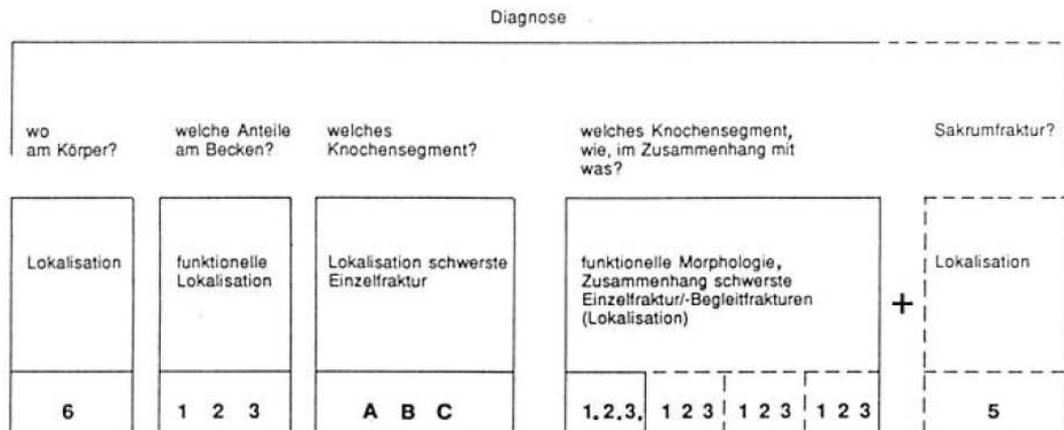


Abbildung 1: Darstellung des Klassifikationsschemas nach Messmer (1995)

Das Klassifikationssystem basiert, unter Berücksichtigung zuvor beschriebener Grundlagen, auf drei großen Gliederungsgruppen. Die Gruppe 1 bilden Beckenfrakturen ohne Beteiligung gewichttragender Elemente, wozu A) Rand-, B) Beckenboden- und C) Sitzbeinkörperfrakturen zählen. Die Auflistung erfolgt in aufsteigender Reihenfolge des Schweregrades. Rund elf Prozent der 556 Tiere aus der Untersuchung von Messmer fallen in diese Gruppe. Frakturen mit einseitiger Beteiligung gewichttragender Elemente des Beckenrings werden der Gruppe 2 zugeordnet. Zu ihr zählen Luxationen im Iliosakralgelenk sowie Darmbeinschaft- und Azetabulumfrakturen mit zunehmendem Schweregrad. Mit einem Anteil von 52 % der Tiere kann dieser Gruppe der größte Anteil zugeordnet werden. Der Gruppe 3, mit beidseitiger Beteiligung gewichttragender Anteile, werden die gleichen Untergruppen zugewiesen wie Gruppe 2. Insgesamt 37 % der Hunde und Katzen erlitten Frakturen, die dieser Gruppe zugeordnet werden können (Messmer, 1995).

Grundsätzlich wird nach der Frakturlokalisierung der betroffenen Region unterschieden. Es ergeben sich elf Segmente bestehend aus Os ilium, Os ischii, Os pubis, Azetabulum und Iliosakralgelenk der jeweiligen Seite sowie der Beckensymphyse. Da das Os sacrum einen eigenständigen Knochen darstellt, werden Frakturen desselben nur zahlenmäßig aufgenommen. Beim Auftreten von Absprengfrakturen des Sakrumquerfortsatzes in Kombination mit Iliosakralgelenkluxationen wurden diese jedoch näher definiert (Messmer, 1995).

In der Arbeit von MESSMER (1995) werden Verletzungen des Iliosakralgelenkes (62A/63A) erfasst, welche direkt die Gelenkfläche betreffen. Dazu zählen Öffnungen des Iliosakralgelenkes nach lateral, Dislokationen in der Sagittalebene und Rotationen im Iliosakralgelenk. Die Einordnung erfolgt anhand des Grades der sagittalen Dislokation, die auf ventrodorsalen Röntgenaufnahmen gemessen wurde. Eine geringe Iliosakralgelenksluxation liegt vor, wenn die Verschiebung weniger als 50 % der Länge der Gelenkfläche beträgt. Wenn die Dislokation zwischen 50 % und 100 % liegt, handelt es sich um eine mittelgradige, und bei 100 % sagittaler Dislokation um eine hochgradige Luxation.

Neben ihrer Lokalisation wurden Frakturen nach dem Grad der Komplexität beschrieben. Dieser umfasst die Einteilung in einfache und multiple Frakturlinien unter Berücksichtigung ihres Dislokationsgrades. Im Allgemeinen erfolgt die Dislokation in drei Stufen, von gering (1-3 mm) über mittel (3-5 mm bzw. bis zum Fehlen des knöchernen Kontaktes) bis stark (kein knöcherner Kontakt).

Das Darmbein (62B/63B) wird in zwei Teile untergliedert, wobei die Ala ossis ilii getrennt vom Corpus ossis ilii beurteilt werden. Die Darmbeinflügelfrakturen umfassen Abspaltungen kranial des Iliosakralgelenkes und zentral der Iliosakralgelenksfläche. Der Darmbeinschaft wird in drei Teile geteilt. Zusätzlich werden die Frakturen ihrem Verlauf entsprechend dem jeweiligen Abschnitt zugeordnet, welcher hauptsächlich betroffen ist. Auf Grundlage ihres Linienverlaufes werden Darmbeinsäulenfrakturen als quer, schräg und lang schräg charakterisiert (Messmer, 1995).

Die Klassifizierung von Azetabulumfrakturen (62C/63C) basiert auf der Einteilung in drei gleichgroße Abschnitte, wodurch ein kraniales, zentrales und kaudales Drittel entsteht. Frakturiert das Azetabulum multipel und bricht dabei ein Zwischensegment aus, wird es als Segmentalfraktur benannt. Brüche der Wachstumsfugen bezeichnet man als Fugenfrakturen. Durch Messungen der Frakturspaltweite ergeben sich unterschiedliche Stufen der Dislokation. So gelten Stufen- bzw. Spaltbildungen von bis zu 2 mm bei der Katze und 3 mm beim Hund als geringgradig, zwischen 2 bzw. 3 mm bis 5 mm als mittelgradig und über 5 mm als hochgradig (Messmer, 1995).

Die Beschreibung von Beckenbodenfrakturen (61A/61B/61C) richtet sich nach

den beteiligten Knochensegmenten und der Kontinuität zwischen den beiden Hemipelven (Messmer, 1995). Beim Os ischii wird der Sitzbeinkörper näher betrachtet und ähnlich wie das Corpus ossis ilii, jedoch ohne die Zuordnung langer Schrägfrakturen, beschrieben. Andererseits erfolgt eine Zusammenfassung von Frakturen der Sitzbeintafeln sowie des Sitzbeinastes. Die Dislokation bei Ausrisen der Tuber ischiadica mit bis zu drei Millimetern gilt als gering und darüber hinaus als stark (Messmer, 1995).

Um die Einengung des Beckenkanals durch ein Knochenfragment zu ermitteln, wurden Röntgenaufnahmen des Beckens im ventrodorsalen Strahlengang ausgewertet. MESSMER (1995) hat mit einer Linie X den Abstand der beiden Femurkopfmittelpunkte gemessen und ermittelte die senkrecht dazu verlaufende Strecke durch den medialsten Punkt des dislozierten Fragmentes. Der Abstand zwischen dem Femurkopf-Mittelpunkt der betroffenen Seite und dem Schnittpunkt der Senkrechten wurde als Strecke Y in Relation zur Gegenseite gesetzt. Eine relative Verringerung unter 20 % wird als geringe Kanaleinengung definiert. Liegt sie zwischen 20 % und 40 %, wird sie als mittel und bei mehr als 40 % als starke Einengung bezeichnet (Messmer, 1995).

Die Morphologie wird durch die Komplexität der Frakturkonfiguration, die Schwierigkeit bei der Behandlung und schließlich die Prognose näher beschrieben, wobei die Nummerierung aufsteigend erfolgt. Damit sind Rückschlüsse auf den Schweregrad der Fraktur (von leicht bis schwer) und die Prognose (von gut bis ungünstig) möglich (Messmer, 1995). Ziel der Arbeit war es außerdem eine Klassifikation zu erarbeiten, die Realitätsbezug, Anwenderfreundlichkeit und Praxis-tauglichkeit besitzt. Insgesamt entstanden aus den neun Hauptgruppen 99 Kombinationsmöglichkeiten der Beckenfrakturen mit morphologischen und topografischen Eigenschaften.

3.3. Klassifikationen für Azetabulumfrakturen

Durch RIEGER (1956) wurde bereits sehr früh ein Klassifikationssystem für Azetabulumfrakturen bei Hund und Katze geschaffen, in dem die Einteilung nach der Bruchlokalisation und dem Grad der Fragmentdislokation erfolgt. Später entstand durch HULSE (1983) eine Gliederung mit Unterscheidung von einfachen kranialen, zentralen und kaudalen Frakturen sowie Trümmerfrakturen. Dieses Schema

wurde durch die zusätzliche Angabe vom Dislokationsgrad bei BUTTERWORTH et al. (1994) erweitert. Unter Berücksichtigung der Begleitumstände entwickelten EATON-WELLS et al. (1990) ein System mit vier Schweregraden, welche durch die Dislokationsstärke, Begleitverletzungen, den Frakturcharakter und angewandte Behandlungsmaßnahmen definiert wurden.

Ein spezielles Erscheinungsbild kann bei Rennhunden auftreten, deren Gelenkpfanne belastungsinduziert frakturieren kann (Wendelburg et al., 1988). Die Bruchlinie verläuft bei diesen Hunden typischerweise von kaudodorsal durch das kaudale Drittel des Azetabulums nach kranioventral in das Ilium. Zusätzlich zweigt sich nach kaudodorsal eine Linie ab, die durch die Incisura acetabuli hindurch zieht und so die Form eines umgedrehten Y bildet (Wendelburg et al., 1988).

3.4. Klassifikationen von Sakrumfrakturen

Für Sakrumfrakturen existieren zwei verschiedene Einteilungssysteme. Nach KUNTZ et al. (1995) werden anhand ihrer Lokalisation axiale (Frakturen medial der Foramina sacralia und ventral des Processus spinosus) von abaxialen Sakrumfrakturen (Frakturen lateral der Foramina sacralia und Frakturen des Processus spinosus) unterschieden.

ANDERSON und COUGHLAN (1997) kategorisieren fünf Frakturtypen. Alare oder Typ-I- Frakturen entsprechen Absprengungen der Ala ossis sacri. Längs- bzw. Schrägfrakturen durch die Foramina sacralia beschreiben den Typ-II. Die Typ-III- oder Transversalfrakturen verlaufen durch den kaudalen Teil des Os sacrum. Zu den Typ-IV-Frakturen gehören knöcherne Ausrisse der kaudalen Knochenvorsprünge, auch Avulsionsfrakturen genannt. Der Typ-V definiert Trümmerbrüche.

III. MATERIAL UND METHODE

1. Ziel und Entwicklung der Frakturklassifikation

Ziel der vorliegenden Arbeit war es eine Klassifikation für Beckenfrakturen zu erstellen und die tierartlichen Unterschiede bei Hunden und Katzen herauszuarbeiten. Außerdem sollten die Behandlungsergebnisse der versorgten Beckenfrakturen bei Hund und Katze nachkontrolliert werden. Es galt zu prüfen, ob eine Vergleichbarkeit der verschiedenen Frakturen nach ihrem Schweregrad, der Versorgung und dem Behandlungsergebnis möglich ist. Anhand der Population nachkontrollierter Tiere wurde untersucht wie die Ergebnisse der gewählten Therapien in den Langzeitkontrollen ausfallen. Zusätzlich wurden den Therapieerfolg beeinflussbare Faktoren, wie Begleitverletzungen und aufgetretene Komplikationen, berücksichtigt. Alle Ergebnisse wurden zwischen Hunden und Katzen verglichen. Aufgrund der Variabilität der Frakturkombination galt es zu prüfen, ob überhaupt eine praktikable und anwenderfreundliche Klassifikation erstellt werden kann und es möglich ist aus dieser Einteilung eine Aussage über die Prognose treffen zu können.

Als Grundlage für die Erstellung der Beckenfrakturklassifikation diente die Unterscheidung von nicht gewichttragenden und gewichttragenden Beckensegmenten, wobei die Einteilung in Beckenrand- und Beckenringfrakturen ebenfalls berücksichtigt wurde. Das Os sacrum als eigenständiger Knochen gehört nicht direkt zum Beckenring, wird jedoch über ein straffes Gelenk mit dem Os ilium verbunden. Frakturen dieses Knochens werden aufgeführt, da sie häufig mit Beckenfrakturen assoziiert sind. Ausgangspunkt für die Erfassung aller Frakturen waren Röntgenbilder des Beckens in laterolateralem und dorsoventralem bzw. ventrodorsalem Strahlengang. Im Fall von Azetabulumfrakturen wurden zusätzlich Bilder im schrägen Strahlengang von 20–45 Grad angefertigt. Die Auswertung wurde stets durch dieselbe Person durchgeführt. Bei der Datenerhebung wurden die einzelnen oben genannten Abschnitte des Beckenknochens betrachtet und auf die Frakturhäufigkeit je Segment untersucht. In München stand ein digitales Röntgengerät vom Typ Axiom luminos dRF von Siemens zur Verfügung und in Hannover ein analoges Röntgengerät vom Typ Optimus 50 der Firma Philips.

Für die Auswertung der digitalen Röntgenbilder konnten die Radiologie-Tools des DicomPACS®vet (Oehm und Rehbein) genutzt werden. Hierbei war es möglich genaue Messungen durchzuführen, die durch die standardisierte Lagerung eine gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse zuließ. Die Hardcopies der Hannoveraner Patienten wurden am Röntgenbildbetrachter den gleichen Messungen, nur mit Lineal und Winkelmesser, unterzogen. Bei der Beurteilung des Dislokationsgrades von Iliosakralgelenksluxationen wurde in der ventrodorsalen Röntgenaufnahme die Verschiebung der Sagittalebene in Relation zur Facies articularis gesetzt und in drei Schweregrade unterteilt. Das Azetabulum wurde in drei gleich große Abschnitte gegliedert, wodurch die Einteilung in kranial, zentral und kaudal erfolgte. Zur topografischen Einordnung von Ilium-, Ischium- und Pubisfrakturen wurde die anatomische Bezeichnung der jeweiligen Segmente für die Beschreibung genutzt. Bei den Sakrumfrakturen wurde zwischen axialen und abaxialen Frakturen unterschieden, wobei die Foramina sacralia als anatomische Begrenzung dienten. Diese Daten wurden bei allen Patienten ausgewertet und numerisch codiert in einer Microsoft Excel-Tabelle aufgelistet.

Zu Beginn wurde bei allen 355 Patienten ein Protokoll über die frakturierten oder luxierten Beckenbereiche (Iliosakralgelenk, Os sacrum, Os ilium, Azetabulum, Os pubis, Os ischii, Symphysis pelvina) erstellt. Hierbei wurde numerisch mittels „null“ und „eins“ erfasst, ob ein Beckenabschnitt frakturiert/luxiert („eins“) war oder nicht („null“). Diese grobe Einteilung wurde verfeinert, indem sie durch die Topografie (uni- oder bilateral), Frakturlinienverläufe und Komplexität der Fraktur bzw. den Dislokationsgrad erweitert wurde. Es folgte die Berechnung der Frakturhäufigkeit pro Beckensegment sowie Darstellung der häufigsten Frakturkombinationen unabhängig von der Tierart. Die häufigsten Kombinationen wurden in Gruppen zusammengefasst. Unter dem Aspekt das vielseitige Material so zu ordnen, dass Schweregrad, Versorgungsmethode und Prognose abgeleitet werden können, erfolgte eine Gliederung nach der Häufigkeit verletzter Beckensegmente. Die Klassifikation wurde nach einem alpha-numerischen Codierungssystem aufgebaut. Die übergeordnete Einteilung durch die Buchstaben „A“ bis „D“ beinhaltet Informationen über die Anzahl verletzter gewichtstragender Elemente von null (=A), eins (=B), zwei (=C) bis drei (=D). Alle Patienten wurden in die vier Kategorien eingeteilt. Innerhalb dieser Gruppen wurden die verletzten Be-

ckensegmente numerisch in aufsteigender Reihenfolge aufgeführt. Begonnen wurde kranial am Becken mit dem Iliosakralgelenk und dem Os sacrum, gefolgt vom Os ilium und dem kaudal gelegenen Azetabulum. Zusätzliche Informationen über Frakturen des Beckenbodens bzw. Beckenrandfrakturen bei den Gruppen B bis D sollten die Buchstaben „a“ und „b“ geben. Dabei codiert „a“ Beckenbodenfrakturen und „b“ keine Beckenbodenfrakturen. Im Anschluss wurden alle Frakturkombinationen grafisch dargestellt (siehe Anhang Abbildung 7).

2. Eigene Klassifikation von Beckenfrakturen

2.1. Kriterien für die eigene Klassifikation

Als Ausgangspunkt für die Klassifikation diente die Einteilung in die zwei Hauptgruppen – gewichttragende und nicht gewichttragende Beckensegmente. Dabei wurden Beckenrandfrakturen zu den nicht gewichttragenden Abschnitten gezählt. Sie bilden die erste Gruppe der Klassifikation, in der die Frakturlokalisierung (uni- oder bilateral) aufgenommen wurde. Eine spezielle Benennung einzelner Beckenknochen erfolgte nicht. Auch Trennungen der Beckensymphyse werden dieser Gruppen zugeordnet. Daraus ergibt sich Gruppe A, zu der folgende Frakturen zählen:

- Os pubis
- Os ischii
- Ala ossis ilii – Frakturen
- Avulsion Tuber coxae oder Tuber ischiadicum
- Symphysentrennung

Danach erfolgte die Einteilung von Frakturen der gewichttragenden Anteile des Beckenringes, die mit Beckenrandfrakturen vergesellschaftet sein konnten. Im Gegensatz zu anderen Klassifikationen werden Frakturen vom Os sacrum mit aufgenommen. Die Aufzählung der vier primär betroffenen und bilateral vorkommenden Strukturen begann anatomisch von kranial nach kaudal und aufsteigend nach ihrem Schweregrad: Iliosakralgelenk, Os sacrum, Os ilium und Azetabulum. Je nachdem wie viele dieser Segmente (eins, zwei oder drei) frakturiert/luxiert waren, entstanden die Gruppen B, C und D. Es ergaben sich nur drei Gruppen, da

isolierte Frakturen des Os sacrum nicht vorkamen.

Verletzte Beckenbodensegmente wurden durch Ergänzung eines kleinen „a“ gekennzeichnet. Lagern keine weiteren Beckenbodenfrakturen vor, wurde ein „b“ beigefügt. Vereinfacht ergeben sich folgende vier Gruppen:

1. A – Frakturen eines nicht gewichttragenden Beckenanteils
2. B – Frakturen eines gewichttragenden Beckenanteils
3. C – Frakturen von zwei gewichttragenden Beckenanteilen
4. D – Frakturen von drei gewichttragenden Beckenanteilen

Alle frakturierten Beckenelemente mit ihren Eigenschaften wurden tabellarisch zusammengefasst und für Hunde und Katzen gemeinsam aufgelistet. Erst danach erfolgte die Untersuchung auf tierartige Unterschiede. Entsprechend der Auflistung wurde jede Frakturkombination auf ihre Häufigkeit in der Hunde- und Katzenpopulation überprüft und in die Klassifikation aufgenommen. Zugunsten der Vereinfachung entfallen morphologische Details der frakturierten bzw. luxierten Beckenanteile. Eine Ausnahme bildet Gruppe B. Da hier nur einzelne Segmente verletzt sind, werden beim Iliosakralgelenk und dem Azetabulum Besonderheiten getrennt aufgeführt - ohne dass eine Unübersichtlichkeit entsteht.

Beim Iliosakralgelenk wird der Dislokationsgrad von gering- über mittel- bis hochgradig beschrieben und wie folgt definiert:

- a) Geringgradig: weniger als 50 % der Facies articularis sagittal disloziert
- b) Mittelgradig: 50-100 % der Facies articularis sagittal disloziert
- c) Hochgradig: mehr als 100 % der Gelenkfläche disloziert oder kompletter Kontaktverlust

Bei den Azetabulumfrakturen erfolgte absichtlich die Unterteilung in nicht gewichttragende kaudale bzw. Randfrakturen sowie gewichttragende kraniale und zentrale Azetabulumfrakturen, um Therapieerfolge unterschiedlicher Versorgungsmethoden besser vergleichen zu können. Durch diese Informationen kann der Schweregrad der Verletzung rascher erfasst werden. In der Gruppe C und D werden Sakrumfrakturen separat aufgezählt, obwohl dieser Bereich nicht primär als gewichttragendes Element gilt.

Mit steigender Anzahl verletzter gewichttragender Beckensegmente wird der Beckenring instabiler und die Versorgung komplexer. Die topografische Lage (uni- und bilateral) der Frakturen sowie deren Morphologie werden bei der Therapiewahl zwar berücksichtigt, aber zugunsten der Vereinfachung nicht aufgezählt. Die Beckenfrakturklassifikation von Hund und Katze ergab vier Hauptgruppen und insgesamt 55 Verletzungskombinationen. Im Folgenden wird die Beckenfrakturklassifikation vorgestellt.

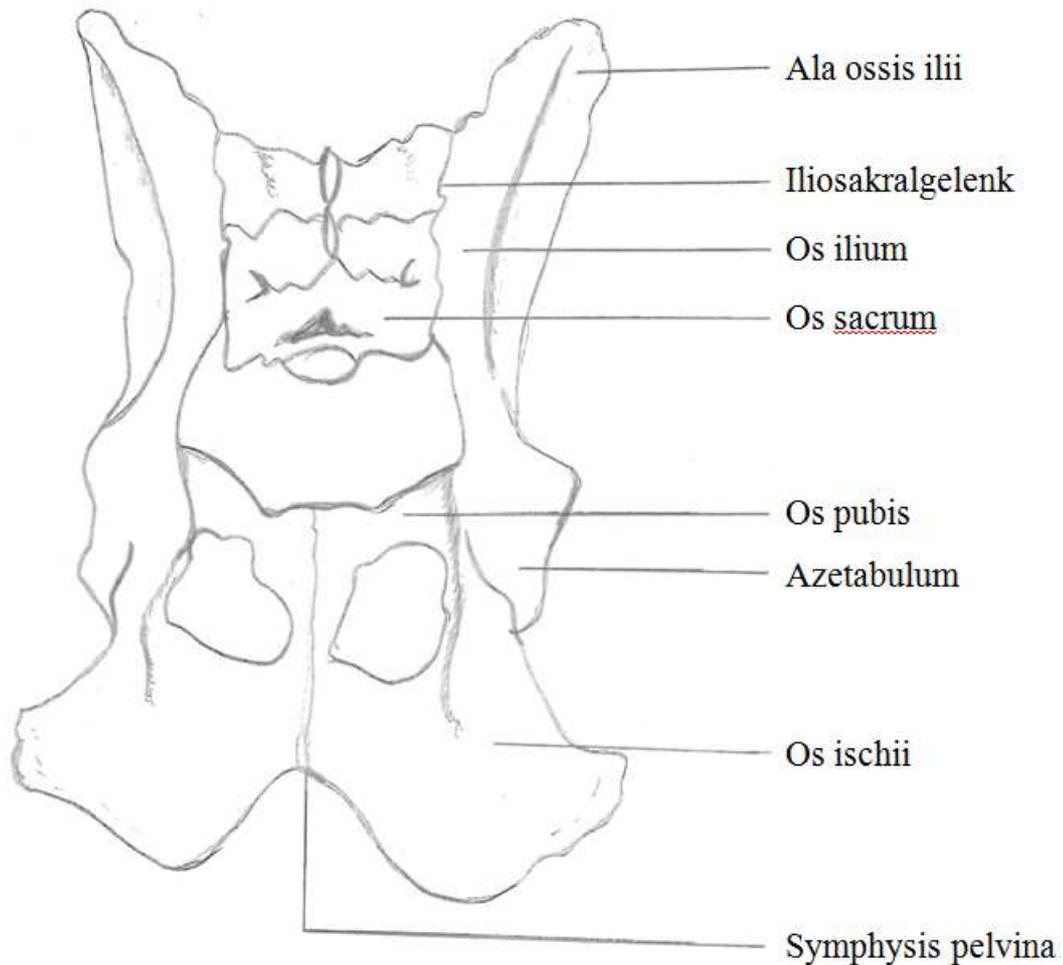


Abbildung 2: Übersicht der Beckensegmente, Blick von dorsoventral (selbst gezeichnet)

2.2. Erarbeitete Klassifikation

Die Auflistung der Frakturkombinationen mit der Anzahl betroffener Individuen ist im Anhang Tabelle 30 nachzulesen.

Gruppe A–Frakturen nicht gewichttragender Beckensegmente

A1 – Nicht gewichttragend unilateral

A2 – Nicht gewichttragend bilateral

Gruppe B–Verletzung eines gewichttragenden Elementes a=mit/b=ohne Beckenbodenverletzung

B1 a – Iliosakralgelenksluxation geringgradig unilateral

B1 b – Iliosakralgelenksluxation geringgradig unilateral

B2 a – Iliosakralgelenksluxation geringgradig bilateral

B2 b – Iliosakralgelenksluxation geringgradig bilateral

B3 a – Iliosakralgelenksluxation mittelgradig/hochgradig unilateral

B3 b – Iliosakralgelenksluxation mittelgradig/hochgradig unilateral

B4 a – Iliosakralgelenksluxation bilateral geringgradig und
mittelgradig/hochgradig

B4 b – Iliosakralgelenksluxation bilateral geringgradig und
mittelgradig/hochgradig

B5 a – Iliosakralgelenksluxation bilateral mittelgradig/hochgradig

B5 b – Iliosakralgelenksluxation bilateral mittelgradig/hochgradig

B6 a – Ilium unilateral

B6 b – Ilium unilateral

B7 a – Ilium bilateral

B7 b – Ilium bilateral

B8 a – Azetabulum nicht gewichttragend unilateral

B9 a – Azetabulum gewichttragend unilateral

B9 b – Azetabulum gewichttragend unilateral

B10 b – Azetabulum gewichttragend bilateral

Gruppe C–Verletzung von zwei gewichttragenden Elementen mit/ohne Beckenbodenverletzung

- C1 a** – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Sakrum ipsilateral
- C1 b** – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Sakrum ipsilateral
- C2 a** – Iliosakralgelenksluxation bilateral + Sakrum uni – oder bilateral
- C2 b** – Iliosakralgelenksluxation bilateral + Sakrum uni – oder bilateral
- C3 b** – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Transversale Sakrum-/
Impressionsfraktur
- C4 a** – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Ilium kontralateral
- C4 b** – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Ilium kontralateral
- C5 a** – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Ilium ipsilateral
- C6 a** – Iliosakralgelenksluxation bilateral + Ilium unilateral
- C6 b** – Iliosakralgelenksluxation bilateral + Ilium unilateral
- C7 a** – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Ilium bilateral
- C7 b** – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Ilium bilateral
- C8 a** – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Azetabulum kontralateral
- C9 a** – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Azetabulum ipsilateral
- C9 b** – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Azetabulum ipsilateral
- C10 a** – Iliosakralgelenksluxation bilateral + Azetabulum unilateral
- C11 a** – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Azetabulum bilateral
- C12 a** – Iliosakralgelenksluxation bilateral + Azetabulum bilateral
- C13 a** – Ilium unilateral + Azetabulum ipsilateral (+/- Sakrumflügel-splitter-
fraktur
- C13 b** – Ilium unilateral + Azetabulum ipsilateral (+/- Sakrumflügel-splitter-
fraktur)

C14 a – Ilium unilateral + Azetabulum kontralateral

C15 a – Ilium unilateral + Azetabulum bilateral

C16 a – Ilium bilateral + Azetabulum unilateral

C17 a – Ilium unilateral + Sakrum ipsi- /kontralateral

C18 a – Ilium bilateral + Sakrum unilateral

Gruppe D–Verletzung von drei gewichttragenden Elementen mit/ohne Beckenbodenverletzung

D1 a – Iliosakralgelenksluxation + Azetabulum ipsilateral + Sakrum ipsi-/kontralateral

D2 a – Iliosakralgelenksluxation + Sakrum ipsilateral + Ilium kontralateral

D3 a – Iliosakralgelenksluxation + Ilium ipsilateral + Azetabulum ipsilateral

D3 b – Iliosakralgelenksluxation + Ilium ipsilateral + Azetabulum ipsilateral

D4 a – Ilium + Azetabulum ipsilateral + Iliosakralgelenksluxation kontralateral

D5 a – Iliosakralgelenksluxation + Ilium ipsilateral + Azetabulum kontralateral

D6 a – Iliosakralgelenksluxation + Azetabulum ipsilateral + Ilium kontralateral

D7 a – Iliosakralgelenksluxation bilateral + Ilium + Azetabulum ipsilateral

D8 a – Ilium bilateral + Azetabulum + Iliosakralgelenksluxation kontralateral

D9 a – Azetabulum bilateral + Iliosakralgelenksluxation + Ilium ipsi- /kontralateral

2.3. Anpassung der Klassifikation

Alle Patienten wurden der Beckenfrakturklassifikation mit 55 Frakturkombinationen zugeordnet. Schnell wurde allerdings schnell klar, dass aufgrund der geringen Zahl nachkontrollierter Patienten pro Untergruppe zu wenige Fälle vorlagen, um eine objektive Einschätzung des Langzeittherapieerfolges ableiten zu können. Dabei flossen noch keine Begleitverletzungen oder Komplikationen in die Kategorisierung ein.

Begründet durch die oben genannten Faktoren wurde die erläuterte Klassifikation

überarbeitet und zu einer neuen Version gekürzt. Diese beinhaltet weder morphologische Charakteristika oder Topografien noch eine Trennung der Tierarten. Die Kategorisierung entfällt, sodass die Klassifikation nun aus acht Untergruppen besteht, bei denen zusätzlich Sakrum- und Beckenbodenfrakturen vorliegen können. Diese werden jedoch nicht gesondert aufgeführt. Die acht neuen Gruppen beinhalten alle 55 oben erwähnten Kombinationen:

1. Nicht gewichttragende Elemente
2. Iliosakralgelenksluxation (ohne Dislokationsgrad/Topografie)
3. Iliumfraktur
4. Azetabulumfraktur
5. Iliosakralgelenksluxation und Iliumfraktur
6. Iliosakralgelenksluxation und Azetabulumfraktur
7. Ilium- und Azetabulumfraktur
8. Iliosakralgelenksluxation, Ilium- und Azetabulumfraktur

3. Untersuchungsmaterial – Patientengut und Datenerhebung

Für die Arbeit wurden Patienten aus den Universitätstierkliniken München und Hannover herangezogen, bei denen durch eine klinische und röntgenologische Untersuchung die Diagnose Beckenfraktur(en) bzw. Iliosakralgelenksluxation(en) gestellt wurde. Es wurden alle Patienten mit Beckenfrakturen einbezogen, die im Zeitraum von fünf Jahren durch das jeweilige klinikeigene Computersystem Vetera (GP Software, Eltville, Deutschland) bzw. Anidata (Comitas Software, Leipzig, Deutschland) herausgefiltert werden konnten. Neben dem Signalement, zu dem die Tierart, das Alter bei der Vorstellung, das Geschlecht, die Rasse und das Gewicht gehören, wurden die jeweiligen Karteikarten und angefertigten Röntgenbilder herausgesucht. Der Krankheitszustand des Patienten bei Ersteinlieferung wurde anhand der Karteikarteneinträge vom untersuchenden Tierarzt ermittelt. Erfasst wurden außerdem die Unfallursache, vorangegangene Notfallversorgungen andernorts, Begleitverletzungen, die Art der Beckenverletzungen und deren morphologische Eigenschaften sowie therapeutische Maßnahmen. Mit Hilfe der vorliegenden Röntgenaufnahmen wurden die gewählte Behandlungsmethode,

die Implantatwahl sowie aufgetretene Komplikationen untersucht. Die Gesamtheit der Daten wurde in einer Tabelle in Office Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, Vereinigte Staaten) zusammengefasst. Um den Behandlungserfolg evaluieren zu können, wurden die Patientenbesitzer angeschrieben und nach dem Therapieerfolg, möglichen Komplikationen sowie weiteren fehlenden bzw. nicht in den Karteikarten auffindbaren Angaben befragt. Daneben wurden sie zu einer klinischen Nachuntersuchung eingeladen, bei der Kontrollröntgenaufnahmen angefertigt werden sollten. Waren die Besitzer nicht auf postalischem Weg erreichbar, wurde ein Nachsendeantrag gestellt.

Neben den Unfallursachen wurden zusätzlich die Todesursachen bei den verstorbenen Patienten dokumentiert. Die Begleitverletzungen wurden in Weichteil- und Skelettverletzungen unterteilt. Bei den Skelettverletzungen konnten Trauma assoziierte Veränderungen von den gegebenenfalls vorher bestehenden degenerativen Veränderungen des Bewegungsapparates unterschieden werden. Von den retrospektiv einbezogenen Patienten wurde der neurologische Status anhand der Karteikarte ermittelt und bei den prospektiv untersuchten Patienten erfolgte dies durch eine eigene Untersuchung.

Für die Erstellung der Frakturklassifikation wurden die Daten aller 355 Hunde und Katzen genutzt, unabhängig davon ob sie zum Zeitpunkt der Vorstellung oder während des klinischen Aufenthaltes verstarben oder euthanasiert wurden. Zur Bewertung des Therapieerfolges wurden ausschließlich klinisch nachuntersuchte Hunde und Katzen einbezogen. Die Ergebnisse wurden mit den Besitzerangaben des Fragebogens verglichen.

4. Ermittlung der Behandlungsergebnisse

Zur Überprüfung des Behandlungserfolges wurden alle Patientenbesitzer, deren Hund oder Katze aus der jeweiligen Klinik entlassen wurde, angeschrieben und gebeten den beigefügten Fragebogen (siehe Anhang

Abbildung 8) auszufüllen und ihr Tier zu einer Nachuntersuchung in der jeweiligen Klinik vorzustellen. Im Zuge dieser klinischen Kontrolle wurden Röntgenaufnahmen vom Becken angefertigt. Hatten die Besitzer den beigefügten Fragebogen

noch nicht beantwortet, wurden diese Daten vervollständigt. Der Fragebogen beinhaltet neben Angaben zur Unfallursache und den beobachteten Symptomen auch Vorbehandlungen durch andere Tierärzte. Außerdem wurde die Art und Dauer von Problemen nach Entlassung der Patienten aus der Klinik sowie die Durchführung der Ruhighaltung erfragt. Die Kontrolluntersuchung fand frühestens sechs Monate nach Versorgung der Beckenfraktur statt. Sie wurde nach einem standardisierten Protokoll für jeden Patienten gleichermaßen durchgeführt (siehe Anhang Abbildung 9). Die Hunde und Katzen wurden einer klinischen Allgemeinuntersuchung, sowie einer speziellen orthopädischen und neurologischen Untersuchung unterzogen.

4.1. Neurologische Untersuchung

Im Vordergrund standen spinale Reflexe und muskuläre Veränderungen, die als Folge neurologischer Defizite auftreten konnten. Bereits während der Ganganalyse wurde bei den Patienten beurteilt, ob eine Ataxie vorlag und ob der Schwanz aufrecht getragen wurde. Propriozeptive Defizite, Tiefensensibilität und die spinalen Reflexe der Hintergliedmaße mit Flexorreflex, Tibialis cranialis-Reflex, Patellarsehnenreflex und Ischiadicusreflex wurden untersucht. Die Einteilung wurde wie folgt vorgenommen:

- 0: Reflex nicht vorhanden
- 1: Hyporeflexie
- 2: Normoreflexie
- 3: Hyperreflexie

4.2. Orthopädische Untersuchung

Bei der orthopädischen Untersuchung erfolgte eine Lahmheitsuntersuchung aller vier Gliedmaßen mit besonderem Schwerpunkt auf die Beckengliedmaßen. Auch weitere, nicht mit der Beckenfraktur im Zusammenhang stehende Veränderungen, wie beispielsweise Coxarthrosen, Gonarthrosen, Patellaluxationen, Kreuzbandrupturen, Frakturen anderer Knochen oder Femurkopfhalsresektionen (infolge von Azetabulumfrakturen oder anderer Erkrankungen des Femurkopfes) wurden erfasst. Zu Beginn der Untersuchung wurde ohne vorangegangene Manipulation das Gangbild der Patienten im Schritt und Trab sowie im Stand beurteilt. Danach

folgte die palpatorische Untersuchung. Während sich die Katzen frei im Raum bewegten, um sich an die fremde Umgebung gewöhnen zu können, wurden die Hunde an der Leine auf einem geraden, rutschfesten Untergrund vorgeführt sowie im Raum frei laufen gelassen. Somit war es möglich abweichende Gangbilder zu erkennen, aber auch subtilere Befunde wie das Schonen von Gliedmaßen im Stehen oder Sitzen zu beurteilen. Die Belastung der Gliedmaßen wurde im Stand sowie in der Bewegung beurteilt. Die Lahmheit wurde in folgende Grade eingeteilt: Grad 0 = ohne Lahmheit, Grad 1 = geringgradig, Grad 2 = mittelgradig, Grad 3 = hochgradig und Grad 4 = höchstgradig (Fossum, 2007). Die palpatorische Untersuchung erfolgte an den Vorder- und Hintergliedmaßen von distal nach proximal unter Beurteilung aller Gelenke, Röhrenknochen und der Weichteile. Die Wirbelsäule wurde auf Druckdolenz untersucht, wobei der Fokus auf dem Übergang von der Lendenwirbelsäule zum Sakrum lag. Beide Hüften wurden in Extension, Rotation und Flexion auf schmerzhafte Reaktionen getestet, die in gering-, mittel- und hochgradig eingestuft wurden.

4.3. Radiologische Auswertung

Bei der Nachkontrolle wurden von allen Patienten vergleichbare korrekt gelagerte Röntgenaufnahmen des Beckens im laterolateralen und ventrodorsalen Strahlengang und bei Azetabulumfrakturen zusätzliche Schrägaufnahmen im 20–45 Grad-Winkel angefertigt. Aufgrund möglicher Überlagerungen der Beckenknochen durch Kot im Enddarm oder die Wirbelsäule bei ventrodorsalen Lagerungen gestalteten sich die exakten Beurteilungen teilweise schwierig. Die Auswertung erfolgte stets durch dieselbe Person und mit denselben Hilfsmitteln (digitale Röntgenbilder mit den Radiologie-Tools des DicomPACS®vet von Oehm und Rehbein bzw. Lineal und Winkelmesser bei Hardcopies) wie bei der Begutachtung der Ausgangsröntgenbilder. Bewertet wurde neben dem Implantatsitz nach operativer Versorgung auch die Frakturheilung sowie knöcherne Veränderungen im Zuge der Frakturheilung wie Pseudarthrosen, Arthropathia deformans und Ankylosierung.

5. Bewertung des Therapieerfolges

Basierend auf den klinischen Nachkontrollen und Fragebögen der Besitzer wurde der Therapieerfolg bei Hunden und Katzen bewertet. Die Einteilung erfolgte je-

weils in drei Stufen von gut über befriedigend und unbefriedigend. Der Lahmheitsgrad sowie Ganganomalien, neurologische Defizite und Schmerzen waren maßgeblich für die Beurteilung des Therapieerfolges in der klinischen Nachuntersuchung. Radiologisch feststellbare Abweichungen von der Norm wurden dokumentiert, flossen jedoch nur bedingt in die Bewertung ein.

Ein Therapieerfolg wurde als „gut“ eingestuft, wenn keine Lahmheit, Schmerzhaftigkeit oder neurologischen Defizite festgestellt werden konnten. Außerdem gab es keine Probleme beim Harn- und/oder Kotabsatz. Die Implantate saßen unverändert im Vergleich zu den postoperativen Röntgenaufnahmen, zeigten radiologisch keine Lockerungstendenz und es lagen keine bzw. nur sehr milde arthrotische Zubildungen vor. Bei radiologisch feststellbaren Schäden, die sich in keiner pathologischen Symptomatik des Patienten äußerten, wurde das Therapieergebnis trotzdem als gut eingestuft. „Befriedigende“ Ergebnisse erhielten Patienten mit gering- bis mittelgradigen Lahmheiten ohne reproduzierbare Schmerzen und ohne neurologische Defizite. Röntgenologisch konnten gering- bis hochgradige arthrotische Veränderungen vorliegen. Im Fall von konstanten mittel- bis hochgradigen Lahmheiten, neurologischen Defiziten, Schmerzen und röntgenologischen Veränderungen im Sinne einer Arthropathia deformans wurden die Behandlungsergebnisse als „unbefriedigend“ bewertet.

Die Beurteilung des Behandlungserfolges im Rahmen der Fragebogenauswertung durch die Besitzer erfolgte wie folgt:

„Gut“ – Der Patient zeigt keine Lahmheit und es lagen bei der Erstuntersuchung keine oder nur geringgradige röntgenologische Veränderungen vor.

„Befriedigend“ – Der Patient zeigt zeitweise eine Lahmheit nach starker Belastung oder nach Ruhe. Allerdings läuft das Tier überwiegend lahmheitsfrei.

„Unbefriedigend“ – Der Patient zeigt eine konstante Lahmheit unterschiedlichen Grades.

Die röntgenologische Beurteilung wurde nicht unmittelbar in Zusammenhang mit der klinischen Symptomatik gesetzt, da häufig sehr gute klinische Behandlungsergebnisse erzielt werden, obwohl Arthrosen oder Implantatlockerungen vorliegen.

6. Statistik

Die statistische Auswertung der Daten wurde mit den Programmen Microsoft Excel 2007, SPSS (IBM SPSS Statistics 19.0) und Bias für Windows durchgeführt. In erster Linie erfolgte die Erfassung prozentualer Anteile der Frakturhäufigkeit innerhalb der Katzen- und Hundepopulation.

Mittels IBM SPSS Statistics wurde ermittelt, ob statistisch signifikante Unterschiede der Fraktur- bzw. Merkmalsverteilung bei Hunden oder Katzen vorlagen. Zur Überprüfung dieser Zusammenhänge wurde der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest nach Pearson und bei kleineren Häufigkeiten der Fisher-Exakt-Test genutzt.

Für die Untersuchung der beiden Gruppen (Hunde- und Katzenpopulation) hinsichtlich unterschiedlicher Merkmale wurde zur Veranschaulichung eine Kontingenztafel gewählt. Durch das Programm Bias für Windows (epsilon-Verlag) konnte mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests geprüft werden, ob ein Merkmal in den Stichproben gleichmäßig verteilt ist. Für die verwendeten Rechnungen wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ festgelegt und das Ergebnis $p < 0,05$ wurde als signifikant angesehen.

Um besondere Risiken für Begleiterkrankungen bzw. Komplikationen im Falle unterschiedlicher Frakturen und Behandlungsmethoden abschätzen zu können, wurde die Berechnung der Odds Ratio hinzugezogen. Sie gibt an, ob ein erhöhtes Risiko für Patienten besteht zu erkranken.

IV. ERGEBNISSE

1. Allgemeine Untersuchungsergebnisse

In diese Studie wurden 355 Hunde und Katzen mit Beckenfrakturen einbezogen. In der Tierärztlichen Hochschule in Hannover wurden in den Jahren 2002 bis 2007 insgesamt 199 Patienten mit Beckenbrüchen vorgestellt. Dabei handelte es sich um 140 Hunde und 59 Katzen. In der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik in München wurden zwischen 2008 und 2013 insgesamt 156 Tiere mit Beckenfrakturen behandelt, von denen 60 Hunde und 96 Katzen waren. Insgesamt setzt sich die Population aus 200 Hunden und 155 Katzen zusammen. Davon konnten 110 Tiere (56 Hunde/54 Katzen) nach durchschnittlich 2,2 Jahren in klinischen Langzeitkontrollen untersucht werden. Die frühesten Spätkontrollen erfolgten bei beiden Tierarten nach acht Monaten, die spätesten beim Hund nach elf und bei der Katze nach neun Jahren. Im Durchschnitt wurden die kaninen Patienten nach 2,3 Jahren und die felines Patienten nach 1,7 Jahren kontrolliert. Die Besitzer von 23 Hunden und 33 Katzen wurden mittels Fragebögen befragt. Es verstarben 24 Hunde und 22 Katzen. Von 143 Patientenbesitzern (97 Hunde / 46 Katzen) blieb die Aufforderung zur Nachkontrolle bzw. der Fragebogen unbeantwortet. Die Analysen beziehen sich auf die Gesamtpopulation von 355 Individuen. Zur Nachuntersuchung wurden 110 Patienten vorgestellt.

1.1. Signalement

1.1.1. Altersverteilungen der Patienten zum Zeitpunkt der Fraktur

Bei neun der 355 Tiere war kein Geburtsdatum bekannt. Darunter befanden sich vier Hunde und fünf Katzen.

Hunde

Von den 196 Hunden (98 %) mit bekannten Geburtsdaten waren der jüngste Patient drei Monate und der älteste 15 Jahre alt. Das Durchschnittsalter betrug 3,4 Jahre. Eine Zusammenfassung der Altersverteilung wird in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Altersverteilung der Hunde (n=200)

Alter der Hunde	Anzahl der Tiere	Prozentualer Anteil
Jünger als 1 Jahr	45	22,5%
1 bis 2 Jahre	44	22,0%
2 bis 3 Jahre	25	12,5%
3 bis 4 Jahre	18	9,0%
4 bis 6 Jahre	28	14,0%
6 bis 8 Jahre	12	6,0%
8 bis 10 Jahre	10	5,0%
Über 10 Jahre alt	14	7,0%
unbekannt	4	2,0%
Gesamtsumme	200	100,0%

Katzen

Die jüngste von den 155 verunglückten Katzen war drei Monate und die älteste 14,5 Jahre alt. Im Durchschnitt waren die Katzen 3,6 Jahre alt. Eine Übersicht wird in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Altersverteilung der Katzen (n=155)

Alter der Katzen	Anzahl der Tiere	Prozentualer Anteil
Jünger als 1 Jahr	28	18,1%
1 bis 2 Jahre	33	21,3%
2 bis 3 Jahre	20	12,9%
3 bis 4 Jahre	19	12,3%
4 bis 6 Jahre	21	13,5%
6 bis 8 Jahre	10	6,5%
8 bis 10 Jahre	8	5,2%
über 10 Jahre alt	11	7,1%
unbekannt	5	3,2%
Gesamtsumme	155	100,0%

1.1.2. Geschlechtsverteilung

In der Gesamtpopulation von 355 Patienten verunfallten 50,4 % männliche (n=178) und 49,6 % weibliche (n=175) Tiere. Bei zwei Individuen (0,4 %), jeweils einem Hund und einer Katze, wurde bei Einlieferung in die Tierklinik keine Geschlechtsbestimmung vorgenommen (Tabelle 3). Es konnte kein signifikanter Unterschied für eines der beiden Geschlechter beobachtet werden, weder bei

Hunden noch bei Katzen ($p = 0,9$).

Tabelle 3: Verteilung der Geschlechter bei Hund und Katze (n=355)

Tierart	Geschlecht			
	männlich	weiblich	unbekannt	Gesamtsumme
Hund	100 (28,1%)	99 (27,9%)	1 (0,3%)	200 (56,3%)
Katze	78 (22 %)	76 (21,4%)	1 (0,3%)	155 (43,7%)
Gesamtsumme	178 (50,1%)	175 (49,3%)	2 (0,6%)	355 (100 %)

1.1.3. Rasseverteilung

Die vorgestellten Patienten beider Tierarten zeigen ein breites Spektrum verschiedener Rassen.

Hunde

Bei den 200 Hunden wurden mit 58 Tieren (29 %) überwiegend Mischlinge, gefolgt von 33 Dackeln (16,5 %) und 17 Jack Russell Terriern (8,5 %) vorgestellt. Mit je nur einem Individuum vertreten, waren folgende Rassen: Dobermann, Beagle, Malteser, Prager Rattler, Neufundländer, Bolonka Zwetna, Pekinesen, Spitz und Appenzeller Sennenhund.

Die folgende Tabelle 4 gibt eine Übersicht vertretener Rassen bei den 200 Hunden:

Tabelle 4: Rasseverteilung innerhalb der Hundepopulation (n=200)

Rasse	Anzahl der Tiere	Häufigkeit
Mischling	58	29,0%
Dackel	33	16,5%
Jack Russell Terrier	17	8,5%
Yorkshire Terrier	15	7,5%
Deutsch Drahthaar	13	6,5%
Deutscher Schäferhund	11	5,5%
Shih Tzu	4	2,0%
Pudel	4	2,0%
Riesenschnauzer	4	2,0%
Golden Retriever	3	1,5%
West Highland Terrier	3	1,5%
Chihuahua	3	1,5%
Cocker Spaniel	3	1,5%
Hannoverscher Schweißhund	3	1,5%

Irish Terrier	3	1,5%
Mops	2	1,0%
Magyar Vizsla	2	1,0%
Cavalier King Charles Spaniel	2	1,0%
Colli	2	1,0%
Rottweiler	2	1,0%
Berner Sennenhund	2	1,0%
Labrador Retriever	2	1,0%
Malteser	1	0,5%
Prager Rattler	1	0,5%
Neufundländer	1	0,5%
Bolonka Zwetna	1	0,5%
Pekinese	1	0,5%
Spitz	1	0,5%
Appenzeller Sennenhund	1	0,5%
Dobermann	1	0,5%
Beagle	1	0,5%
Gesamtsumme	200	100,0%

Katzen

Von den 155 Katzen mit Beckenfrakturen gehörten 148 Tiere (95,5 %) der Rasse Europäisch Kurzhaar an. Daneben wurden jeweils zwei Kartäuser, zwei Britisch Kurzhaar, zwei Maine Coon sowie eine Norwegische Waldkatze vorgestellt.

1.2. Unfallursachen

Als häufigste Ursache für Beckenfrakturen beim Hund wurden Verkehrsunfälle mit 144 betroffenen Tieren (72 %) beobachtet. In 33 Fällen (16,5 %) war die Ursache unbekannt. Andere Gründe waren Pferdetritte (n=13; 6,5 %), Bissverletzungen (n=5; 2,5 %), Stürze aus großer Höhe (n=4; 2 %) und ein Hund wurde in einer Tür eingeklemmt.

Bei den Katzen blieb die Verletzungsursache meistens unbeobachtet (n=66). Unklare Unfallursachen wurden mit 66 Katzen (42,6 %) im Gegensatz zu den Hunden signifikant häufiger dokumentiert (16,5 %; $p < 0,001$). Verkehrsunfälle betrafen 60 Katzen (38,7 %), wobei ein großer Anteil der unbekannteren Traumata den Unfällen im Straßenverkehr zuzuordnen ist. Auch bei Stürzen aus großer Höhe konnte festgestellt werden, dass Katzen signifikant häufiger betroffen waren als Hunde ($p = 0,000005$). Während 23 Katzen (14,8 %) aus großer Höhe stürzten, waren es nur vier Hunde (2 %). Tabelle 5 stellt die tierartlichen Unterschiede dar.

Tabelle 5: Verteilung der Unfallursachen bei Hunden und Katzen (n=355)

Unfallursachen im tierartlichen Vergleich					
Tierart	Verkehrsunfall	Unbekannt	Sturz aus großer Höhe	Sonstiges (Bissverletzung, Pferdetritt)	Gesamtsumme
Hund	144 (40,6 %)	33 (9,3 %)	4 (1,1 %)	19 (5,4 %)	200 (56,3 %)
Katze	60 (16,9 %)	66 (18,6 %)	23 (6,5 %)	6 (1,6 %)	155 (43,7 %)
Gesamtsumme	204 (57,5 %)	99 (27,9 %)	27 (7,6 %)	25 (7 %)	355 (100 %)

1.3. Verstorbene Tiere und Todesursachen

Innerhalb der gesamten Hunde- und Katzenpopulation (n=355) gab es 55 Todesfälle (15,5 %), wobei 27 Hunde (13,5 %) und 28 Katzen (18,1 %) betroffen waren. Aufgrund der Schwere ihrer Verletzungen verstarben insgesamt neun Hunde (4,5 %) und elf Katzen (11,6 %) infolge ihrer Verletzungen. Katzen mit Beckenfrakturen erlagen signifikant öfter den direkten Folgen des Traumas ($p = 0,017$). Im Gegensatz dazu verstarben Hunde häufiger nach der chirurgischen Versorgung ihrer Beckenfrakturen als Katzen ($p = 0,03$). Es wurden insgesamt drei Hunde (1,5 %) und sieben Katzen (4,5 %) während des Klinikaufenthaltes euthanasiert.

Obwohl die Tiere zuerst stabilisiert wurden und die chirurgische Versorgung bei Hunden und Katzen nach durchschnittlich 2,5 Tagen erfolgte, verstarben je zwei Hunde und Katzen intraoperativ und je zwei Tiere wurden intraoperativ aufgrund der Schwere der Beckenverletzung euthanasiert. Tabelle 6 fasst die jeweiligen Gründe für das Versterben der Patienten zusammen:

Tabelle 6: Verteilung der Todesursachen bei Hunden und Katzen mit Beckenfrakturen (n=355)

Todesursachen bei Hunden und Katzen							
Tierart	Direkte Traumafolgen	Intraoperativ	Postoperativ	Frakturabhängig später	Frakturunabhängig später	Nicht verstorben	Gesamtsumme
Hund	9 (2,5 %)	4 (1,1 %)	11 (3,1 %)	1 (0,3 %)	2 (0,6 %)	173 (48,7 %)	200 (56,3 %)
Katze	18 (5,1 %)	4 (1,1 %)	0 (0 %)	1 (0,3 %)	5 (1,4 %)	127 (35,8 %)	155 (43,7 %)
Gesamtsumme	27 (7,6 %)	8 (2,2 %)	11 (3,1 %)	2 (0,6 %)	7 (2 %)	300 (84,5 %)	355 (100 %)

1.4. Begleitverletzungen

Bei den 355 Patienten wurden 555 Verletzungen dokumentiert, die direkt mit dem Trauma in Zusammenhang gebracht werden konnten. Bei 225 Tieren (63,4 %)

wurden zusätzliche Verletzungen festgestellt.

1.4.1. Weichteilverletzungen

Hunde

Von den 200 Hunden wurden 83 Patienten (41,5 %) mit 179 begleitenden Weichteilverletzungen vorgestellt. Insgesamt 25,5 % der Hunde (n=51) wurden im hochgradigen Schock eingeliefert. Bei Betrachtung der einzelnen Verletzungstypen hatten Hunde verglichen mit Katzen häufiger hochgradige Weichteiltrauma und Schocksymptome als Katzen ($p = 0,05$ / $OR=1,868$; 95 %; $KI: 0,971 - 3,594$). Die erfassten Verletzungen sind in Tabelle 7 aufgeführt, wobei die Aufzählung in absteigender Fallzahl erfolgt.

Tabelle 7: Begleitverletzungen der Weichteile (n= 179) bei 200 Hunden

Weichteilverletzung	Tierart Hund	
	Anzahl der Verletzungen	% der Gesamtzahl
Lungenverletzung (Kontusion, Blutung, Ödem)	68	38,0%
Hautwunden	68	38,0%
Pneumothorax	19	10,6%
Schädel-Hirn Trauma	7	3,9%
An- oder Abriss M.rectus abdominis	6	3,4%
Harnblasenruptur	4	2,2%
Hernia abdominalis	2	1,1%
Urethraabriss	2	1,1%
Herniation Harnblase nach Abriss des M. rectus abdominis	2	1,1%
Hernia diaphragmatica	1	0,6%
Gesamtsumme	179	100,0%

Katzen

Von den 155 Katzen zogen sich 97 Tiere (62,6 %) insgesamt 185 Weichteilverletzungen zu. Im hochgradigen Schock eingeliefert wurden 33 Katzen (20 %). Es liegt ein signifikant höheres Risiko für Katzen vor ($p = 0,016$) sich Weichteilverletzungen zuzuziehen als für Hunde ($OR:1,792$; 95 %; $KI: 1,113 - 2,885$).

Eine genaue Auflistung der Verletzungen bei den Katzen findet sich in Tabelle 8.

Für folgende Weichteilerkrankungen besteht bei Katzen im Vergleich zu Hunden ein erhöhtes Risiko: Lungenverletzungen [OR 1,46; (KI: 0,924 – 2,137)], Rupturen des Musculus rectus abdominis [OR 1,989; (KI: 0,650 – 6,086)] und Zwerchfellrupturen [OR 5,511; (KI: 0,636 – 47,76)].

Tabelle 8: Begleitverletzungen der Weichteile (n= 185) bei 155 Katzen

Weichteilverletzung	Tierart Katze	
	Anzahl der Verletzungen	% der Gesamtzahl
Lungenverletzung (Kontusion, Blutung, Ödem)	77	41,6%
Hautwunden	53	28,6%
Pneumothorax	24	13,0%
An- oder Abriss M.rectus abdominis	9	4,9%
Schädel-Hirn Trauma	7	3,8%
Hernia diaphragmatica	5	2,7%
Harnblasenruptur	4	2,2%
Hernia abdominalis	3	1,6%
Urethraabriss	2	1,1%
Herniation Harnblase nach Abriss des M.rectus abdominis	1	0,5%
Gesamtzahl	185	100,0%

1.4.2. Frakturen und Verletzungen des Skelettsystems

Insgesamt wurden bei 96 von 200 Hunden (48 %) und bei 81 von 155 Katzen (52,4 %) skelettale Verletzungen diagnostiziert. Am häufigsten kamen bei Hunden und Katzen Frakturen an den Hintergliedmaßen vor, wobei Femurfrakturen überwogen (Hunde 8 % und Katzen 10 %). Für Hunde besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit sich Rippenfrakturen zuzuziehen als für Katzen (OR 3,27; KI: 0,691 – 15,478). Bei den anderen Frakturen ist das Verletzungsrisiko für beide Tierarten ähnlich hoch. Es fiel auf, dass bei je einem Hund eine Skapula- bzw. Ulnafraktur diagnostiziert wurde, die bei keiner Katze auftrat. Bei drei Hunden (1,5 %) kam es durch das Trauma zu Subluxationen des Femur. Im tierartlichen Vergleich wurden ausschließlich bei Katzen Humerus- und Mandibulafrakturen sowie eine Fraktur des Olekranon diagnostiziert. Signifikante Unterschiede konnten jedoch nicht nachgewiesen werden.

Das folgende Diagramm (Abbildung 3) stellt die Verteilung der Frakturen im Vergleich bei Hunden und Katzen dar.

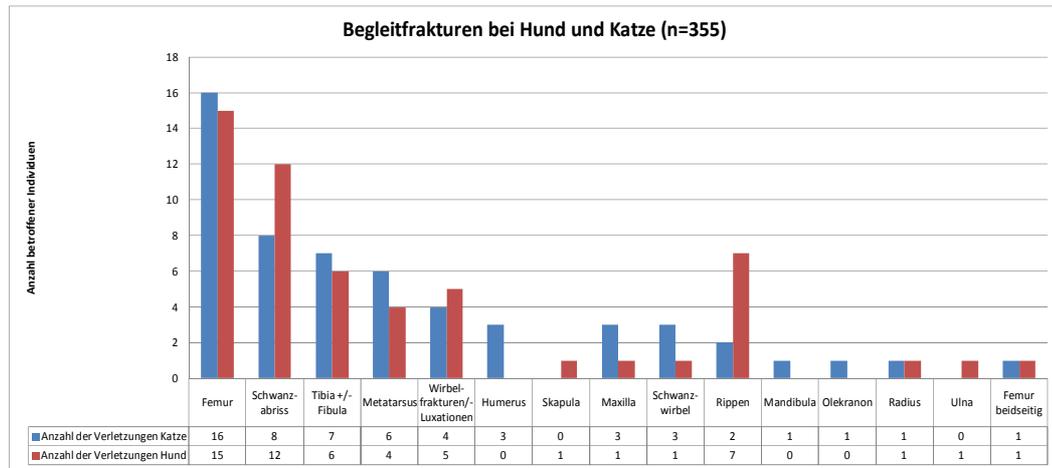


Abbildung 3: Zusammenfassung begleitende Frakturen bei Hunden und Katzen (n=355)

Außerdem konnten mit dem Trauma im Zusammenhang stehende Skelettverletzungen sowie traumaunabhängige knöcherne Befunde erhoben werden. Am häufigsten traten bei Hunden und Katzen Femurluxationen auf (Hund: 8,5 % / Katze: 5,2 %). Seltener waren Fugentraumata (Hund: 4,5 % / Katze: 3,2 %) und Polytraumata vom Knie vertreten (Katze: 0,6 %).

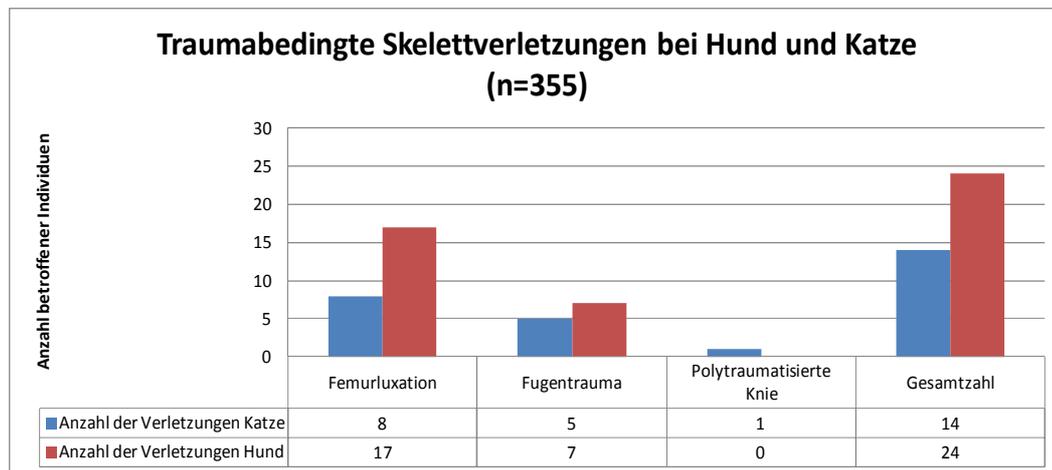


Abbildung 4: Vergleichende Darstellung traumabedingter Skelettverletzungen bei Hunden und Katzen (n=355).

Zusätzliche Skelettbefunde wie Coxarthrosen (Hund: 3 % / Katze: 4 %), Gonarthrosen (Hund: 2,5 % / Katze: 2 %), Patellaluxationen (Hund: 2,5 % / Katze: 2,5 %).

ze: 0,6 %) und früher durchgeführte Femurkopfhalsresektionen (Hund: 0,5 % / Katze: 0,6 %) wurden ebenfalls dokumentiert.

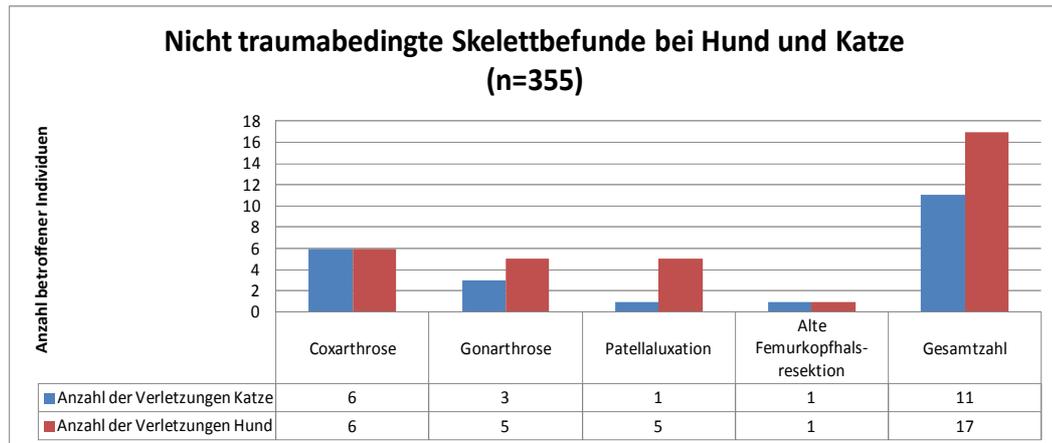


Abbildung 5: Vergleichende Darstellung nicht traumabedingter Skelettbefunde bei Hunden und Katzen (n=355)

2. Spezielle Untersuchungsergebnisse

Bei Untersuchung der verletzten Beckensegmente in der Gesamtpopulation von 355 Tieren konnten insgesamt 1133 Frakturen der sieben Beckenanteile festgestellt werden. Infolgedessen lagen durchschnittlich 3,2 Frakturen pro Patient vor.

Wird die Anzahl der Frakturen oder Luxationen einzelner Bereiche auf die Gesamtpopulation bezogen, so frakturierte das Os pubis mit 82,3 % (n=292) am häufigsten. Es folgten das Os ischii mit 68,4 % (n=243), das Iliosakralgelenk mit 52,4 % (n=186), das Os ilium mit 45,6 % (n=162), das Azetabulum mit 38,9 % (n=138), Trennungen der Beckensymphyse mit 17,5 % (n=62) und am seltensten das Os sacrum mit 14,1 % (n=50). Bei 49 Tieren (13,8 %) wurden weder eine Pubis- noch eine Ischiumfraktur diagnostiziert.

Bei der tierartlich getrennten Darstellung allgemeiner Verletzungslokalisationen ergeben sich die Verteilungen wie folgt:

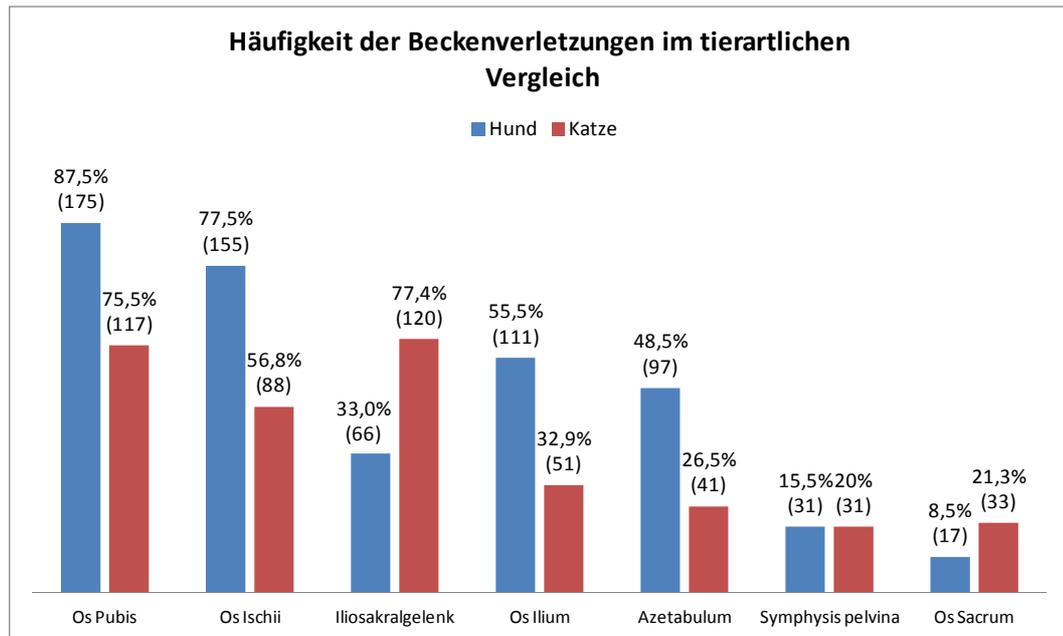


Abbildung 6: Darstellung der Frakturhäufigkeit einzelner Beckensegmente bei Hund und Katze (n=355)

In der Hundepopulation betrafen die meisten Läsionen das Os pubis (87,5 %), gefolgt vom Os ischii (77,5 %), Os ilium (55,5 %), Azetabulum (48,5 %), Iliosakralgelenk (33,3 %) sowie der Beckensymphyse (15,5 %) und dem Os sacrum (8,5 %).

Im Gegensatz dazu erlitten Katzen am häufigsten Verletzungen des Iliosakralgelenkes (78,7 %), knapp gefolgt von Os pubis- (75,5 %) und Os ischii-Frakturen (56,8 %). Seltener traten Ilium- (32,9 %), Azetabulum- (26,5 %) und Sakrumfrakturen (21,3 %) sowie Symphysentrennungen (20 %) auf.

Zu den häufigsten Frakturkombinationen zählen Ilium- und Azetabulumfrakturen, von denen 42 Patienten (12 %) betroffen waren. In der Hundepopulation machen diese Frakturen den höchsten Anteil mit 18 % (n=35) aus; bei den Katzen entspricht dies 5 %. Bei insgesamt 31 Patienten (9 %) waren Iliosakralgelenksluxationen mit Iliumfrakturen kombiniert, die bei 17 Katzen (11 %) und 14 Hunden (7 %) vorkamen. Auch Frakturen von drei Beckensegmenten traten häufig auf. Iliosakralgelenksluxationen mit Ilium- und Azetabulumfrakturen kamen bei 28 Patienten (8 %) vor, von denen 15 Hunde (8 %) und 13 Katzen (8 %) waren. Zu den etwas selteneren Kombinationen zählten Iliosakralgelenksluxationen mit Azetabulumfrakturen, die 25 Tiere (7 %)

betrafen. Davon waren 15 Hunde (8 %) und zehn Katzen (6 %).

2.1. Behandlung der Beckenfrakturen

2.1.1. Versorgungszeitpunkt

Im Durchschnitt wurden die Patienten mit chirurgisch versorgten Beckenfrakturen nach 2,3 Tagen (nach einem Tag bis acht Tagen) operiert. Bei den Hunden erfolgte die Operation frühestens nach einem Tag und spätestens nach sechs Tagen (\emptyset 1,9 Tage). Nur in einem Fall wurde die Beckenverletzung (unilateral hochgradige Iliosakralgelenksluxation) nach acht Tagen chirurgisch behandelt, da die Versorgung der Radius-Ulna-Fraktur sowie der Femurluxation Vorrang hatten. Bei Katzen erfolgten die Operationen nach durchschnittlich 2,9 Tagen.

2.1.2. Art der Versorgung

Insgesamt 71 Frakturen wurden konservativ und 252 chirurgisch versorgt. Beim Hund wurden 145 Operationen (72,5 %) und bei der Katze 107 Operationen (69 %) durchgeführt. Eine konservative Therapie erhielten 44 Hunde (22 %) und 27 Katzen (17,4 %). Die übrigen 5,5 % der Hunde und 13,5 % der Katzen verstarben infolge ihres Traumas, bevor eine Versorgung möglich war. Bezogen auf die Gesamtheit der diagnostizierten Iliosakralgelenksluxationen wurden bei Hunden 53/66 (80,3 %) und bei Katzen 87/120 (72,5 %) chirurgisch versorgt. Im Fall von Iliumfrakturen erhielten 97 Hunde (87,4 %) und 40 Katzen (78,4 %) eine chirurgische Versorgung. Bei den Hunden wurden vor allem Ilium- (27,6 %) und Azetabulumfrakturen (12,4 %) sowie Kombinationen beider Brüche (22,8 %) chirurgisch versorgt. Azetabulum- und Iliumfrakturen wurden bei Hunden signifikant ($p < 0,05$) häufiger chirurgisch versorgt als bei Katzen. Eine chirurgische Therapie der Azetabulumfrakturen erfolgte bei Hunden in 81,4 % der Fälle ($n=79$) und bei Katzen in 63,4 % ($n=26$).

Ungefähr ein Drittel aller Frakturen wurde konservativ therapiert. Insbesondere bei Beckenrandfrakturen ohne Beteiligung der gewichttragenden Segmente erfolgte keine Operation. Eine konservative Behandlung der Iliosakralgelenksluxation erhielten insgesamt fünf Hunde (7,6 %) und 14 Katzen (11,7 %), wobei es sich in diesen Fällen stets um geringe bis mittlere Dislokationsgrade handelte.

Den Daten ist zu entnehmen, dass mittel- bis hochgradige Iliosakralgelenksluxa-

tionen, Ilium- und Azetabulumfrakturen sowie Sakrum- und dislozierte Sitzbeinfrakturen in der Regel chirurgisch behandelt werden mussten. Bezogen auf die Gesamtpopulation wird deutlich, dass bei Hunden (22 %) und Katzen (17,4 %) annähernd gleich viele Tiere ein konservatives Frakturmanagement erhielten. Isoliert vorkommende Iliosakralgelenksluxationen oder Sakrumfrakturen wurden bei 18 Hunden (9 %) und 52 Katzen (33,5 %) operiert, Iliumfrakturen bei 56 Hunden (28 %) und 17 Katzen (10,9 %), Azetabulumfrakturen bei 22 Hunden (11 %) und fünf Katzen (3,2 %) sowie Sitzbeinfrakturen bei zwei Hunden (1 %) und einer Katze (0,6 %). Kombinationsverletzungen von zwei Hauptelementen können ein- oder beidseitig auftreten. Eine chirurgische Versorgung bei Sakrumfrakturen mit zusätzlicher Luxation im Iliosakralgelenk erhielten drei Hunde (1,5 %) und sieben Katzen (4,5 %), Iliosakralgelenksluxation mit Iliumfraktur zehn Hunde (5 %) und elf Katzen (7,1 %) Darmbeinsäulen- und Azetabulumfrakturen wurden in 8,5 % der Fälle beim Hund (17 Tiere) und 1,9 % bei Katzen (3 Tiere) operiert. Iliosakralgelenksluxationen und Azetabulumfrakturen wurden bei fünf Hunden (2,5 %) und drei Katzen (1,9 %) operiert. Die Versorgung von mindestens drei unterschiedlich lokalisierten Frakturen erfolgte bei fünf Hundepatienten (2,5 %) und vier Katzenpatienten (2,5 %). Kombinationsverletzungen, bei denen auch dislozierte Sitzbein- und Darmbeinschauelfrakturen chirurgisch versorgt werden mussten, kamen bei acht Hunden (4 %) und vier Katzen (2,4 %) vor.

2.1.2.1. Therapieerfolge chirurgisch versorgter Beckenfrakturen

Mit Hilfe einer operativen Versorgung der Beckenfrakturen kamen in 58,1 % der Fälle (Hunde 53 % und Katzen 66 %) gute Therapieerfolge zustande. Durch Osteosynthese versorgte Iliosakralgelenksluxationen erzielten bei Katzen signifikant bessere Therapieerfolge ($p < 0,001$) als bei Hunden. In der Hundepopulation wurden Darmbeinfrakturen signifikant besser ($p = 0,03$) eingestuft als bei den Katzen. Befriedigende Ergebnisse erzielten insgesamt 12 Hunde (13,9 %) und sechs Katzen (7 %), dagegen wurden je neun Hunde und Katzen mit unbefriedigend beurteilt. Bei der Einschätzung des Therapieerfolges zeigte sich, dass mit steigender Komplexität der Beckenfrakturen das Behandlungsergebnis schlechter wurde und die Schwere der Komplikationen stieg. Eine Übersicht gibt Tabelle 9.

Tabelle 9: Therapieerfolg chirurgisch versorgter Beckenfrakturen nach klinischer Kontrolluntersuchung (n=86)

Therapieerfolg nach Langzeitkontrolle		Klassifikation									
		Iliosakralgelenksluxation	Iliumfraktur	Azetabulumfraktur	Iliosakralgelenksluxation und Iliumfraktur	Iliosakralgelenksluxation und Azetabulumfraktur	Ilium- und Azetabulumfraktur	Iliosakralgelenksluxation, Ilium- und Azetabulumfraktur	Gesamtsumme		
Gut	Hund	3 (3,5 %)	9 (10,5 %)	3 (3,5 %)	0 (0 %)	3 (3,5 %)	4 (4,7 %)	1 (1,2 %)	23 (26,7 %)		
	Katze	17 (19,8 %)	2 (2,3 %)	0 (0 %)	5 (5,8 %)	2 (2,3 %)	0 (0 %)	1 (1,2 %)	27 (31,4 %)		
Befriedigend	Hund	0 (0 %)	1 (1,2 %)	2 (2,3 %)	1 (1,2 %)	1 (1,2 %)	5 (5,8 %)	2 (2,3 %)	12 (13,9 %)		
	Katze	4 (4,7 %)	0 (0 %)	1 (1,2 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (1,2 %)	0 (0 %)	6 (7 %)		
Unbefriedigend	Hund	0 (0 %)	1 (1,2 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	2 (2,3 %)	3 (3,5 %)	3 (3,5 %)	9 (10,5 %)		
	Katze	1 (1,2 %)	2 (2,3 %)	0 (0 %)	1 (1,2 %)	0 (0 %)	2 (2,3 %)	3 (3,5 %)	9 (10,5 %)		
Gesamtsumme		25 (29,1 %)	15 (17,4 %)	6 (7 %)	7 (8,1 %)	8 (9,3 %)	15 (17,4 %)	10 (11,6 %)	86 (100 %)		

2.1.2.2. Therapieerfolge konservativ versorgter Beckenfrakturen

Es lagen die Daten von 24 klinisch nachuntersuchten Patienten vor, die eine konservative Frakturbehandlung erhielten. Je 83 % der Hunde und Katzen erreichten gute Erfolge. Die Ergebnisse von Beckenrand-, Darmbein- und kaudalen Darmbeinfrakturen mit Azetabulumeteiligung wurden ausnahmslos als gut eingeschätzt. Während sechs Patienten (ein Hund und fünf Katzen) mit konservativ therapierten Iliosakralgelenksluxationen gute Ergebnisse erzielten, erreichte eine Katze ein befriedigendes Ergebnis. Bei einem anderen felinen Patienten mit einer Kombinationsverletzung aus Iliumfraktur und Iliosakralgelenksluxation wurde ein unbefriedigender Therapieerfolg erzielt, da die Fraktur keine ausreichende Stabilität erlangte und letztendlich doch operativ versorgt wurde. Die Therapieerfolge bei konservativ behandelten Azetabulumfrakturen waren größtenteils gut. Je ein Hund erhielt aufgrund von Komplikationen nur ein befriedigendes bzw. unbefriedigendes Ergebnis. Eine Zusammenfassung gibt Tabelle 10.

Tabelle 10: Therapieerfolg konservativ versorgter Beckenfrakturen nach klinischer Kontrolluntersuchung (n=24)

Therapieerfolg nach Langzeitkontrolle		Klassifikation							Gesamtsumme
		Nicht gewichttragende Elemente	Iliosakralgelenksluxation	Iliumfraktur	Azetabulumfraktur	Iliosakralgelenksluxation und Iliumfraktur	Ilium- und Azetabulumfraktur		
Gut	Hund	5 (20,8%)	1 (4,2%)	1 (4,2%)	3 (12,5%)	0 (0%)	0 (0%)	10 (41,7%)	
	Katze	2 (8,3%)	5 (20,8%)	0 (0%)	2 (8,3%)	0 (0%)	1 (4,2%)	10 (41,7%)	
Befriedigend	Hund	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,2%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,2%)	
	Katze	0 (0%)	1 (4,2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,2%)	
Unbefriedigend	Hund	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,2%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,2%)	
	Katze	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,2%)	0 (0%)	1 (4,2%)	
Gesamtsumme		7 (29,2%)	7 (29,2%)	1 (4,2%)	7 (29,2%)	1 (4,2%)	1 (4,2%)	24 (100%)	

Die folgende Tabelle 11 fasst neben den Behandlungsergebnissen nach klinischer Untersuchung und Fragebogenauswertung auch die gewählten Therapiemethoden bei Hunden und Katzen zusammen. Dabei steht „OP“ für eine Operation bzw. chirurgische Versorgung und „K“ für eine konservative Behandlung.

Tabelle 11: Behandlungsmethoden und Therapieergebnisse bei Hunden und Katzen (n=166)

Frakturklassifikation	Tierart	Therapieerfolg nach klinischer Untersuchung			Therapieerfolg nach Fragebogenauswertung			Gesamtsumme
		gut	befriedigend	unbefriedigend	gut	befriedigend	unbefriedigend	
Nichtgewichttragende Elemente	Hund	5 (5 K)	0	0	1 (1 K)	1 (1 K)	0	7 (7 K)
	Katze	2 (2 K)	0	0	0	0	0	2 (2 K)
Iliosakralgelenksluxation	Hund	4 (3 OP/1 K)	0	0	0	1 (1 OP)	0	5 (4 OP/1 K)
	Katze	22 (17 OP/5 K)	5 (4 OP/1 K)	1 (1 OP)	17 (10 OP/7 K)	1 (1 OP)	1 (1 OP)	47 (34 OP/13 K)
Ilium	Hund	10 (9 OP/1 K)	1 (1 OP)	1 (1 OP)	5 (5 OP)	1 (1 OP)	0	18 (17 OP/1 K)
	Katze	2 (2 OP)	0	2 (2 OP)	3 (3 OP)	0	0	7 (7 OP)
Azetabulum	Hund	6 (3 OP/3 K)	3 (2 OP/1 K)	1 (1 K)	3 (1 OP/2 K)	0	0	13 (6 OP/7 K)
	Katze	2 (2 K)	1 (1 OP)	0	0	0	0	3 (1 OP/2 K)
Iliosakralgelenksluxation und Ilium	Hund	0	1 (1 OP)	0	1 (1 OP)	0	0	2 (2 OP)
	Katze	5 (5 OP)	0	2 (1 OP/1 K)	3 (2 OP/1 K)	1 (1 OP)	0	11 (9 OP/2 K)
Iliosakralgelenksluxation und Azetabulum	Hund	3 (3 OP)	1 (1 OP)	2 (2 OP)	2 (2 OP)	0	0	8 (8 OP)
	Katze	2 (2 OP)	0	0	1 (1 OP)	0	0	3 (3 OP)
Ilium und Azetabulum	Hund	4 (4 OP)	5 (5 OP)	3 (3 OP)	4 (4 OP)	1 (1 OP)	2 (2 OP)	19 (19 OP)
	Katze	1 (1 K)	1 (1 OP)	2 (2 OP)	0	0	0	4 (3 OP/1 K)
Iliosakralgelenksluxation, Ilium und Azetabulum	Hund	1 (1 OP)	2 (2 OP)	3 (3 OP)	0	0	1 (1 OP)	7 (7 OP)
	Katze	1 (1 OP)	0	3 (3 OP)	5 (5 OP)	1 (1 OP)	0	10 (10 OP)
Gesamtsumme		70 (50 OP/20 K)	20 (18 OP/2 K)	20 (18 OP/2 K)	45 (34 OP/11 K)	7 (6 OP/1 K)	4 (4 OP)	166 (130 OP/36 K)

Insgesamt erzielten 66 Katzen (75,9 %) und 49 Hunde (62 %) gute Therapieerfolge.

2.1.3. Übersicht der Therapieerfolge nachuntersuchter Hunde und Katzen

Insgesamt konnten 110 Patienten, davon 56 Hunde und 54 Katzen, mithilfe einer klinischen und röntgenologischen Nachuntersuchung bzw. 23 Hunde und 33 Katzen mithilfe eines Fragebogens kontrolliert werden. Die unten stehende Tabelle 12 fasst die Behandlungsergebnisse der einzelnen Beckenfrakturen und deren Kombinationen anhand der gekürzten Beckenfrakturklassifikation für Hunde und Katzen zusammen. Die Verteilung innerhalb der ausführlichen Beckenfrakturklassifikation ist im Anhang Tabelle 31 zu sehen.

Tabelle 12: Zusammenfassung der Therapieerfolge bei Hunden (n=200) und Katzen (n=155)

Frakturklassifikation	Tierart	Therapieerfolg nach klinischer Untersuchung			Therapieerfolg nach Fragebogenauswertung			Ohne Nachkontrolle		Gesamtsumme
		gut	be-friedigend	unbe-friedigend	gut	be-friedigend	unbe-friedigend	verstorben	ohne Kontrolle	
Nichtgewichttragende Elemente	Hund	5	0	0	1	1	0	2	13	22
	Katze	2	0	0	0	0	0	1	2	5
Iliosakralgelenksluxation	Hund	4	0	0	0	1	0	5	10	20
	Katze	22	5	1	17	1	1	7	26	80
Ilium	Hund	10	1	1	5	1	0	6	24	48
	Katze	2	0	2	3	0	0	1	3	11
Azetabulum	Hund	6	3	1	3	0	0	0	16	29
	Katze	2	1	0	0	0	0	1	4	8
Iliosakralgelenksluxation und Ilium	Hund	0	1	0	1	0	0	4	8	14
	Katze	5	0	2	3	1	0	3	5	19
Iliosakralgelenksluxation und Azetabulum	Hund	3	1	2	2	0	0	4	5	17
	Katze	2	0	0	1	0	0	6	3	12
Ilium und Azetabulum	Hund	4	5	3	4	1	2	1	15	35
	Katze	1	1	2	0	0	0	1	2	7
Iliosakralgelenksluxation und Ilium und Azetabulum	Hund	1	2	3	0	0	1	2	6	15
	Katze	1	0	3	5	1	0	2	1	13
Gesamtsumme		70	20	20	45	7	4	46	143	355

Im Folgenden werden die einzelnen Beckenfrakturen bzw. -luxationen sowie deren Therapieerfolge und Therapiemethoden anhand der Beckenfrakturklassifikation erläutert.

2.2. Gruppe A – Frakturen nicht gewichttragender Beckenelemente

2.2.1. Ischium- und Pubisfrakturen innerhalb der Gesamtpopulation

Bezogen auf die Gesamtpopulation hatten insgesamt 155 Hunde (77,5 %) und 89 Katzen (57,4 %) Ischiumfrakturen, wobei Hunde signifikant häufiger betroffen waren als Katzen ($p < 0,001$). Von den Ischiumfrakturen waren Avulsionen des Tuber ischiadicum bei 16,9 % der Katzen ($n=15$) und nur 5,2 % der Hunde ($n=8$) zu beobachten. Im Rahmen der Untersuchung des Frakturlinienverlaufes wurden einfache Frakturen sowohl bei Hunden als auch bei Katzen häufiger diagnostiziert als komplizierte. In der Hundepopulation hatten 75 Tiere (48,4 %) einfache, 33 Tiere (21,3 %) zweifache und 47 Tiere (30,3 %) mehrfache Frakturen. Bei den Katzen wurden in 58 % der Fälle ($n=51$) einfache, in 25 % der Fälle ($n=22$) zweifache Frakturen und in 17 % der Fälle ($n=15$) Mehrfachfrakturen nachgewiesen. Zuletzt genannte waren bei Hunden signifikant häufiger ($p = 0,02$) als bei Katzen. Unilaterale Frakturen kamen bei beiden Tierarten signifikant häufiger vor als bilaterale Frakturen ($p = 0,001$). Von den 155 Hunden mit Ischiumfrakturen zogen sich 69 % ($n=107$) unilaterale und 31 % ($n=48$) bilaterale Verletzungen zu. Bei den Katzen hatten 78,7 % ($n=70$) unilaterale und 21,3 % ($n=19$) bilaterale Frakturen.

ren. Die Lokalisationen sowie die Frakturzahl in Bezug auf die gesamte Population spiegelt Tabelle 13 wider.

Tabelle 13: Lokalisation und Frakturzahl der Ischiumfrakturen bei Hunden (n=200) und Katzen (n=155)

Ischiumfrakturen vereinfacht bei Hunden und Katzen								
Tierart	Keine	Einseitig einfach	Einseitig zweifach	Einseitig multipel	Beidseitig einfach	Einseitig einfach, kontralateral multipel	Beidseitig multipel	Gesamtsumme
Hund	45 (12,7 %)	73 (20,6 %)	20 (5,6 %)	14 (4 %)	14 (4 %)	21 (5,9 %)	13 (3,6 %)	200 (56,3 %)
Katze	66 (18,6 %)	49 (13,8 %)	16 (4,5 %)	5 (1,4 %)	8 (2,2 %)	10 (2,8 %)	1 (0,3 %)	155 (43,7 %)
Gesamtsumme	111 (31,3 %)	122 (34,4 %)	36 (10,1 %)	19 (5,4 %)	22 (6,2 %)	31 (8,7 %)	14 (3,9 %)	355 (100 %)

Sowohl bei Hunden (n=90; 58,1 %) als auch bei den Katzen (n=50; 56,2 %) waren Frakturen der Tabula ossis ischii am häufigsten vertreten. Frakturen des Corpus ossis ischii kamen bei 36 Hunden (18 %) und 21 Katzen (13,5 %) vor, wobei sieben Hunde und drei Katzen dislozierte Stückfrakturen des Ischiumkörpers hatten. Azetabulumnahe Frakturen waren bei Hunden (n=68; 43,9 %) signifikant häufiger ($p < 0,05$) zu beobachten als bei Katzen (n=23; 25,8 %). Im Bereich der Beckensymphyse kam es bei 31 Hunden (15,5 %) und 17 Katzen (11 %) zu Verletzungen. Frakturen im Bereich des Ramus ossis ischii kamen dagegen bei beiden Tierarten seltener vor (Hunde n=16; 8 % / Katzen n=6; 3,9 %). Das Tuber ischiadicum frakturierte häufiger bei Katzen als bei Hunden, wie die Ergebnisse von 15 Katzen (16,9 %) und acht Hunden (5,2 %) zeigen. Mit einem Wert $p = 0,02$ ist dieser Unterschied signifikant.

Frakturen des Os pubis waren mit Abstand die häufigsten Frakturen bei Hunden und Katzen. Sie konnten bei 175 Hunden (87,5 %) und 117 Katzen (75,5 %) nachgewiesen werden. Mit einem Wert $p = 0,003$ sind Hunde signifikant häufiger betroffen als Katzen. Isolierte Pubisfrakturen waren sehr selten und wurden nur bei zwei Katzen (1,3 %) und neun Hunden (4,5 %) diagnostiziert. Bei den Katzen kamen einfache Schambeinfrakturen mit 44,4 % (n=52) am häufigsten und beim Hund am seltensten mit 31,4 % (n=55) vor. Zweifache Frakturen waren beim Hund mit 36,6 % (n=64) überrepräsentiert. Mehrfragmentfrakturen waren bei Katzen seltener (n=26; 22,2 %). Im Gegensatz dazu kamen sie bei 33,7 % (n=59) der Hunde vor. Trümmerfrakturen des kranialen Schambeinkammes wurden beim Hund signifikant häufiger ($p = 0,003$) festgestellt als bei den Katzen. Davon wa-

ren 26 Hunde (14,8 %) und fünf Katzen (4,3 %) betroffen. Die Anzahl der Brüche an diesem Knochensegment bezogen auf die gesamte Population wurde unter Berücksichtigung der Lage am Becken tabellarisch dargestellt (Tabelle 14):

Tabelle 14: Frakturhäufigkeit und Topografie bei Pubisfrakturen von Hunden (n=200) und Katzen (n=155)

Pubisfrakturen vereinfacht bei Hunden und Katzen						
Tierart	Keine	Einseitig einfach	Beidseitig einfach	Einseitig multipel	Beidseitig multipel	Gesamtsumme
Hund	25 (7 %)	55 (15,5 %)	55 (15,5 %)	23 (6,5 %)	42 (11,9 %)	200 (56,3 %)
Katze	38 (10,7 %)	52 (14,6 %)	38 (10,7 %)	12 (3,4 %)	15 (4,2 %)	155 (43,7 %)
Gesamtsumme	63 (17,7 %)	107 (30,1 %)	93 (26,2 %)	35 (9,9 %)	57 (16,1 %)	355 (100 %)

Im Rahmen der Frakturklassifikation wurden alleinige Beckenbodenfrakturen bei nur 27 Patienten (22 Hunde/5 Katzen) festgestellt. Diese isolierten Beckenbodenfrakturen kamen bei 12 Tieren (9 Hunde/3 Katzen) unilateral und bei 15 Tieren (13 Hunde/2 Katzen) bilateral vor.

2.2.2. Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation

Alleinige Frakturen von nicht gewichttragenden Elementen bzw. Beckenrandfrakturen traten bei nur fünf Katzen (3,2 %) und 22 Hunden (11 %) auf. Zu den betroffenen Beckenknochen zählen das Os ischii (17 Hunde/zwei Katzen) sowie das Os pubis (21 Hunde/fünf Katzen). Eine zusätzliche Fraktur im Bereich der Ala ossis ilii wurde bei einer Katze diagnostiziert. Auch eine Lösung der Beckensymphyse konnte bei vier Hunden (2 %) und einer Katze beobachtet werden.

Sowohl die Katzen als auch die Hunde dieser Gruppe wurden einer konservativen Behandlung unterzogen. Bei einem Hund, der sich im Rahmen des Traumas eine Femurfraktur zuzog, wurde eine Femurkopfhalsresektion durchgeführt. Die begleitenden Beckenbodenfrakturen wurden nicht therapiert.

2.2.3. Therapieerfolg und Komplikationen

Zur klinischen Kontrolluntersuchung wurden insgesamt sieben Tiere, davon fünf Hunde und zwei Katzen, vorgestellt. Der Fragebogen wurde von zwei Katzenbesitzern zurückgesandt. Die folgende Tabelle 15 fasst die Behandlungsergebnisse zusammen.

Tabelle 15: Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Frakturen nicht gewichtstragender Beckenelemente (n=27)

Beckenverletzung	Tierart	Therapieerfolg nach klinischer Untersuchung			Therapieerfolg nach Fragebogenauswertung			Ohne Nachkontrolle		Gesamtsumme
		gut	befriedigend	un-befriedigend	gut	befriedigend	un-befriedigend	verstorben	ohne Kontrolle	
Nicht gewichtstragende Elemente	Hund	5 (18,5 %)	0	0	1 (3,7 %)	1 (3,7 %)	0	2 (7,4 %)	13 (48,1 %)	22 (81,5 %)
	Katze	2 (7,4 %)	0	0	0	0	0	1 (3,7 %)	2 (7,4 %)	5 (18,5 %)
Gesamtsumme		7 (26 %)	0	0	1 (3,7 %)	1 (3,7 %)	0	3 (11,1 %)	15 (55,5 %)	27 (100 %)

Im Rahmen der röntgenologischen Frakturkontrolle konnten milde Pseudarthrosen bei einem Hund und einer Katze nachvollzogen werden. Klinisch führte ein Hund mit begleitender Femurfraktur die betroffene Hintergliedmaße geringgradig steifer vor, ohne dabei eine Lahmheit zu zeigen. Bei einem Hund mit Schwanzabriss wurde ein reduzierter Schwanztonus festgestellt; alle anderen Tiere waren hinsichtlich ihrer Schwanzmotorik unauffällig. Die neurologische Untersuchung aller anderen Patienten blieb ohne besonderen Befund. Die Therapieerfolge konnten bei allen sieben nachkontrollierten Patienten als gut eingestuft werden.

In den zurückgesandten Fragebögen zweier Hundebesitzer wurde der Behandlungserfolg je einmal als gut und als befriedigend eingestuft. Der zuletzt genannte Patient zeigte nach Ruhe immer wieder geringgradige Lahmheiten und er hatte einen zusätzlichen Schwanzabriss, dessen Motorik nie vollständig zurückkehrte.

2.3. Gruppe B – Verletzungen eines gewichttragenden Beckenelementes

2.3.1. Iliosakralgelenksluxationen

2.3.1.1. Vorkommen innerhalb der Gesamtpopulation

Luxationen im Iliosakralgelenk traten innerhalb der Gesamtpopulation bei 52,4 % der Patienten auf. Sie wurden bei einem Drittel (n=66; 33 %) der Hunde und mehr als Dreiviertel (n=120; 77,4 %) der Katzen diagnostiziert. Bei Katzen kam es signifikant häufiger zu Iliosakralgelenksluxationen als beim Hund ($p < 0,001$).

Iliosakralgelenksluxationen konnten sowohl bei Hunden als auch bei Katzen am häufigsten unilateral festgestellt werden. Es waren 57 Hunde (86,4 %) und 88 Katzen (73,3 %) betroffen. Bilaterale Verletzungen der Iliosakralgelenke traten bei Hunden mit neun Tieren (13,6 %) etwas seltener als bei Katzen mit 32 Tieren (26,7 %) auf. Bei der Stärke der Dislokation kristallisierten sich Unterschiede der beiden Populationen heraus, die im Folgenden tabellarisch aufgelistet werden

(Tabelle 16).

Tabelle 16: Schweregrad und Topografie der Iliosakralgelenksluxationen im tierartlichen Vergleich (n=355)

Tierart	Keine	Einseitig geringgradig	Beidseitig geringgradig	Einseitig mittelgradig	Einseitig gering- & kontralateral mittelgradig	Beidseitig mittelgradig	Einseitig hochgradig	Einseitig gering- & kontralateral hochgradig	Einseitig mittel- & kontralateral hochgradig	Beidseitig hochgradig	Gesamtsumme
Hund	134 (37,7%)	17 (4,8 %)	0 (0 %)	1 (5,3 %)	1 (0,3 %)	3 (0,9 %)	21 (5,9 %)	1 (0,3 %)	0 (0 %)	4 (1,2 %)	20 (5,6%)
Katze	33 (9,3 %)	18 (5,1 %)	3 (0,8 %)	34 (9,6 %)	6 (1,7 %)	9 (2,5 %)	32 (9 %)	5 (1,4 %)	6 (3,9 %)	9 (2,5 %)	155 (43,7%)
Gesamtsumme	167 (47 %)	35 (9,9 %)	3 (0,8 %)	53 (14,9%)	7 (2 %)	1 (3,4 %)	53 (14,9 %)	6 (1,7 %)	6 (3,9 %)	13 (3,7 %)	355 (100%)

Grundsätzlich sind mittel- und hochgradige Dislokationen bei beiden Tierarten überrepräsentiert. Im Vergleich geringgradiger Luxationen zwischen beiden Populationen kommen jene mit 8,5 % bei Hunden (n=17) seltener vor als bei den Katzen (n=21; 13,5 %). Mittel- und hochgradige Dislokationen kamen bei den Katzen mehr als doppelt so häufig vor wie bei den Hunden. Mittelgradige Iliosakralgelenksluxationen, die allein oder in Kombination mit geringgradigen Dislokationen auftraten, wurden bei 49 Katzen (31,6 %) und 23 Hunden (11,5 %) diagnostiziert. Die hochgradigen Luxationen, welche isoliert oder gemeinsam mit gering- oder mittelgradigen Iliosakralgelenksluxationen vorkamen, traten nur bei 26 Hunden (13 %), aber bei 52 Katzen (33,5 %) auf.

2.3.1.2. Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation

Innerhalb der zweiten Gruppe waren 20 Hunde und 80 Katzen mit Iliosakralgelenksluxationen vertreten. Die Mehrheit der Patienten erlitt signifikant ($p < 0,05$) häufiger unilaterale Iliosakralgelenksluxationen (Hunde: n=17; 85 % / Katzen: n=20, 25 %) als bilaterale (Hunde: n=3; 15 % / Katzen: n=60; 75 %). Der Dislokationsgrad variierte von gering- über mittel- bis hochgradig. Bei den Hunden dislozierten die Iliosakralgelenksluxationen am häufigsten geringgradig (n=10; 50 %), gefolgt von hochgradig (n=7; 35 %) und mittelgradig (n=3; 15 %). Bei den Katzen wurden dagegen überwiegend mittlere (n=40; 50 %) sowie hochgradige (n=31; 38,8 %) und zuletzt geringe Dislokationsgrade (n=19; 23,8 %) diagnostiziert. Begleitende Beckenbodenfrakturen kamen in Form von Ischiumfrakturen bei 15 Hunden (75 %) und 42 Katzen (52,5 %) sowie Pubisfrakturen bei 17 Hunden (85 %) und 56 Katzen (70 %) vor.

Für die Behandlung standen, je nach Dislokationsgrad, konservative und chirurgische Therapien zur Auswahl. Insgesamt wurden fünf Hunde (25 %) konservativ und 15 Hunde (75 %) chirurgisch therapiert. Davon wurden sieben Hunde (35 %) an einer unilateralen und zwei (10 %) an einer bilateralen Iliosakralgelenksluxation versorgt. Bei zwei anderen Patienten (10 %) wurde zusätzlich die kontralaterale Sakrumfraktur und bei vier Hunden (20 %) die ipsilaterale Sakrumfraktur mit fixiert. Von den betroffenen Hunden wurden zwei Tiere (2/15; 13,3 %) in der Operation euthanasiert und drei Tiere (3/15; 20 %) verstarben in der postoperativen Phase.

Bei den Katzen erhielten insgesamt 14 Patienten (17,5 %) konservative und 59 Tiere (73,8 %) chirurgische Behandlungen. Sieben Tiere (8,7 %) verstarben frühzeitig an ihren Verletzungen. Unilaterale Iliosakralgelenksluxationen wurden bei 30 Katzen (37,5 %) und bilaterale bei 18 Katzen (22,5 %) chirurgisch versorgt. Bei vier Katzen (5 %) wurden Sakrumfrakturen mit ipsilateraler Iliosakralgelenksluxation und bei fünf Katzen (6,3 %) Sakrumfrakturen mit kontralateraler Iliosakralgelenksluxation operativ behandelt. In zwei Fällen lag eine hochgradige Luxation der Ischiumfraktur vor, sodass diese zusätzlich mittels Pin und Drahtzirkelklammer fixiert wurde. Die chirurgische Versorgung erfolgte bei der Katze nach durchschnittlich 3,1 Tagen und beim Hund nach 2,5 Tagen.

2.3.1.3. Therapieerfolg und Komplikationen

Insgesamt 32 Patienten mit Iliosakralgelenksluxationen konnten nachuntersucht werden, wobei es sich um vier Hunde und 28 Katzen handelte. Zusätzlich wurden von einem Hundebesitzer und 19 Katzenbesitzern Fragebögen ausgefüllt und zurück geschickt. Die klinische Nachuntersuchung erfolgte bei den Katzen nach durchschnittlich 2,1 Jahren und beim Hund nach 1,8 Jahren. Tabelle 17 fasst die Behandlungsergebnisse dieser Gruppe zusammen:

Tabelle 17: Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Iliosakralgelenksluxation (n=100)

Beckenverletzung	Tierart	Therapieerfolg nach klinischer Untersuchung			Therapieerfolg nach Fragebogenauswertung			Ohne Nachkontrolle		Gesamtsumme
		gut	befriedigend	un-befriedigend	gut	befriedigend	un-befriedigend	verstorben	ohne Kontrolle	
Iliosakralgelenksluxation	Hund	4 (4%)	0	0	0	1 (1%)	0	5 (5%)	10 (10%)	20 (20%)
	Katze	22 (22%)	5 (5%)	1 (1%)	17 (17%)	1 (1%)	1 (1%)	7 (7%)	26 (26%)	80 (80%)
Gesamtsumme		26 (26%)	5 (5%)	1 (1%)	17 (17%)	2 (2%)	1 (1%)	12 (12%)	36 (36%)	100 (100%)

Im Rahmen der klinischen Untersuchung der Hunde war keine Lahmheit, allerdings bei zwei Patienten eine steife Gliedmaßenbewegung nachvollziehbar. In einem Fall korrelierte der Befund mit der begleitenden Femurluxation. Auch drei Katzen zeigten Ganganomalien. So lief ein Tier mit beidseitiger Iliosakralgelenksluxation schwankend in den Hintergliedmaßen und eine Katze verkürzte die Schritte hinten links nach Femurluxation. Bei einer weiteren Katze wurde eine bilaterale Iliosakralgelenksluxation nur einseitig versorgt, das Implantat versagte und sie zeigte eine mittelgradige Lahmheit. Zusätzlich lief dieses Tier kontralateral aufgrund einer Nervus tibialis-Lähmung plantigrad. Die Lahmheiten der Katzen traten nur in einem Fall konstant mittelgradig auf; bei den restlichen fünf Tieren war sie geringgradig ausgeprägt und trat intermittierend auf. Reproduzierbare Reaktionen bei Palpation des Überganges von LWS zum Sakrum konnten bei zwei Katzen festgestellt werden. Neurologische Defizite im Sinne von propriozeptiven Defiziten oder Ataxien wurden nicht beobachtet.

Bei der Auswertung der Kontrollröntgenbilder wurden bei drei Hunden und bei fünf Katzen unilaterale Ankylosierungen festgestellt. Weitere fünf Katzen zeigten diese Veränderungen bilateral. Pseudarthrosen im Bereich des Beckenbodens konnten bei einem Hund und zwei Katzen ohne klinische Relevanz für die Patienten nachgewiesen werden.

Komplikationen traten bei zwei Hunden in Form eines Implantatversagens und einer Wundinfektion auf, wobei letztere durch Debridement und durch eine Teilimplantatentfernung abheilte. Bei den Katzen (insgesamt 8/80) kam es dreimalig zum Implantatversagen, einmalig zur Wundinfektion, einmalig zu Wundheilungsstörungen, zweimalig zur Implantatlockerung mit folgender Nervenschädigung und einer lebenslangen Koprostaseneigung. Bei einer Katze lag eine Reluxation nach konservativ versorgter Femurluxation vor, so dass eine chirurgische Versorgung nötig wurde. Insgesamt vier Implantatentfernungen wurden durchgeführt. Re-Operationen waren nach Implantatversagen bei einem Hund und vier Katzen nötig, wobei die Besitzer eines Tieres keine erneute Operation wünschten.

2.3.2. Iliumfrakturen

2.3.2.1. Vorkommen innerhalb der Gesamtpopulation

Frakturen des Os ilium betrafen 111 Hunde (55,5 %) und 51 Katzen (32,9 %).

Damit waren Hunde mit dieser Fraktur signifikant überrepräsentiert ($p < 0,001$). Avulsionen der Ala ossis ilii traten bei beiden Tierarten selten auf (Hunde: $n=7$; 3,5 % / Katzen: $n=1$; 0,6 %). Es gab keinen signifikanten Unterschied.

Darmbeinschauelfrakturen wurden ausschließlich unilateral bei den Patienten beobachtet, wobei mehr Hunde ($n=26$; 13 %) als Katzen ($n=9$; 5,8 %) betroffen waren. Frakturen der Darmbeinschaukel traten bei Hunden signifikant häufiger auf als bei Katzen ($p = 0,024$). Die einfache einseitige Darmbeinkörperfraktur kam sowohl bei Hunden als auch bei Katzen am häufigsten vor. Insgesamt 162 Patienten mit Iliumfrakturen wurden vorgestellt. Bei beiden Tierarten traten unilaterale Frakturen ($n=154$; 95,1 %) deutlich häufiger auf als bilaterale ($n=8$; 4,9 %). Einseitige Iliumfrakturen wurden bei 105 Hunden (94,6 %) und 49 Katzen (96,1 %) nachgewiesen, wobei einfache Bruchlinienverläufe überrepräsentiert waren (Hunde: $n=85$; 76,6 % / Katzen: $n=38$; 74,5 %). Es folgten zweifache Frakturen bei 14 Hunden (12,6 %) und elf Katzen (21,6 %) sowie Mehrfragmentfrakturen, die bei 12 Hunden (10,8 %) und zwei Katzen (3,9 %) diagnostiziert wurden. Neben kurzen Schrägfrakturen konnten lange Schräg-, Quer-, Stück-, Y- und Splitterfrakturen festgestellt werden. Letztere waren ausschließlich bei Hunden ($n=11$; 9,9 %) nachzuweisen. Schrägfrakturen kamen beim Hund mit 62,2 % ($n=69$) ähnlich häufig vor wie bei der Katze ($n=27$; 52,9 %). Eine Übersicht von Topografie und Bruchlinienverlauf gibt Tabelle 18.

Tabelle 18: Frakturhäufigkeit und Topografie von Iliumfrakturen im tierartlichen Vergleich (n=355)

Iliumfrakturen vereinfacht bei Hunden und Katzen							
Tierart	Keine	Einseitig einfach	Einseitig zweifach	Beidseitig einfach	Einseitig multipel	Beidseitig multipel	Gesamtsumme
Hund	89 (25,1 %)	85 (23,9 %)	9 (2,5 %)	5 (1,4 %)	11 (3,1 %)	1 (0,3 %)	200 (56,3%)
Katze	104 (29,3 %)	38 (10,7 %)	11 (3,1 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	2 (0,6 %)	155 (43,7%)
Gesamtsumme	193 (54,4 %)	123 (34,6 %)	20 (5,6 %)	5 (1,4 %)	11 (3,1 %)	3 (0,9 %)	355 (100%)

2.3.2.2. Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation

Isolierte Darmbeinfrakturen bilden die dritte Gruppe der Beckenfrakturklassifikation. Sie wurden bei 48 Hunden und 11 Katzen diagnostiziert. Dabei waren unilaterale Frakturen oder Fissuren bei beiden Tierarten dominierend (Hunde: $n=48$;

91,7 % / Katzen: n=10; 91 %). Die Frakturlinienverläufe variierten zwischen schräg (Hunde: n=25; 52,1 % / Katzen: n=3; 27,3 %), lang-schräg (Hunde: n=10; 20,8 % / Katzen: n=1; 9,1 %), quer (Hunde: n=9; 18,7 % / Katzen: n=3; 27,3 %) und Stückfrakturen (Hunde: n=4; 8,3 % / Katzen: n=4; 36,4 %). Zusätzliche Ischiumfrakturen konnten bei 34 Hunden (70,8 %) und acht Katzen (72,7 %) sowie Pubisfrakturen bei 39 Hunden (81,3 %) und acht Katzen (72,7 %) festgestellt werden. Avulsionen der Ala ossis ilii kamen bei drei Hunden (6,3 %) und einer Katze vor.

Von den 48 Darmbeinfrakturen bei Hunden wurden fünf (10,4 %) Fissuren junger Tiere konservativ und 40 (83,3 %) Frakturen chirurgisch versorgt. Drei Hunde (6,3 %) und eine Katze verstarben, bevor eine Frakturversorgung durchgeführt werden konnte. Bei den Katzen erfolgte nur in einem Fall eine konservative, aber in neun Fällen (81,8 %) eine chirurgische Therapie. Zu den chirurgisch versorgten Frakturen gehörten beim Hund 35 (72,9 %) und bei der Katze acht (72,7 %) unilaterale Darmbeinsäulenfrakturen, wobei zwei Hunde und eine Katze zusätzlich eine Fixation der dislozierten Ischiumkörperfraktur erhielten. Bei einem anderen Hund lag eine kurze Schrägfraktur der Darmbeinschaukel mit ipsilateraler Sakrumfraktur vor. Bilaterale Frakturen waren seltener, da sie nur vier Hunde (8,3 %) und eine Katze betrafen. Zwei Hunde hatten beidseitige Iliumfrakturen, bei denen jeweils eine unilaterale acetabulumnahe Stückfraktur vorlag. Fissuren traten bei zwei Hunden und einer Katze sowie Avulsionen bei drei Hunden (6,3 %) auf. Sie wurden alle konservativ therapiert. Insgesamt zwei Hunde erhielten neben der Osteosynthese ihrer Iliumfraktur auf der kontralateralen Seite eine Femurkopfhalsresektion nach einer Femurluxation bzw. alten Femurfraktur. Die Behandlung der Frakturen erfolgte bei den Hunden nach durchschnittlich 2,2 Tagen und bei Katzen nach vier Tagen.

2.3.2.3. Therapieerfolg und Komplikationen

Zu den Patienten mit Iliumfrakturen, die zur klinischen Kontrolle erschienen, gehören zwölf Hunde und vier Katzen. Insgesamt sechs Hunde- und drei Katzenbesitzer schickten den ausgefüllten Fragebogen zurück. Die klinische Nachuntersuchung erfolgte bei den Katzen nach durchschnittlich 1,9 Jahren. Beim Hund wurden die Kontrollen nach 2,2 Jahren durchgeführt. Die unten stehende Tabelle 19 gibt die Therapieerfolge wider:

Tabelle 19: Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Iliumfrakturen (n=59)

Beckenverletzung	Tierart	Therapieerfolg nach klinischer Untersuchung			Therapieerfolg nach Fragebogenauswertung			Ohne Nachkontrolle		Gesamtsumme
		gut	befriedigend	un-befriedigend	gut	befriedigend	un-befriedigend	verstorben	ohne Kontrolle	
Ilium	Hund	10 (16,9 %)	1 (1,7 %)	1 (1,7 %)	5 (8,5 %)	1 (1,7 %)	0	6 (10,2 %)	24 (40,7 %)	48 (81,4 %)
	Katze	2 (3,4 %)	0	2 (3,4 %)	3 (5,1 %)	0	0	1 (1,7 %)	3 (5,1 %)	11 (18,6 %)
Gesamtsumme		12 (20,3 %)	1 (1,7 %)	3 (5,1 %)	8 (13,6 %)	1 (1,7 %)	0	7 (11,9 %)	27 (45,8 %)	59 (100 %)

In der klinischen Untersuchung zeigten die Hunde je einmal intermittierende geringgradig bzw. konstant mittelgradige Lahmheiten, wohingegen eine Katze mittelgradig und die zweite konstant hochgradig lahm liefen. Bei je einem Hund wurde zusätzlich eine Patellaluxation bzw. Kreuzbandruptur diagnostiziert; eine Katze hatte bekannte Arthrosen im Kniegelenk. Die Hüftrotation war für je zwei Hunde und Katzen reproduzierbar unangenehm. Im Rahmen der neurologischen Untersuchung fielen keine Ataxien oder Veränderungen der spinalen Reflexe auf. Jedoch zeigten je ein Hund und eine Katze verzögerte Haltungs- und Stellreaktionen in den Hintergliedmaßen, denen eine deutliche Muskelatrophie nachzuweisen war.

Bei der röntgenologischen Auswertung der Iliumfrakturen konnten bei vier Hunden und zwei Katzen arthrotische Veränderungen festgestellt werden. Dabei bildete sich bei einem Hund mit gleichzeitiger Sakrumfraktur zusätzlich eine Ankylose. Auch Pseudarthrosen im Bereich nicht versorgter Sitzbeinfrakturen konnten bei einer Katze und vier Hunden beobachtet werden. Einer der Hunde zeigte bilateral diese Pathologie.

Der unbefriedigende Therapieerfolg eines Hundes resultierte aus einem Implantatversagen, da hieraus eine konstante Lahmheit, Hinterhandschwäche und röntgenologisch starke Kallusbildung im Bereich des ehemaligen Frakturspaltes resultierten. Der Patient mit befriedigendem Behandlungserfolg wurde nach einem Implantatbruch neu versorgt, zeigte jedoch nur eine geringe intermittierende Lahmheit. Im Falle der Katze mit bilateraler Iliumfraktur kam es zur Implantatlockerung mit Nervenschädigung, wodurch sie propriozeptive Defizite zeigte. Die andere Katze zeigte Wetterföhligkeit und eine mittelgradige Lahmheit sowie röntgenologisch Arthrosen und eine Pseudarthrose im Bereich des Sitzbeines.

Komplikationen traten bei insgesamt sechs von 48 Hunden und drei von elf Kat-

zen auf. Ein Hund mit Wirbelluxation verstarb in der Operation und drei Hunde erlagen postoperativ ihren schweren Verletzungen. Begleitverletzungen waren hier neben hochgradigen Weichteiltraumata eine Femurfraktur, eine Metatarsalfraktur und Wirbelluxation. Auch die Katze mit Harnblasenruptur verstarb aufgrund der Folgen dieser Verletzung. Zum Implantatversagen kam es bei einer unilateralen Iliumschaftfraktur eines über 30 kg schweren Hundes. Durch eine Implantatlockerung und daraus resultierender Nervenschädigung mussten zwei Katzen und ein Hund erneut operiert werden. Diese drei Patienten zeigten Lahmheiten und starke proliferative Veränderungen im Frakturbereich. Ein mittelgroßer Hund (10 - 15 kg) erhielt aufgrund der Reluxation einer operativ versorgten Femurluxation eine Femurkopfhalsresektion.

2.3.3. Azetabulumfrakturen

2.3.3.1. Vorkommen innerhalb der Gesamtpopulation

Von den 355 Hunden und Katzen zogen sich 38,9 % (n=138) Azetabulumfrakturen zu, wobei es sich um 97 Hunde (48,5 %) und 41 Katzen (26,5 %) handelte. Hunde waren damit signifikant häufiger betroffen als Katzen ($p < 0,001$). Diese 138 Patienten zogen sich 152 unterschiedlich lokalisierte Iliumfrakturen zu. Bezüglich der Frakturtopografie konnten signifikant mehr einseitige Azetabulumfrakturen bei Hunden und Katzen festgestellt werden als beidseitige ($p < 0,001$). Bei Hunden traten außerdem signifikant häufiger einfache Frakturlinienverläufe auf ($p < 0,001$) als bei Katzen, die sich komplexere Frakturen zuzogen.

Unilaterale einfache Frakturen kamen bei 74,2 % (n=72) der Hunde sowie 70,7 % (n=29) der Katzen vor und unilaterale Mehrfragmentfrakturen bei 20,6 % (n=20) der Hunde sowie 14,6 % (n=6) der Katzen. Bilaterale Azetabulumfrakturen waren mit nur fünf betroffenen Hunden (5,1 %) und sechs Katzen (14,6 %) selten. Frakturen des Azetabulumrandes wurden bei Hunden signifikant häufiger ($p = 0,027$) diagnostiziert als bei Katzen. Dagegen kamen kraniale Frakturen bei den Katzen signifikant häufiger vor ($p = 0,003$) als bei Hunden. Kaudale Frakturlokalisationen waren bei beiden Tierarten ähnlich häufig vertreten (Hunde: n=23; 23,7 % / Katzen: n=12; 29,3 %). Trümmerfrakturen wurden insgesamt etwas seltener diagnostiziert und konnten bei 15 Hunden (15,6 %) sowie fünf Katzen (12,2 %) nachgewiesen werden. Kraniale Bruchlokalisationen traten bei den Katzen in 31,7 %

(n=13) der Fälle und in 10,3 % der Fälle (n=10) bei den Hunden auf. Eine Zusammenfassung über die Topografie der Azetabulumfrakturen gibt Tabelle 20 wider:

Tabelle 20: Lokalisation der Azetabulumfrakturen bei Hunden (n=200) und Katzen (n=155)

Tierart	Rand unilateral	Rand bilateral	Kaudal unilateral	Kranial unilateral	Kranial bilateral	Zentral unilateral	Trümmerfraktur unilateral	Fissur zentral unilateral	Keine Azetabulumfraktur	Gesamtsumme
Hund	29 14,5%	1 0,5%	23 11,5%	9 4,5%	1 0,5%	26 13%	15 7,5%	2 1%	94 47%	200 56,3%
Katze	5 3,2%	1 0,6%	12 7,7%	12 7,7%	1 0,6%	9 5,8%	5 3,2%	1 0,6%	109 70,3%	155 43,7%
Gesamtsumme	34 9,6%	2 0,6%	35 9,9%	21 5,9%	2 0,6%	35 9,9%	20 5,6%	3 8,5%	203 57,2%	355 100%

2.3.3.2. Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation

Innerhalb der Frakturklassifikation traten alleinige Azetabulumfrakturen bei 29 Hunden (14,5 %) und acht Katzen (5,2 %) auf. Einfache Frakturlinienverläufe dominierten bei beiden Tierarten. Bei den Hunden hatten 18 Tiere (62,1 %) einfache, sechs Tiere (20,7 %) zweifache Frakturen und fünf Tiere (17,2 %) Mehrfragmentfrakturen. Ähnlich war es bei den Katzen, von denen sich fünf (62,5 %) einfache, eine (12,5 %) zweifache und zwei (25 %) mehrfache Frakturen zuzogen. Bilaterale Azetabulumfrakturen waren mit zwei Hunden (6,9 %) und einer Katze (12,5 %) selten. Die Frakturen lagen beim Hund in absteigender Reihenfolge wie folgt vor: kaudal neun (31 %), zentral acht (27,6 %), randständig sieben (24,1 %), zertrümmert fünf (17,2 %), zentral unilateral drei (10,3 %), kranial bilateral einmal (3,4 %) und eine zentral verlaufende Fissur lag ebenfalls bei einem Hund (3,4 %) vor. Bei den Katzen kam es bei je zwei Tieren (25 %) zu Rand- bzw. Trümmerfrakturen und bei je einem Tier (12,5 %) zu uni- und bilateralen kranialen Azetabulumfrakturen, einer zentralen und einer kaudalen Fraktur. Zusätzliche Ischiumfrakturen wurden bei 24 Hunden (82,8 %) und vier Katzen (50 %) diagnostiziert, Pubisfrakturen traten bei 25 Hunden (86,2 %) und fünf Katzen (62,5 %) auf.

Die chirurgische Behandlung wurde bei 18 Hunden (62,1 %) und die konservative bei elf Hunden (37,9 %) gewählt. Katzen erhielten in vier Fällen konservative (40 %) und in drei Fällen chirurgische Versorgungen (37,5 %). Eine Katze erlag frühzeitig ihren Verletzungen.

Einseitige Azetabulumfrakturen wurden bei 15 Hunden (51,7 %) und drei Katzen (37,5 %) operativ versorgt. Beim Hund traten zusätzlich in zwei Fällen Sitzbeinfrakturen auf, die je einmal ipsi- und kontralateral vorkamen. Sie wurden ebenfalls mittels Osteosynthese fixiert. Nur ein Hund wurde an einer bilateral vorkommenden Azetabulumfraktur versorgt. Eine Katze erhielt bei ihrer kaudalen Azetabulumfraktur eine Femurkopfhalsresektion. Die Operationen erfolgten beim Hund nach durchschnittlich 1,5 Tagen und bei der Katze nach 2,8 Tagen.

2.3.3.3. Therapieerfolg und Komplikationen

Im Rahmen der Nachkontrolle wurden 13 Patienten, davon zehn Hunde und drei Katzen mit Azetabulumfrakturen vorgestellt. Drei Hundebesitzer verschickten die ausgefüllten Fragebögen ohne ihr Tier zur Kontrolluntersuchung vorzustellen. Die Nachuntersuchung bei Hunden wurde nach durchschnittlich 1,8 Jahren und bei Katzen nach acht Monaten durchgeführt. Tabelle 21 fasst die Therapieergebnisse zusammen:

Tabelle 21: Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Azetabulumfrakturen (n=37)

Beckenverletzung	Tierart	Therapieerfolg nach klinischer Untersuchung			Therapieerfolg nach Fragebogenauswertung			Ohne Nachkontrolle		Gesamtsumme
		gut	befriedigend	unbefriedigend	gut	befriedigend	unbefriedigend	verstorben	ohne Kontrolle	
Azetabulum	Hund	6 (16,2 %)	3 (8,1%)	1 (2,7 %)	3 (8,1%)	0	0	0	16 (43,2 %)	29 (78,4 %)
	Katze	2 (5,4 %)	1 (2,7 %)	0	0	0	0	1 (2,7 %)	4 (10,8 %)	8 (21,6 %)
Gesamtsumme		8 (21,6 %)	4 (10,8 %)	1 (2,7 %)	3 (8,1%)	0	0	1 (2,7 %)	20 (54,1 %)	37 (100 %)

In der orthopädischen Untersuchung zeigten vier Hunde Lahmheiten, von denen zwei geringgradig intermittierend und eine mittelgradig intermittierend ausgeprägt war. Der vierte Hund lief konstant mittelgradig lahm. Ein Patient hatte zusätzlich eine Patellaluxation. Eine geringgradig intermittierende Lahmheit konnte bei einer Katze festgestellt werden, die außerdem einen geringgradig schwankenden Gang aufwies. Je ein Hund und eine Katze zeigten Schmerzreaktionen bei der Hüftrotation. In der neurologischen Untersuchung traten bei einem Hund verzögerte Haltings- und Stellreaktionen in den Hintergliedmaßen auf.

Die Befunde der röntgenologischen Auswertung wiesen bei sieben Hunden und bei zwei Katzen Arthrosen nach. Dabei zeigten vier der fünf konservativ behandelten und nachkontrollierten Hunde arthrotische Veränderungen im Bereich der Azetabula. Aber auch drei von fünf chirurgisch therapierten Hunden hatten Arth-

rosen, die jedoch nur geringgradig ausgeprägt waren. Zu einer Pseudarthrose des Sitzbeines kam es bei einem Hund und bei einer Katze nach Femurkopfhalsresektion.

Ein befriedigender Therapieerfolg konnte bei einem Patient beobachtet werden, welcher infolge der operativen Versorgung seiner Azetabulumfraktur eine Femurluxation erlitt. Er zeigte röntgenologisch ausgeprägte Arthrosen, aber nur eine intermittierende geringgradige Lahmheit. Ein unbefriedigendes Behandlungsergebnis wurde bei einem Hund mit konservativ behandelter Azetabulumfraktur erzielt. Infolge der starken Kallusbildung kam es zur Nervenschädigung, propriozeptiven Defiziten und konstanter mittelgradiger Lahmheit. Die Ergebnisse beider konservativ therapierter kaudaler Azetabulumfrakturen bei Katzen fielen gut aus. Die Tiere zeigten trotz gering- bis mittelgradiger Arthrosen keine Schmerzen oder Lahmheiten. Nur eine operativ versorgte Katze erhielt aufgrund ihrer geringgradig ausgeprägten Lahmheit und dem exzessiven Lecken im Implantatbereich eine befriedigende Einschätzung. Röntgenologisch konnte hier eine Arthrose sowie Pseudarthrose im Ischium beobachtet werden.

Komplikationen standen öfter im Zusammenhang mit operativ als mit konservativ versorgten Azetabulumfrakturen. Eine Nervenschädigung durch übermäßige Kallusbildung konnte bei einem Hund beobachtet werden, dessen Fraktur konservativ therapiert wurde. Bei zwei Hunden lockerten sich bzw. brachen die Implantate, bei zwei weiteren Hunden bestand eine konstante Lahmheit und bei einem anderen Hund kam es nach Versorgung der Azetabulumfraktur zur Femurluxation. Bei keiner der nachuntersuchten Katzen konnten derartige Probleme nachgewiesen werden.

Eine Implantatentfernung wurde bei vier Hunden durchgeführt. Im Falle eines Hundes konnte bei der Röntgenkontrolle eine Implantatlockerung festgestellt werden. Das Tier zeigte keinerlei Probleme, weshalb keine Operation zur Entfernung der Implantate durchgeführt wurde.

2.4. Gruppe C – Verletzungen von zwei gewichttragenden Beckenelementen

Kombinationsverletzungen von Frakturen oder Luxationen zweier gewichttragender Beckenelemente konnten bei 66 Hunden (33 %) und 38 Katzen (24,5 %) diag-

nostiziert werden.

2.4.1. Iliosakralgelenksluxation und Iliumfraktur

2.4.1.1. Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation

Iliosakralgelenksluxationen mit Iliumfrakturen kamen bei 14 Hunden (7 %) und 19 Katzen (12,3 %) vor. Iliosakralgelenksluxationen traten bei Hunden mit dieser Verletzungskombination zu 92,9 % (n=13) unilateral und zu 7,1 % (n=1) bilateral auf. Auch bei den Katzen überwogen unilaterale Verletzungen (n=17; 89,5 %) im Gegensatz zu den bilateralen (n=2; 10,5 %). Außerdem lagen bei drei Katzen gleichzeitig Sakrumfrakturen vor. Im Falle der Iliumfrakturen handelte es sich bei 12 Hunden (85,7 %) um einfache unilaterale, bei einem Hund (7,1 %) um eine zweifache unilaterale Fraktur im Corpus des Os ilium und bei einem anderen Hund (7,1 %) um eine unilaterale Mehrfragmentfraktur. Die Katzen hatten in 15 Fällen (78,9 %) einfache unilaterale Frakturen, in drei Fällen (15,8 %) zweifache unilaterale Frakturen und in einem Fall (5,3 %) bilateral Mehrfragmentfrakturen. Gleichzeitige Ischiumfrakturen lagen bei elf Hunden (78,6 %) und elf Katzen (57,9 %) vor. Pubisfrakturen traten bei 12 Hunden (85,7 %) und 16 Katzen (84,2 %) auf.

In der Regel erfolgte eine chirurgische Therapie beider Beckenverletzungen. Nur ein Hund mit geringgradiger Iliosakralgelenksluxation und kranialer Darmbeinfraktur sowie zwei Katzen mit je einer gering- und mittelgradigen Iliosakralgelenksluxation erhielten eine konservative Behandlung. In diesen Fällen lagen einseitige Fissuren im Ilium vor und die Katzen waren juvenil. Insgesamt zehn Hunde (71,4 %) und 14 Katzen (73,7 %) wurden chirurgisch versorgt. An ihren schweren Begleitverletzungen verstarben drei Hunde (21,4 %) und drei Katzen (15,8 %) bevor eine Operation durchgeführt werden konnte. Folgende Frakturkombinationen wurden operativ versorgt (Tabelle 22):

Tabelle 22: Frakturversorgung bei gleichzeitig auftretenden Iliumfrakturen und Iliosakralgelenksluxationen (n=33)

Therapie von Iliosakralgelenksluxationen und Iliumfrakturen										
Tierart	Konservativ Iliosakralgelenksluxation + Iliumfraktur/-fissur	Operativ Iliosakralgelenksluxation + Darmbeinsäule kontralateral	Konservativ Iliosakralgelenksluxation + Darmbeinsäule unilateral operativ	Operativ Iliosakralgelenksluxation bilateral + Darmbein-schaukel	Operativ Iliosakralgelenksluxation bilateral + Darmbeinsäule unilateral	Konservativ Iliosakralgelenksluxation + Darmbeinsäule+ Ischium kontralateral operativ	Operativ kaudale Darmbeinsäule + ipsilateral Iliosakralgelenksluxation konservativ + Ischium kontralateral operativ	Verstorben vor Versorgung	Gesamtsumme	
Hund	1 (3 %)	6 (18,2 %)	3 (9,1 %)	1 (3 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	3 (9,1 %)	14 (42,4%)	
Katze	2 (6,1 %)	8 (24,2 %)	2 (6,1 %)	0 (0 %)	2 (6,1 %)	1 (3 %)	1 (3 %)	3 (9,1 %)	19 (57,6%)	
Gesamtsumme	3 (9,1 %)	14 (42,4 %)	5 (15,2 %)	1 (3 %)	2 (6,1 %)	1 (3 %)	1 (3 %)	6 (18,2 %)	33 (100%)	

2.4.1.2. Therapieerfolg und Komplikationen

Es konnten nur wenige Nachuntersuchungen von Patienten mit dieser Frakturkombination durchgeführt werden. Allein ein Hund und sieben Katzen wurden zur Langzeitkontrolle vorgestellt. Die Fragebögen von einem Hunde- und vier Katzenbesitzern standen zusätzlich für die Auswertung zur Verfügung. Die Kontrolluntersuchung erfolgte bei den Hunden nach 1,7 Jahren und bei den Katzen nach 2,1 Jahren.

Tabelle 23: Behandlungserfolge von Hunden und Katzen mit Iliosakralgelenksluxation und Iliumfraktur (n=33)

Beckenverletzung	Tierart	Therapieerfolg nach klinischer Untersuchung			Therapieerfolg nach Fragebogenauswertung			Ohne Nachkontrolle		Gesamtsumme
		gut	befriedigend	unbefriedigend	gut	befriedigend	unbefriedigend	verstorben	ohne Kontrolle	
Iliosakralgelenksluxation und Ilium	Hund	0	1 (3 %)	0	1 (3 %)	0	0	4 (12,1 %)	8 (24,2 %)	14 (42,4 %)
	Katze	5 (15,2 %)	0	2 (6,1 %)	3 (9,1 %)	1 (3 %)	0	3 (9,1 %)	5 (15,2 %)	19 (57,6 %)
Gesamtsumme		5 (15,2 %)	1 (3 %)	2 (6,1 %)	4 (12,1 %)	1 (3 %)	0	7 (21,2 %)	13 (39,4 %)	33 (100 %)

In der orthopädischen Untersuchung fiel bei zwei Katzen eine stetige mittelgradige Lahmheit auf. Der nachuntersuchte Hund zeigte eine sehr geringgradige Lahmheit mit Exorotation der verletzten Gliedmaße. Außerdem reagierte er bei Druck auf den lumbosakralen Übergang unangenehm und zeigte laut Besitzer nach Anstrengung eine mittelgradige Lahmheit. Die Hüften aller Patienten waren frei beweglich und indolent. Abweichungen in der neurologischen Untersuchung konnten bei zwei Katzen beobachtet werden. Darunter befand sich eine Katze mit Schwanzabriss, deren Schwanztonus reduziert war und eine zweite mit verzögerter Propriozeption auf der ipsilateralen Seite beider Beckenverletzungen. Von diesen beiden Katzen wurde eine konservativ und die andere chirurgisch versorgt. Bei der Röntgenauswertung des nachuntersuchten Hundes konnten zwar keine

arthrotischen Zubildungen, jedoch Ankylosierungen im Iliosakralgelenk nachgewiesen werden. Bei den Katzen wurden Arthrosen in vier und Ankylosen in drei Fällen festgestellt. Ein Tier zeigte die Ankylosierung sogar bilateral und hatte zusätzlich eine Pseudarthrose am Sitzbein.

Die Einschätzung der Therapieerfolge ist aufgrund der geringen Patientenzahl schwierig. Der einzige kontrollierte Hund wurde chirurgisch versorgt. Ihm wurde ein befriedigendes Behandlungsergebnis zugewiesen, da es zur Implantatlockerung und daraus resultierender Ankylosierung und Schmerzhaftigkeit im lumbosakralen Übergang kam. In diesem Fall wurde die Iliosakralgelenksluxation durch Einbringen einer langen Zugschraube bei der Osteosynthese der Iliumfraktur mit stabilisiert. Zwei Katzen erhielten eine unbefriedigende Einstufung, wobei ein Tier chirurgisch (Iliumfraktur und Iliosakralgelenksluxation mit gleichseitiger langer Zugschraube) und eines konservativ therapiert wurden. Beide zeigten Lahmheiten, Schmerzen und röntgenologische Veränderungen im Sinne von starker Kallusbildung und Ankylosen.

Zu den dokumentierten Komplikationen innerhalb dieser Gruppe zählten bei zwei Hunden Implantatversagen. Dabei gingen die Lockerungen der Implantate einmal mit einer Nervenläsion und ein anderes Mal mit folgender Ankylosierung und Schmerzhaftigkeit bei Druck im Iliosakralbereich einher. Beim letzten Patienten wurde die bilaterale Iliosakralgelenksluxation mit kranialer Darmbeinschaufelfraktur versorgt. Bei den Katzen kam es ebenfalls bei zwei Tieren zur Implantatlockerung, wobei es einmal zur hochgradigen Proliferation im Frakturbereich des Iliums mit folgender Nervenschädigung kam. Die gleichseitige Iliosakralgelenksluxation wurde konservativ versorgt. Im Fall der versorgten Iliumfraktur und kontralateralen Iliosakralgelenksluxation kam es zur Schraubenlockerung am Ilium, aber die Katze zeigte keine Symptome. Im Fall der operierten kaudalen Iliumfraktur mit Versorgung der kontralateralen Ischiumfraktur und konservativ behandelten kontralateralen Iliosakralgelenksluxation kam es nach unzureichender Ruhighaltung des Patienten zur Dislokation der Fragmente und Beckenkanaleinengung. Eine Umversorgung wurde hier von den Besitzern abgelehnt. Die junge Katze mit konservativ therapierter beidseitiger Iliosakralgelenksluxation und Iliumfissur lief nie lahmheitsfrei.

2.4.2. Iliosakralgelenksluxation und Azetabulumfraktur

2.4.2.1. Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation

Frakturen des Azetabulum, die gemeinsam mit Iliosakralgelenksluxationen einhergehen, traten bei 17 Hunden (8,5 %) und 12 Katzen (7,7 %) auf. Dabei waren Iliosakralgelenksluxationen bei 13 Hunden (76,5 %) unilateral und bei vier Hunden (23,5 %) bilateral vertreten. Auch in der Katzenpopulation überwogen unilaterale Luxationen mit 75 % (n=9) den bilateralen (n=3; 25 %). Die Azetabulumfrakturen waren bei 15 Hunden (88,2 %) unilateral und bei zwei Hunden (11,8 %) bilateral lokalisiert. Bei den Katzen dominierten ebenfalls unilaterale Frakturen mit elf betroffenen Katzen (91,7 %). Eine bilaterale Azetabulumfraktur kam nur bei einer Katze (8,3 %) vor. Die Lokalisation der Frakturlinienverläufe bei Hunden verteilte sich wie folgt: sechs zentral und sechs am Rand, fünf kaudal und je einer kranial bzw. zertrümmert. Lagen die Verletzungen bilateral vor, handelte es sich um Randfrakturen die mit kontralateralen kaudalen Azetabulumfrakturen assoziiert waren. Katzen zogen sich in je drei Fällen kraniale, zentrale, kaudale und Trümmerfrakturen zu. Eine Katze erlitt zu ihrer kranialen Azetabulumfraktur eine kontralaterale kaudale Fraktur. Begleitende Pubisfrakturen gab es bei 16 Hunden (94,1 %) und zehn Katzen (83,3 %) sowie Ischiumfrakturen bei ebenfalls 16 Hunden (94,1 %) und sechs Katzen (50 %).

Die Versorgungsmethode der Wahl war die chirurgische Behandlung der Frakturen. Sie wurde bei allen Hunden (n=14; 82,4 %) durchgeführt. Die anderen drei Tiere (17,6 %) erlitten ihren Begleitverletzungen bevor die Beckenfraktur behandelt werden konnte. Auch bei den Katzen verstarb die Hälfte der Patienten dieser Gruppe vor einer operativen Versorgung. Nur eine junge Katze mit kaudaler Azetabulumrandfraktur und einseitiger geringgradiger Iliosakralgelenksluxation wurde konservativ therapiert (8,3 %), die restlichen fünf Katzen (41,7 %) erhielten eine chirurgische Versorgung der Iliosakralgelenksluxation und Azetabulumfraktur. Bei insgesamt drei Hunden mit Iliosakralgelenksluxationen und einseitiger Azetabulumrandfraktur (bzw. ein Hund mit kaudaler Azetabulumfraktur) wurden nur die Iliosakralgelenksluxationen mittels Osteosynthese versorgt; gleiches gilt für eine Katze. Lagen bilateral mittel- bis hochgradige Iliosakralgelenksluxationen (mit ipsilateraler Sakrumfraktur) vor, wurden diese stets mittels Zugschraube ver-

sorgt. Bei zwei Hunden konnte die gleichseitig vorliegende Azetabulumrandfraktur konservativ behandelt werden. Im Fall von zwei unilateralen kranialen bzw. zwei kaudalen Frakturen mit geringgradiger einseitiger Iliosakralgelenksluxation wurden nur die Azetabulumfrakturen operativ versorgt. Lagen zentrale Frakturen oder Trümmerfrakturen der Azetabula und gleichzeitig (kontra- oder bilateral) mittel- bis hochgradige Iliosakralgelenksluxationen vor, erfolgte stets für beide Verletzungen eine Operation (sechs Hunde 35,3 % und drei Katzen 25 %). Bei zwei Hunden wurden zur Stabilisierung der Ischiumfrakturen Pins eingesetzt und in zwei Fällen mit azetabulären Trümmerfrakturen wurden Femurkopfhalsresektionen durchgeführt. Kaudale Frakturen wurden bei einer Katze und zwei Hunden konservativ behandelt. Bei der Katze mit beidseitiger Azetabulumfraktur wurden die zentrale Fraktur mittels Azetabulumplatte und die Randfraktur ohne Osteosynthese therapiert. Bei den Hunden erfolgte die Operation im Durchschnitt nach 3,6 Tagen und bei den Katzen nach 2,8 Tagen.

2.4.2.2. Therapieerfolg und Komplikationen

Auch in dieser Gruppe konnten nur wenige Nachuntersuchungen durchgeführt werden. Insgesamt sechs Hunde und zwei Katzen wurden zur Langzeitkontrolle vorgestellt. Die Fragebögen von zwei Hunden und einer Katze standen für die Auswertung zur Verfügung. Die Kontrolluntersuchung erfolgte bei den Hunden nach durchschnittlich 2,3 Jahren und bei den Katzen nach 3,4 Jahren.

Tabelle 24: Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Iliosakralgelenksluxation und Azetabulumfraktur (n=29)

Beckenverletzung	Tierart	Therapieerfolg nach klinischer Untersuchung			Therapieerfolg nach Fragebogenauswertung			Ohne Nachkontrolle		Gesamtsumme
		gut	befriedigend	un-befriedigend	gut	befriedigend	un-befriedigend	verstorben	ohne Kontrolle	
Iliosakralgelenksluxation und Azetabulum	Hund	3 (10,3 %)	1 (3,4 %)	2 (6,9 %)	2 (6,9 %)	0	0	4 (13,8 %)	5 (17,2 %)	17 (58,6 %)
	Katze	2 (6,9 %)	0	0	1 (3,4 %)	0	0	6 (20,7 %)	3 (10,3 %)	12 (41,4 %)
Gesamtsumme		5 (17,2 %)	1 (3,4 %)	2 (6,9 %)	3 (10,3 %)	0	0	10 (34,5 %)	8 (27,6 %)	29 (100 %)

In der klinischen Untersuchung fielen bei drei Hunden Lahmheiten auf, die je einmal konstant mittel- bzw. hochgradig sowie intermittierend mittelgradig waren. Die Patienten mit konstanter Lahmheit zeigten zudem Schmerzen bei Hüftpalpation und Rotation. Das Vorführen der Hintergliedmaßen war bei vier Hunden sowie einer Katze durch verkürzte Schrittlängen gekennzeichnet. In der neurologischen Untersuchung konnten bei einem Hund einseitig verzögerte Haltungs- und Stell-

reaktion diagnostiziert werden. Dieser und ein weiterer Patient zeigten außerdem reduzierte spinale Reflexe der Hinterhand.

Insgesamt die Hälfte der Hunde und beide kontrollierten Katzen hatten nachweislich arthrotische Zubildungen im Bereich der Azetabula. Ankylosen wurden ebenfalls bei beiden Katzen, aber nur einem Hund nachgewiesen. Pseudarthrosen im Bereich der Sitzbeine traten bei zwei Hunden und einer Katze auf.

Aufgrund der kleinen Kontrollgruppe sind kaum Vergleiche, besonders in Bezug auf die Therapiewahl möglich. Bei einer Katze wurde nur die mittelgradige Iliosakralgelenksluxation mittels Zugschraube versorgt, während die gleichseitige kaudale Azetabulumrandfraktur konservativ behandelt wurde. Dieser Patient zeigte weder eine Lahmheit noch hatte er neurologische Defizite. Die zweite Katze wurde mit beidseitiger Azetabulumfraktur (eine Seite zertrümmert und andere kaudal frakturiert) sowie geringgradiger Iliosakralgelenksluxation vorgestellt. Beide Seiten wurden mittels Osteosynthese versorgt. Trotz der Schwere der Verletzung konnten nur geringgradige knöcherne Pathologien und leichte Abweichungen vom Gangbild beobachtet werden. Das Behandlungsergebnis war sehr zufriedenstellend. Unbefriedigende Einschätzungen erhielt ein Hund mit Wundinfektion nach Versorgung der zentralen Azetabulumfraktur (und kontralateraler mittelgradiger Iliosakralgelenksluxation), die zu einer mittelgradigen Lahmheit, Schmerzen bei Hüftrotation, neurologischen Ausfällen und Arthrosen führte. Bei einem zweiten Hund kam es nach Reposition einer Femurluxation und Versorgung der kaudalen Azetabulumfraktur zur Wundinfektion und Reluxation des Femur. Der Patient zeigte eine hochgradige Lahmheit sowie propriozeptive Defizite und Hyporeflexie der spinalen Reflexe an der betroffenen Hintergliedmaße. Die arthrotischen Zubildungen am betroffenen Hüftgelenk waren stark ausgeprägt. Die Besitzer dieser zwei Hunde berichteten auch im Alltag von neurologischen Defiziten bzw. vermehrtem Lecken im Bereich des ehemals platzierten Implantates. Bei beiden Tieren wurden die Implantate entfernt bzw. nach der Reluxation eine Femurkopfhalsresektion durchgeführt.

Eine hohe Komplikationsrate ging mit den schwerwiegenden Begleitverletzungen dieser Patienten einher. So verstarben drei Hunde und fünf Katzen, bevor eine chirurgische Versorgung der Beckenfrakturen bzw. -luxationen möglich war. Bei jeweils einem Hund und einer Katze erfolgte die Entscheidung zur Euthanasie in

der Operation. Sieben weitere Hunde und eine Katze erlitten implantatbezogene Komplikationen. Innerhalb der kaninen Patientengruppe wurden folgende Komplikationen dokumentiert: zwei Wundinfektionen, eine Wundinfektion mit Implantatlockerung, zwei Lahmheiten mit einer Dislokation nach konservativ behandelter kaudaler Azetabulumfraktur, eine Lahmheit nach Arthrose am operierten Azetabulum sowie eine Reluxation nach operativ versorgter Femurluxation und kaudaler Azetabulumfraktur. Bei Katzen traten Lahmheiten bei gleichzeitig versorgten Iliosakralgelenksluxationen mit kontralateraler zentraler bzw. Trümmerfraktur des Azetabulums auf. Wundinfektionen kamen bei einer versorgten Azetabulumfraktur und nach einer Femurkopfhalsresektion mit unilateraler Iliosakralgelenksluxation vor. Die durch Dislokation verursachte Beckenkanaleinengung mit daraus folgender Lahmheit trat bei zwei konservativ therapierten kaudalen Azetabulumfrakturen auf. Die Implantate von fünf Hunden und einer Katze wurden komplett entfernt.

2.4.3. Ilium- und Azetabulumfrakturen

2.4.3.1. Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation

Frakturen des Azetabulum, die gemeinsam mit Iliumfrakturen einhergehen, traten bei 35 Hunden (17,5 %) und sieben Katzen (4,5 %) auf. Dabei kamen Azetabulumfrakturen bei 33 Hunden (94,3 %) unilateral und bei zwei Hunden (5,7 %) bilateral vor. Bei den Katzen waren insgesamt fünf (71,4 %) Frakturen unilateral und zwei (28,6 %) bilateral vertreten. In der Hundepopulation traten Randfrakturen bei neun Tieren (25,7 %) unilateral und bei einem Tier (2,9 %) bilateral auf, zentrale und kaudale Frakturen traten bei je acht Hunden (22,9 %), Trümmerfrakturen bei sieben Hunden (20 %), kraniale bei drei Hunden (8,6 %) und zentrale Fissuren bei einem Hund (2,9 %) auf. In der Katzenpopulation war die Verteilung wie folgt: drei (42,9 %) kranial, je einmal (14,3 %) Randfraktur uni- und bilateral, zentral, kaudal und Fissur zentral. Das Os ilium frakturierte bei allen Patienten dieser Gruppe - bis auf einen Hund - unilateral. Zusätzliche Ischiumfrakturen kamen bei 25 Hunden (71,4 %) und fünf Katzen (71,4 %) sowie Pubisfrakturen bei 31 Hunden (88,6 %) und sechs Katzen (85,7 %) vor.

Die chirurgische Versorgung wurde bei 33 Hunden (94,3 %) und sechs Katzen

(85,7 %) gewählt. Nur zwei Hunde (5,7 %) und eine Katze (14,3 %) erhielten eine konservative Therapie, wobei hier Azetabulumrandfrakturen und Fissuren im Ilium vorlagen. Zu den chirurgisch versorgten Frakturen gehörten bei 25 Hunden und fünf Katzen Darmbeinsäulenfrakturen, die in 12 Fällen mit konservativ behandelten Azetabulumrandfrakturen (10 Hunde/2 Katzen) vergesellschaftet waren. Diese Azetabulumrandfrakturen lagen bei vier Hunden und einer Katze kontralateral zur Iliumfraktur vor. Weiterhin waren die Iliumfrakturen mit einer kontralateralen Fissur (ein Hund) und zwei kaudalen Azetabulumfrakturen (ein Hund/eine Katze) kombiniert. Im Fall von zwei kranialen Azetabulumfrakturen (je ein Hund und eine Katze) lag außerdem eine kaudale lange, schräge Darmbeinkörperfraktur vor. Beide Verletzungen wurden mittels Osteosynthese stabilisiert. Die operative Versorgung bei den Hunden erfolgte im Fall einer kranialen, von zwei zentralen sowie einer kaudalen Azetabulumfraktur, bei elf ipsilateral gelegenen Ilium- und Azetabulumfrakturen, bei drei kontralateral liegenden Ilium- und Azetabulumfrakturen und bei einer Darmbeinschaufelfraktur mit ipsilateral gelegener kaudaler Iliumschaftfraktur (ins Azetabulum ziehend) und dislozierter Ischiumfraktur. Alle Katzen, die eine chirurgische Versorgung erhielten (n=5; 71,4 %) hatten Darmbeinsäulenfrakturen mit Azetabulumfrakturen (zwei Randfrakturen, eine kaudale Fraktur, eine ins kraniale Azetabulum ziehende Darmbeinfraktur). Die Operationen wurden beim Hund nach durchschnittlich 2,9 Tagen und bei den Katzen nach 3,8 Tagen durchgeführt.

2.4.3.2. Therapieerfolg und Komplikationen

Zur klinischen Untersuchung erschienen insgesamt 12 Hunde und vier Katzen. Besitzer von sieben Hunden schickten den Fragebogen zurück. Die Kontrolluntersuchung erfolgte bei den Hunden nach durchschnittlich 2,5 Jahren und bei Katzen nach zwei Jahren. Tabelle 25 fasst die Behandlungserfolge zusammen.

Tabelle 25: Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Ilium- und Azetabulumfrakturen (n=42)

Beckenverletzung	Tierart	Therapieerfolg nach klinischer Untersuchung			Therapieerfolg nach Fragebogenauswertung			Ohne Nachkontrolle		Gesamtsumme
		gut	befriedigend	unbefriedigend	gut	befriedigend	unbefriedigend	verstorben	ohne Kontrolle	
Ilium und Azetabulum	Hund	4 (9,5 %)	5 (11,9 %)	3 (7,1 %)	4 (9,5 %)	1 (2,4 %)	2 (4,8 %)	1 (2,4 %)	15 (35,7 %)	35 (83,3 %)
	Katze	1 (2,4 %)	1 (2,4 %)	2 (4,8 %)	0	0	0	1 (2,4 %)	2 (4,8 %)	7 (16,7 %)
Gesamtsumme		5 (11,9 %)	6 (14,3 %)	5 (11,9 %)	4 (9,5 %)	1 (2,4 %)	2 (4,8 %)	2 (4,8 %)	17 (40,5 %)	42 (100 %)

In der klinischen Kontrolluntersuchung zeigten drei Hunde konstant gering- bis mittelgradige bzw. einer intermittierend eine geringgradige Lahmheit. Je drei Katzen liefen gering- bis mittelgradig lahm. Zwei Katzen zeigten schwankende Gangbilder, während ein Tier eine Gliedmaße in Exorotation vorführte. Von insgesamt 12 Hunden führten sechs Tiere die Gliedmaßen steif vor und einer zeigte Zehenschleifen der rechten Hintergliedmaße. Die Hüftrotation war bei zwei Hunden unangenehm. In der neurologischen Untersuchung konnten bei einem Hund ein reduzierter Schwanztonus sowie bei zwei Hunden propriozeptive Defizite diagnostiziert werden; die spinalen Reflexe je eines Hundes und einer Katze waren reduziert.

Die röntgenologischen Auswertungen ergaben bei zehn Hunden (83,3 %) und allen vier Katzen Arthrosen im Bereich der Azetabula sowie Pseudarthrosen bei fünf Hunden (41,7 %), von denen vier im Bereich des Os ischii und eine am Tuberculum ischiadicum lagen.

Die Patienten mit unbefriedigenden Ergebnissen zeigten konstant eine gering- bis mittelgradige Stützbeinlahmheit sowie Schmerzen bei Hüftpalpation und -rotation. Ursächlich für diese Symptome waren Komplikationen wie ein Implantatversagen im Bereich der Iliumfraktur, eine Wundinfektion und ein Implantatbruch und daraus folgender Nervenläsion des Nervus ischiadicus. Die Gesamtheit der nachuntersuchten Patienten hatte röntgenologisch nachvollziehbare Arthrosen im Bereich der Azetabula. Ein befriedigendes Ergebnis wurde der Katze mit bilateraler Azetabulum- und einseitiger Iliumfraktur zugeordnet. Bei ihr konnte eine starke Kallus- und Arthrosebildung an beiden Azetabula nachgewiesen werden, aber sie zeigte nur eine intermittierende geringgradige Lahmheit. Sie führt die betroffene Gliedmaße mit leichter Exorotation vor, wobei den Besitzern zu Hause keinerlei Einschränkungen auffielen. Die beiden unbefriedigend befundenen Katzen erlitten Implantatlockerungen, woraus eine Nervenläsion und eine Refraktur mit Umversorgung resultierten.

Komplikationen wurden bei 10/12 Hunden und drei/vier Katzen festgestellt. Bei den Hunden zeigten drei Tiere Lahmheiten (darunter eine konservativ versorgte Azetabulumrandfraktur mit chirurgisch versorgter Iliumkörperfraktur sowie zwei chirurgisch versorgte ipsilaterale Azetabulum- und Darmbeinsäulenfrakturen). Zu Implantatversagen mit folgender Refraktur kam es bei zwei Hunden (ipsilaterale

Azetabulum- und Darmbeinfraktur bzw. ipsilaterale Darmbeinschaufelfraktur mit kaudaler ins Azetabulum ziehender Iliumschaftfraktur) und Implantatlockerungen bei je zwei Hunden und zwei Katzen (alle unilaterale Darmbeinsäulenfraktur mit Azetabulumfraktur). Wundinfektionen mit bestehender Lahmheit traten bei einem Hund (Iliumschaft und Azetabulum kontralateral) und Nervenschädigungen durch Kallusbildung bei einer Katze mit bilateraler Azetabulumfraktur sowie einseitiger Iliumfraktur auf. Zwei Hunde zeigten in der Röntgenkontrolle als Zufallsbefund eine Osteolyse des Femurkopfes, wobei keiner der beiden klinische Symptome zeigte. Eine Umversorgung bzw. Wundrevision mit Implantatentfernung wurde bei fünf Hunden (41,7 %) durchgeführt. Bei je zwei Hunden und Katzen wurde eine Implantatentfernung empfohlen, jedoch von den Besitzern abgelehnt.

2.5. Gruppe D – Verletzungen von drei gewichttragenden Beckenelementen

2.5.1. Iliosakralgelenksluxation, Ilium- und Azetabulumfraktur

2.5.1.1. Frakturverteilung und Therapie innerhalb der Frakturklassifikation

Der letzten und komplexesten Gruppe konnten 15 Hunde und 13 Katzen zugeordnet werden. Hier lagen Frakturen aller drei gewichttragenden Anteile des Beckens vor. Unilaterale Luxationen im Iliosakralgelenk kamen bei 14 Hunden (93,3 %) und zehn Katzen (76,9 %) vor, während bilaterale Lokalisationen bei nur einem Hund (6,7 %) und drei Katzen (23,1 %) auftraten. Auch die Iliumfrakturen waren bei 14 Hunden (93,3 %) und zehn Katzen (76,9 %) unilateral vertreten. Das Azetabulum frakturierte beim Hund stets (100 %) unilateral; bei den Katzen lagen sie in elf Fällen (84,6 %) unilateral und in zwei Fällen (15,4 %) bilateral vor. Signifikante Unterschiede stellten sich bei der Frakturlokalisierung heraus, wobei Azetabulumrandfrakturen in dieser Gruppe signifikant häufiger ($p = 0,01$) bei Hunden auftraten als bei Katzen. Umgekehrt war es bei den kaudal gelegenen Azetabulumfrakturen, die signifikant häufiger bei Katzen als bei Hunden auftraten ($p = 0,006$). Sieben Hunde (46,7 %) und eine Katze hatten Randfrakturen, zwei Hunde (13,3 %) und fünf Katzen (38,5 %) kraniale Frakturen, je drei Hunde (20 %) und drei Katzen (23,1 %) zentrale Frakturen, ein Hund und sieben Katzen (53,8 %) hatten kaudale Azetabulumfrakturen sowie zwei Hunde (13,3 %) Trüm-

merfrakturen. Zusätzliche Frakturen des Os pubis wurden bei 14 Hunden (93,3 %) und elf Katzen (84,6 %) sowie Frakturen des Os ischii bei 13 Hunden (86,7 %) und zehn Katzen (76,9 %) diagnostiziert.

Insgesamt 14 Hunde (93,3 %) und zwölf Katzen (92,3 %) erhielten eine chirurgische Versorgung. Je ein Hund und eine Katze verstarben vor der Behandlung. Ein weiterer Hund wurde nach insuffizienter Versorgung einer beidseitigen mittelgradigen Iliosakralgelenksluxation und kaudaler ins Azetabulum ziehenden Iliumfraktur euthanasiert. Alle drei Beckenverletzungen wurden bei sieben Hunden (7/14; 50 %) und sieben Katzen (7/12; 58,3 %) operativ versorgt. Gleichseitig vorliegende Iliosakralgelenksluxationen sowie Iliumkörperfrakturen mit Azetabulumrandfraktur (konservativ therapiert) wurden bei 4/14 Hunden (28,6 %) und 4/12 Katzen (33,3 %) chirurgisch versorgt. Zwei Hunde (14,3 %) erhielten eine Versorgung der unilateralen Iliumfraktur, wobei die geringgradige Iliosakralgelenksluxation und die kaudale Azetabulumfraktur konservativ therapiert wurden. In einem Fall lag neben einer mittelgradigen Iliosakralgelenksluxation eine ipsilaterale Sakrum- und Darmbeinschaufelfraktur mit kontralateraler Iliumstückfraktur vor, die ins Azetabulum zog. Bei einer Katze wurden die ipsilateral gelegenen Ilium- und Azetabulumfrakturen chirurgisch und die kontralaterale geringgradige Iliosakralgelenksluxation konservativ behandelt. Die Operationen wurden nach durchschnittlich 2,3 Tagen beim Hund und drei Tagen bei der Katze durchgeführt.

2.5.1.2. Therapieerfolg und Komplikationen

Es konnten nur wenige Nachuntersuchungen von Patienten mit diesen Frakturkombinationen durchgeführt werden. Insgesamt sechs von 13 Hunden (46,2 %) und vier von 12 Katzen (33,3 %) wurden zur Langzeitkontrolle vorgestellt. Die Fragebögen von einem Hund und sechs Katzen standen für die Auswertung zur Verfügung. Die Kontrolluntersuchung erfolgte bei den Hunden nach durchschnittlich 2,7 Jahren und bei den Katzen nach 2,2 Jahren. Eine Zusammenfassung der Behandlungsergebnisse gibt Tabelle 26.

Tabelle 26: Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Iliosakralgelenksluxation, Ilium- und Azetabulumfraktur (n=28)

Beckenverletzung	Tierart	Therapieerfolg nach klinischer Untersuchung			Therapieerfolg nach Fragebogenauswertung			Ohne Nachkontrolle		Gesamtsumme
		gut	befriedigend	unbefriedigend	gut	befriedigend	unbefriedigend	verstorben	ohne Kontrolle	
Iliosakralgelenksluxation, Ilium und Azetabulum	Hund	1 (3,6 %)	2 (7,1 %)	3 (10,7 %)	0	0	1 (3,6 %)	2 (7,1 %)	6 (21,4 %)	15 (53,6 %)
	Katze	1 (3,6 %)	0	3 (10,7 %)	5 (17,9 %)	1 (3,6 %)	0	2 (7,1 %)	1 (3,6 %)	13 (46,4 %)
Gesamtsumme		2 (7,1 %)	2 (7,1 %)	6 (21,4 %)	5 (17,9 %)	1 (3,6 %)	1 (3,6 %)	4 (14,2 %)	7 (25 %)	28 (100%)

In der Untersuchung zeigten fünf Hunde Lahmheiten, von denen zwei gering-, zwei mittel- und eine hochgradig ausgeprägt waren. Ebenfalls drei Katzen mit zwei mittel- und einer hochgradigen Lahmheit wurden vorgestellt. Die Untersuchung der Gliedmaßenbewegung wies wechselnde Entlastungen der Hintergliedmaßen bei einer Katze, Exorotation bei vier Hunden und fehlende Flexion der rechten Hintergliedmaße bei einem Hund aufgrund einer Muskelkontraktur nach. Rotationsschmerzen der Hüften zeigten je ein Hund und zwei Katzen. Reproduzierbare Dolenzen beim Druck auf den lumbosakralen Übergang konnten bei einem Hund und zwei Katzen festgestellt werden. In der neurologischen Reevaluation waren verzögerte Haltungs- und Stellreaktionen bei drei Hunden und einer Katze zu beobachten; von ihnen zeigten zwei Hunde und eine Katze hyporeflektische spinale Reflexe.

In der Röntgenbildauswertung fielen bei drei Hunden und drei Katzen Ankylosen im Bereich der Iliosakralgelenke bzw. Arthrosen an den zuvor frakturierten Azetabula auf. Auch Pseudarthrosen im Bereich alter Ischiumfrakturen wurden bei einem Hund und zwei Katzen beobachtet.

Nach der klinischen Untersuchung der sechs Patienten und der röntgenologischen Auswertung erzielte nur ein Hund ein gutes Ergebnis. Zwei Hunde mit implantatbezogenen Komplikationen wurden befriedigend bewertet. Beide zeigten Lahmheiten, wobei ein Hund aufgrund einer Muskelkontraktur mit Gangbildveränderungen lief. Beide hatten ausgeprägte Arthrosen sowie Ankylosen. Im Falle einer Katze (chirurgische Versorgung aller drei Beckenverletzungen) waren die Probleme mit einer Implantatlockerung und daraus folgenden Nervenschäden assoziiert. Eine andere Katze (Versorgung der Iliumfraktur und mittelgradiger Iliosakralgelenksluxation) lief aufgrund der mittelgradigen Arthrosen am konservativ therapierten kontralateralen Azetabulum lahm.

Komplikationen traten bei sechs Hunden, eingeschlossen ein in der Operation euthanasierter Hund nach Refraktur der Darmbeinfraktur und Lösung der Zugschraube im Iliosakralgelenk, und bei einer Katze auf. Insgesamt zwei Implantatbrüche bei Hunden bzw. -lockerungen bei je einem Hund und einer Katze konnten beobachtet werden. Die betroffenen Implantate lagen im Bereich der Iliumfrakturen mit kontralateraler Diastase bzw. mit ipsilateraler Azetabulumfraktur. Im Zuge der Lockerung kam es zur Nervenläsion. Die Implantate zweier Iliumfrakturen brachen, sodass hier eine Umversorgung stattfand. Auch durch starke Arthrosen bzw. übermäßige Kallusbildung kam es zu Nervenläsionen bei zwei Hunden; einer davon hatte eine Muskelkontraktur vom M.gracilis/M.semitendinosus. Insgesamt drei Hunde wurden nach der Befunderhebung erneut operiert (davon zwei Implantatentfernungen und eine Neuversorgung). Die Katzenbesitzer lehnten eine Implantatentfernung ab.

2.6. Sakrumfrakturen

Das Os sacrum frakturierte bei 17 Hunden (8,5 %) und 33 Katzen (21,3 %). Im Vergleich zu den Hunden traten Sakrumfrakturen bei Katzen signifikant häufiger auf ($p = 0,001$).

Sowohl bei Hunden als auch bei Katzen waren unilaterale Frakturen signifikant häufiger ($p = 0,001$) zu beobachten als bilaterale. In der Hundepopulation kamen die Sakrumfrakturen bei 14 Hunden (82,4 %) unilateral und bei drei Hunden (17,6 %) bilateral vor. Im Gegensatz dazu hatten 31 Katzen (93,9 %) unilaterale und zwei Katzen (6,1 %) bilaterale Sakrumfrakturen. Die Mehrheit der Brüche betraf den abaxialen Abschnitt des Os sacrum. Es wiesen 27 Katzen (81,8 %) und zehn Hunde (58,8 %) Frakturen in diesem Bereich auf. Axiale Frakturen waren mit je vier Individuen (Hunde: 23,5 % / Katzen: 12,2 %) bei beiden Tierarten seltener. Mit abnehmender Häufigkeit kam es zu Transversalfrakturen (Hunde: $n=3$; 17,7 % / Katzen: $n=1$; 3 %) und Impressionsfrakturen (Katzen: $n=1$; 3 %). Eine tabellarische Zusammenfassung gibt Tabelle 27.

Tabelle 27: Topografie der Sakrumfrakturen bei Hund und Katze (n=355)

Lage der Sakrumfrakturen												
Tierart	Keine		Abaxial		Axial		Transversal		Impressions- fraktur	Gesamtsumme		
Hund	183	(51,5 %)	10	(2,8 %)	4	(1,1 %)	3	(0,9 %)	0	(0 %)	200	(56,3 %)
Katze	122	(34,4 %)	27	(7,6 %)	4	(1,1 %)	1	(0,3 %)	1	(0,3 %)	155	(43,7 %)
Gesamt- summe	305	(85,9 %)	37	(10,4 %)	8	(2,2 %)	4	(1,2 %)	1	(0,3 %)	355	(100 %)

Innerhalb der Frakturklassifikation traten Sakrumfrakturen wie folgt auf:

1. Gruppe: bei je einem Hund (1/22; 4,5 %) und einer Katze (1/5; 20 %)
2. Gruppe: bei sieben Hunden (7/20; 35 %) und 25 Katzen (25/80; 31,3 %)
3. Gruppe: bei vier Hunden (4/48; 8,3 %) und einer Katze (1/11; 9,1 %)
4. Gruppe: bei nur einer Katze (1/8; 12,5 %)
5. Gruppe: bei drei Katzen (3/19; 15,8 %)
6. Gruppe bei je zwei Hunden (11,8 %) und zwei Katzen (16,7 %)
7. Gruppe bei einem Hund (2,9 %)
8. Gruppe bei zwei Hunden (13,3 %)

Sakrumfrakturen waren bei beiden Tierarten signifikant häufiger ($p < 0,05$) mit Iliosakralgelenksluxationen assoziiert als mit anderen Beckenfrakturen.

Die Therapieerfolge der chirurgisch behandelten Sakrumfrakturen konnten nur selten nachkontrolliert werden. In der Gruppe der isolierten Iliosakralgelenksluxationen traten gute Ergebnisse bei 2/4 Hunden (50 %) und 6/28 Katzen (21,4 %) auf. Befriedigende Ergebnisse waren bei 2/28 Katzen (7,1 %) und unbefriedigende Ergebnisse bei einer Katze (3,6 %) zu beobachten. Je ein Hund mit guten Behandlungsergebnissen wurde im Fall von Iliosakralgelenksluxationen mit Azetabulumfrakturen (1/6), Darmbein- mit Azetabulumfrakturen (1/12) und der Kombination von Iliosakralgelenksluxationen mit Darmbein- und Azetabulumfrakturen (1/13) vorgestellt.

Erhöhte Komplikationsraten im Zuge begleitender Sakrumfrakturen konnten nicht festgestellt werden.

2.7. Implantatwahl und Implantatsitz

Abhängig von der vorliegenden Verletzung wurden unterschiedliche Implantate

für die Versorgung ausgewählt. Im Laufe der Jahre fand an der Chirurgischen Kleintierklinik in München eine neue selbstschneidende Zugschraube (z-medical screw) Anwendung, die zur Behandlung von Luxationen im Iliosakralgelenk genutzt wurde.

Eine Osteosynthese von Iliosakralgelenksluxationen und Sakrumfrakturen erfolgte stets mit mindestens einer Zugschraube. In einigen Fällen, die besonders große Hunde betrafen, kamen zusätzliche Zugschrauben, Kirschner Bohrdrähte oder Pins zum Einsatz. Diese Implantate dienten der zusätzlichen Stabilisation. Ilium- und Azetabulumfrakturen sowie Ischiumfrakturen wurden mittels Plattenosteosynthese versorgt, wobei überwiegend DCP-Platten (Dynamic compression plates), Rekonstruktionsplatten oder Azetabulumplatten genutzt wurden. Bei luxierten Fragmenten oder im Rahmen der Osteosynthese von Azetabulumfrakturen wurden Zerklagen und Drahtzuggurtungen verwendet. Je nach Frakturkombination kamen mehrere Implantate zum Einsatz.

Die Lage der Implantate sowie der Verlauf der Frakturheilung wurden im Rahmen der röntgenologischen Kontrolle untersucht. Dazu erfolgte ein Vergleich der postoperativ angefertigten Röntgenaufnahmen mit den bei der Spätkontrolle angefertigten Röntgenbildern. Diese wurden sowohl auf den Sitz der eingebrachten Platten, Schrauben und Pins als auch auf Brüche von Implantaten, Lockerungen und infolgedessen Refrakturen oder Dislokationen untersucht. Zusätzlich wurden Hyperplasien bzw. Kallusbildung von Knochengewebe notiert und damit im Zusammenhang stehende Nervenschäden und Wundinfektionen dokumentiert. Bei insgesamt 17 (15,3 %) der 110 Patienten konnten implantatbezogene Komplikationen nachgewiesen werden. Vier von sieben betroffenen Hunden (57,1 %) trugen Nervenläsionen davon. Bei den Katzen waren es sieben von zehn Tieren (70 %). Eine Katze erlitt nach Versorgung ihrer Iliosakralgelenksluxation zweimalig einen Implantatbruch.

Prozentual konnten mit 22-27 % annähernd gleiche Lockerungsraten der Implantate bei Hunden (15/56) und Katzen (12/54) festgestellt werden. Die Frakturkombination der Iliosakralgelenksluxationen mit Azetabulumfraktur war die einzige, bei der keine Komplikationen dieser Art auftrat. Infolge insuffizienter Versorgungen mussten Reoperationen durchgeführt werden, bei denen die Implantate komplett oder partiell entfernt oder die Fraktur umversorgt werden musste. Dies betraf

insgesamt 32 Tiere (29,1 %), von denen 25 Hunde (22,7 %) und sieben Katzen (6,4 %) waren. Bei sechs Hunden (5,5 %) wurden zuerst konservativ therapierte Iliosakralgelenksluxationen aufgrund insuffizienter Stabilität chirurgisch versorgt. Das Implantat eines Hundes musste nach einer nicht ausreichend stabil versorgten ipsilateralen Darmbein- und Azetabulumfraktur entfernt werden; vier Hunde (3,6 %) und eine Katze (0,9 %) erhielten eine Femurkopfhalsresektion nach misslungener Stabilisation von Azetabulumfrakturen bzw. der Relaxation einer Femurluxation bei einer Katze. Zwei Hunde (1,8 %) erlitten nach der Versorgung einer Azetabulumfraktur einen Trochanterausriss und eine Katze (0,9 %) musste erneut operiert werden, nachdem die Sitzbeinfraktur stark disloziert war. Eine Implantatentfernung war bei fünf Katzen (4,5 %) klinisch indiziert, doch die Besitzer entschieden sich dagegen. Dennoch erfolgte bei insgesamt 15 Hunden (13,6 %) und sieben Katzen (6,4 %) die Entfernung der Implantate.

2.8. Komplikationen im Zuge der Frakturversorgung bei Hunden und Katzen

Bei Patienten mit Nervenläsionen lagen stets Ilium- und/oder Azetabulumfrakturen in unterschiedlichen Kombinationen (z.B. mit Iliosakralgelenksluxationen) vor. In 70 % der Fälle war das Azetabulum und in 30 % das Ilium frakturiert, wogegen reine Iliosakralgelenksluxationen keine bleibenden neurologischen Defizite verursachten. Bei drei Patienten waren röntgenologisch Osteolysen des Femurkopfes nachvollziehbar, ohne dass die betroffenen Tiere klinische Probleme zeigten. In der Hundepopulation hatten 20 % der Tiere (n=29) Komplikationen, die bei alleinigen Azetabulumfrakturen bzw. in Kombination mit Iliosakralgelenksluxationen oder Darmbeinfrakturen auftraten. Insgesamt 12 % der Katzen mit Komplikationen hatten Iliosakralgelenksluxationen. Eine zusammenfassende Auflistung aller dokumentierten Komplikationen anhand der Beckenfrakturklassifikation zeigt Anhang Tabelle 32.

2.9. Anwendbarkeit der neuen Klassifikation

Eine schnelle und übersichtliche Einteilung der Beckenfrakturen ist durch die erste Fragestellung – ist der Beckenring intakt oder nicht – möglich. War der Beckenring intakt konnten mit konservativer Behandlung gute Therapieerfolge erwartet werden. War der Beckenring verletzt, sollte beurteilt werden welche Be-

ckenanteile frakturiert/luxiert waren: nicht gewichttragend – Beckenboden (Os pubis, Os ischii) oder gewichttragend – Iliosakralgelenk, Ilium oder das Azetabulum. Allein durch das Auszählen der frakturierten Beckensegmente konnte sofort eine Kategorisierung in kein, ein, zwei oder drei verletzte gewichttragende Elemente erfolgen und die Fraktur den vier Hauptgruppen zugeordnet werden. Je mehr gewichttragende Beckensegmente verletzt sind, desto instabiler ist der Beckenring und eine chirurgische Versorgung wird nötig. Lagen Iliumfrakturen oder Iliosakralgelenksluxationen vor, erfolgte in aller Regel eine chirurgische Versorgung dieser Verletzungen. Azetabulumfrakturen wurden abhängig von ihrer Lokalisation und den vergesellschafteten Frakturen chirurgisch versorgt.

Aufgrund der geringen Zahl nachkontrollierter Patienten pro Untergruppe lagen jedoch zu wenige Fälle vor, um die Therapiemethoden zu vergleichen und eine objektive Einschätzung des Langzeittherapieerfolges abgeben zu können. Auch die dokumentierten Begleitverletzungen waren so variabel, dass keine Zusammenhänge erkennbar waren. Um die Patientenzahlen pro Gruppe zu steigern, wurden die Beckenfrakturen nur nach ihrem Auftreten, ohne Benennung ihrer Eigenschaften, kategorisiert und zusammengefasst. Es wurde auf die detaillierte Erfassung morphologischer Charakteristika und Topografien verzichtet und auch Trennung nach Tierarten entfiel. Die gekürzte Klassifikation bestand nun aus acht Untergruppen, bei denen zusätzlich Sakrumfrakturen vorliegen konnten. Diese wurden jedoch nicht gesondert aufgeführt. Die acht neuen Gruppen decken alle 55 Kombinationen ab, die die ausführliche Beckenfrakturklassifikation beinhaltet:

1. Nicht gewichttragende Elemente
2. Iliosakralgelenksluxation
3. Iliumfraktur
4. Azetabulumfraktur
5. Iliosakralgelenksluxation und Iliumfraktur
6. Iliosakralgelenksluxation und Azetabulumfraktur
7. Ilium- und Azetabulumfraktur
8. Iliosakralgelenksluxation, Ilium- und Azetabulumfraktur

2.10. Herausgearbeitete Unterschiede zwischen Hunden und Katzen

Ein Ziel dieser Arbeit war es tierartliche Unterschiede bei der Frakturverteilung

herauszuarbeiten. Bei der Untersuchung der ausführlichen Beckenklassifikation kristallisierten sich insgesamt 24 Frakturkombinationen heraus, von denen 14 ausschließlich bei Katzen und zehn bei Hunden vorkamen. Auffällig war bei Katzen, dass die Verletzungen am häufigsten Iliosakralgelenksluxationen mit unterschiedlichen Dislokationsgraden betrafen. Außerdem traten die Verletzungen bei der Mehrheit (70 Katzen) ohne begleitende Beckenbodenfrakturen auf. Folgende Beckenfrakturen wurden ausschließlich bei den feline Patienten diagnostiziert:

- Iliosakralgelenksluxation geringgradig unilateral ohne Beckenbodenfraktur (eine Katze)
- Iliosakralgelenksluxation bilateral geringgradig disloziert mit Beckenbodenfraktur (eine Katze) und ohne Beckenbodenfraktur (eine Katze)
- Iliosakralgelenksluxation unilateral mittelgradig/hochgradig disloziert ohne Beckenbodenfraktur (fünf Katzen)
- Iliosakralgelenksluxation bilateral geringgradig und mittelgradig/hochgradig disloziert mit Beckenbodenfraktur (drei Katzen) und ohne Beckenbodenfraktur (vier Katzen)
- Iliosakralgelenksluxation bilateral mittelgradig/hochgradig disloziert ohne Beckenbodenfraktur (sechs Katzen)
- Iliosakralgelenksluxation unilateral + Sakrumfraktur ipsilateral ohne Beckenbodenfraktur (eine Katze)
- Iliosakralgelenksluxation unilateral + Iliumfraktur kontralateral ohne Beckenbodenfraktur (zwei Katzen)
- Iliosakralgelenksluxation unilateral + Iliumfraktur ipsilateral mit Beckenbodenfraktur (zwei Katzen)
- Iliosakralgelenksluxation bilateral + Iliumfraktur unilateral mit Beckenbodenfraktur (zwei Katzen)
- Iliosakralgelenksluxation unilateral + Azetabulumfraktur ipsilateral ohne Beckenbodenfraktur (eine Katze)
- Iliosakralgelenksluxation + Sakrum ipsilateral + Iliumfraktur kontralateral mit Beckenbodenfraktur (zwei Katzen)
- Azetabulumfraktur bilateral + Iliosakralgelenksluxation + Iliumfraktur ipsi-/kontralateral (zwei Katzen)

In der Hundepopulation konnten besonders komplexe Frakturkombinationen beob-

bachtet werden, die bis auf eine Ausnahme stets Iliumfrakturen involvieren. Die meisten dieser Beckenfrakturen gingen bei den Hunden mit Beckenbodenfrakturen (18 Tiere) einher. Folgende Besonderheiten traten auf:

- Iliumfrakturen bilateral mit Beckenbodenfrakturen (vier Hunde)
- Iliosakralgelenksluxation bilateral + Iliumfrakturen unilateral ohne Beckenbodenfrakturen (ein Hund)
- Iliosakralgelenksluxation unilateral + Iliumfraktur bilateral ohne Beckenbodenfrakturen (ein Hund)
- Iliosakralgelenksluxation bilateral + Azetabulumfraktur bilateral mit Beckenbodenfrakturen (ein Hund)
- Iliumfraktur unilateral + Azetabulumfraktur kontralateral mit Beckenbodenfrakturen (fünf Hunde)
- Iliumfraktur bilateral + Azetabulumfraktur unilateral mit Beckenbodenfrakturen (drei Hunde)
- Iliumfraktur bilateral + Sakrumfraktur unilateral mit Beckenbodenfrakturen (ein Hund)
- Iliosakralgelenksluxation + Iliumfraktur + Azetabulumfraktur ipsilateral ohne Beckenbodenfrakturen (ein Hund)
- Iliosakralgelenksluxation + Azetabulumfraktur ipsilateral + Iliumfraktur kontralateral mit Beckenbodenfrakturen (zwei Hunde)
- Iliumfraktur bilateral + Azetabulumfraktur + Iliosakralgelenksluxation kontralateral mit Beckenbodenfrakturen (zwei Hunde)

Bei Beurteilung der tierartspezifischen Fraktur- bzw Luxationskombinationen wird deutlich, dass bei beiden Tierarten mit maximal fünf Individuen nur geringe Fallzahlen vorliegen.

3. Zusammenfassung der Fragebogenauswertung

Insgesamt standen 155 Fragebögen (Hunde: 70 / Katzen: 85) für die Auswertung zur Verfügung. Allein 56 Fragebögen von 23 Hunde- und 33 Katzenbesitzern, die keine Nachuntersuchung durchführen ließen, wurden zurückgesandt. Der Fragebogen ist im Anhang beigefügt. Im Folgenden sollen die wichtigsten Punkte der Auswertung erläutert werden.

3.1. Zeitraum bis zur Erstvorstellung in der Tierklinik sowie erfolgte Erstversorgung alio loco

Die Mehrheit der Besitzer (Hunde: n=40; 57,1 % / Katzen: n=42; 49,4 %) gaben an ihr Tier innerhalb weniger Stunden in einer Klinik/Praxis vorgestellt zu haben. Katzen wurden mit 44,7 % (n=38) häufig erst nach Tagen vorgestellt. Bei den Hunden gaben 30 % (n=21) der Besitzer Zeiträume von bis zu einer Woche nach dem Trauma an. Wurden die Patienten erst nach längerer Zeit eingeliefert, erfolgte die Erstversorgung durch andere Kliniken bzw. Praxen. Dabei wurden einige dieser Patienten für eine Operation überwiesen oder die Besitzer wünschten eine Zweitmeinung.

Insgesamt 62 (40 %) von 155 Tieren wurden bereits vorbehandelt (Hunde: n=30, 42,9 % / Katzen: n=32; 37,6 %). Bei 29 Hunden (41,4 %) und 14 Katzen (16,5 %) wurden Röntgenaufnahmen angefertigt, die Harnblase wurde bei 21,5 % (n=15) der Hunde und 7,1 % (n=6) der Katzen auf ihre Unversehrtheit geprüft. Nur zwei Hunde (6,7 %) und fünf Katzen (16,7 %) wurden einer Operation unterzogen und erhielten chirurgische Wundversorgungen.

3.2. Dauer des stationären Aufenthaltes

Die Dauer des stationären Aufenthaltes richtet sich nach der Schwere der Becken- und Begleitverletzungen sowie den Möglichkeiten der Besitzer die Patienten nach Entlassung entsprechend ruhig zu halten. Zwei Hunde (2,9 %) konnten direkt nach der Diagnosestellung mit strikter Ruhighaltung und Analgesie nach Hause entlassen werden.

In der Regel blieben die Patienten ohne chirurgische Versorgung weniger als eine Woche und nach einer operativen Frakturversorgung sieben bis vierzehn Tage zur stationären Überwachung in der Tierklinik. Längere Aufenthalte kamen selten vor, waren jedoch bei schwerwiegenden Verletzungen nötig. Eine Übersicht gibt Tabelle 28:

Tabelle 28: Dauer des stationären Aufenthaltes nach Diagnosestellung bei Hunden und Katzen (n=155)

Tierart	Dauer des stationären Aufenthaltes					Gesamtsumme
	nicht stationär	bis zu 6 Tage	1-2 Wochen	2-4 Wochen	4-8 Wochen	
Hund	2 (1,3 %)	24 (15,5 %)	36 (23,2 %)	4 (2,6 %)	4 (2,6 %)	70 (45,2 %)
Katze	0	40 (25,8 %)	37 (23,9 %)	3 (1,9 %)	5 (3,2 %)	85 (54,8 %)
	2 (1,3 %)	64 (41,3 %)	73 (47,1 %)	7 (4,5 %)	9 (5,8 %)	155 (100 %)

3.3. Komplikationen nach Hospitation

Die Besitzer von insgesamt sechs Hunden (10,7 %) und sieben Katzen (13 %) berichteten von vermehrtem Lecken im Bereich der Implantate. Bei neun Hunden (16,1 %) und fünf Katzen (9,3 %) fielen Wetterfühligkeit und damit verbundene Lahmheiten auf. Auch Schmerzen beim Bürsten (eine Katze) und Schwäche nach Belastung (drei Hunde; 5,3 %) wurden aufgeführt. Am häufigsten traten Lahmheiten und Schmerzen sowie Kombinationen dieser mit neurologischen Ausfällen und Problemen beim Kot- und Urinabsatz auf. Es gab außerdem Berichte von schleifenden Gliedmaßen, hängendem Schwanz, Schmerzen beim Hinsetzen oder Striegeln, Wetterfühligkeit und neurologische Problemen wie Automutilation. Eine Übersicht stellt Tabelle 29 dar:

Tabelle 29: Beschwerden nach der Entlassung bei Hunden und Katzen (n=155)

		Welche Probleme traten nach Entlassung auf?													
		Keine Probleme	Lahmheit + hängender Schwanz	Kot- oder Urinabsatzbeschwerden	Neurologische Ausfälle	Lahmheit	Setzte sich nicht hin	Setzt sich nach Belastung vermehrt hin	Erst keine Belastung, später Lahmheit	Neurologische Defizite + Lahmheit	Lahmheit + neurologisch Defizite + hängender Schwanz	Lahmheit + hängender Schwanz + KAUA-Beschwerden	Lahmheit + Neurologische Defizite + KAUA-Beschwerden	Gesamtsumme	
Tierart	Hund	Anzahl	18	1	2	2	28	2	2	2	9	2	2	0	70
		% in Tierart	25,7%	1,4%	2,9%	2,9%	40,0%	2,9%	2,9%	2,9%	12,8%	2,9%	2,9%	0,0%	100,0%
Katze	Anzahl	31	5	2	3	27	1	1	1	7	2	0	5	85	
		% in Tierart	36,5%	5,9%	2,4%	3,5%	31,8%	1,2%	1,2%	1,2%	8,2%	2,4%	0,0%	5,9%	100,0%
Gesamtsumme		Anzahl	49	6	4	5	55	3	3	3	15	4	2	3	155
		% in Tierart	31,6%	3,9%	2,6%	3,2%	35,5%	1,9%	1,9%	1,9%	10,3%	2,6%	1,3%	3,2%	100,0%

Die Dauer der Beschwerden betrug bei beiden Tierarten sieben Tage bis zwei Monate.

3.4. Der Heilungsprozess – Dauer der Ruhighaltung und Maßnahmen zur Bewerkstelligung

Bei den Hunden wurde die Bewegung von 3,1 % der Tiere (n=1) wenige Tage, von 15,6 % (n=5) ein bis zwei Wochen, von 28,1 % (n=9) zwei bis vier Wochen

und von je 18,8 % (n=6) vier bis acht Wochen sowie von 18,8 % (n=6) länger als zwei Monate strikt eingeschränkt. Insgesamt 15,6 % (n=5) der Besitzer machten keine Angaben dazu. Die Mehrheit der Katzen (n=31; 39,2 %) wurde für vier bis acht Wochen, gefolgt von 38 % (n=30) für zwei bis vier Wochen, ruhig gestellt. Bei 6,3 % (n=5) handelte es sich um einige Tage, bei 7,6 % (n=6) um ein bis zwei Wochen und 3,8 % (n=3) wurden sogar länger als zwei Monate vollkommen ruhig gehalten. Insgesamt vier (5,1 %) Halter machten keine Angaben zur Dauer der Bewegungseinschränkung.

Einige Besitzer konnten die Ruhighaltung kaum bewerkstelligen, da ihre Tiere die Zwangsmaßnahmen nicht tolerierten. Die Mehrheit der Hundebesitzer stellte durch Leinenzwang (n=17; 53,1 %) sicher, dass die Bewegung ausreichend eingeschränkt wurde. Sechs Hunde (18,8 %) erhielten Boxenruhe und bei vier Hunden (12,5 %) wurden beide Maßnahmen kombiniert. In 15,3 % (n=5) der Fälle tolerierten die Hunde weder die strikte Leinen- noch Boxenruhe, sodass die Frakturen nur unzureichend ruhig gestellt werden konnten. Katzen wurden in 69,6 % (n=55) der Fälle in Boxen oder Kinderlaufställen ruhig gehalten. Bei 16,5 % (n=13) der Katzen berichteten die Besitzer von vorzeitigen Abbrüchen, da die Tiere die Einschränkung nicht akzeptierten. Insgesamt elf (13,9 %) Katzen wurden nicht ruhig gehalten.

Nur wenige Besitzer unterstützten aktiv den Heilungsprozess. Dabei stellten 12,9 % (n=9) der Hundehalter ihr Tier regelmäßig bei der Physiotherapie vor, 8,6 % (n=6) unternahmen weitere Maßnahmen wie Massagen und Wärmetherapie und 2,9 % (n=2) gingen zur Aquagymnastik.

Bei den Katzen holten sich 7,1 % (n=6) der Besitzer professionelle Hilfe durch Physiotherapeuten. Zehn Besitzer (11,8 %) führten selbst physiotherapeutische Maßnahmen und Wärmetherapie durch.

V. DISKUSSION

1. Patientengut

Ziel dieser Dissertation war es eine Beckenfrakturklassifikation für Hunde und Katzen zu erstellen, bei der tierartliche Unterschiede herausgearbeitet werden sollten. Außerdem war zu untersuchen, ob eine Therapieempfehlung abgeleitet und eine Prognose für den Heilungsverlauf der jeweiligen Frakturkombination abgegeben werden kann. Mit Hilfe einer retrospektiven Untersuchung wurden die Röntgenbilder von 355 Hunden und Katzen ausgewertet, anhand derer die Klassifikation entstand. Anschließend wurde der Therapieerfolg bei 110 Patienten durch klinische Langzeituntersuchungen kontrolliert. Da die Besitzereinschätzungen sehr von Emotionen geprägt sind, wurde das Resultat der klinischen Kontrolluntersuchung als Bewertungsmaßstab genutzt, jedoch mit den Bewertungen der Besitzer verglichen. Zusätzlich wurden die Langzeitergebnisse getrennt nach der gewählten Behandlungsmethode bewertet.

In die Auswertung flossen alle Daten jener Patienten ein, die in einem Zeitraum von zehn Jahren an einer von zwei ausgewählten Universitätskliniken mit Beckenfrakturen vorgestellt wurden und bei denen möglichst vollständige Datensätze vorlagen. Ausschlusskriterien waren lückenhafte Patientenkarteen sowie ungenau gelagerte Röntgenbilder bei denen die Beurteilung der Frakturlinienverläufe zweifelhaft war. Erfasst wurden Ilium-, und Azetabulumfrakturen sowie Luxationen im Iliosakralgelenk. Diesen Segmenten ist gemein, dass sie eine gewichttragende Funktion am Beckenring erfüllen. Außerdem wurden Ischium-, Pubis- und Sakrumfrakturen sowie Beckensymphysentrennungen erfasst, um die Komplexität der einzelnen Beckenverletzungen besser einschätzen zu können.

In der Hundepopulation variierten die Patientengrößen im Gegensatz zu denen der Katzenpopulation stark. Abhängig von der Rasse wurden zwar Gewichtsklassen erstellt, es konnten jedoch weder Zusammenhänge mit Frakturkombinationen noch erhöhten Komplikationsraten hergestellt werden. Die signifikant höhere posttraumatische Mortalitätsrate bei den Katzen könnte im Zusammenhang mit den schwerwiegenden Begleitverletzungen und dem oftmals späteren Auffinden der Patienten stehen. Bei beiden Tierarten verstarben fast 8 % der Gesamtpopula-

tion aufgrund eines Polytraumas bevor die operative Versorgung möglich war. Gründe dafür könnten in ihrer geringen Körpermasse und im Freigang liegen, der für längere Zeitspannen zwischen dem Auffinden und der Vorstellung in der Klinik verantwortlich sein kann. Zusätzlich birgt das nachgewiesene höhere Risiko für Weichteilverletzungen die Gefahr frühzeitig zu versterben. Auch MEESON und CORR (2011) sehen Zusammenhänge zwischen der Morbidität und Mortalität von Katzen durch die Schwere ihrer begleitenden Weichteilverletzungen. Die Besitzer wurden gebeten anzugeben, wie viele Tage bis zur Erstvorstellung verstrichen waren. Diese Angaben entsprachen jedoch oftmals Schätzungen, da der genaue Unfallzeitpunkt besonders bei Katzen häufig unbeobachtet blieb. Im Gegensatz dazu wurde bei den Hunden festgestellt, dass sie zwar bis zur anstehenden Operation stabilisiert werden konnten, aber in 5,5 % der Fälle innerhalb der nächsten fünf postoperativen Tage verstarben. Das traf auf keine der Katzen zu. Möglicherweise erliegen Katzen ihren Verletzungen eher als Hunde, die in der Regel zeitnah von ihren Haltern eingeliefert werden, da sie meist beim Unfall zugegen sind. Konnten die Katzen jedoch stabilisiert werden, waren ihre Chancen besser die postoperative Phase zu überleben als für Hunde.

Die Mehrheit der Patienten war juvenil oder befand sich im jungen Erwachsenenalter, als sie mit ihren Beckenverletzungen in den Tierkliniken vorgestellt wurden. Die Hälfte der Hunde (52 %) und 40 % der Katzen waren zum Zeitpunkt des Traumas jünger als zwei Jahre. Hunde und Katzen verunfallten mit durchschnittlich 3,5 Jahren. Diese Angaben decken sich für beide Tierarten gleichermaßen mit den Ergebnissen anderer Autoren (Zedler, 1961; Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Strohbach, 2007). Die Altersverteilung spricht für das bereits durch ZEDLER (1961) sowie BOOKBINDER und FLANDERS (1992) beschriebene höhere Risiko der jüngeren Tiere aufgrund ihrer Unerfahrenheit und erhöhten Vigilanz zu verunglücken.

Bezüglich der Geschlechtsverteilung konnte gezeigt werden, dass sowohl bei Hunden als auch bei Katzen eine ausgewogene Verteilung vorliegt. DIEHM (2016) bestätigt dieses Ergebnis in seiner Untersuchung. Ob die Patienten kastriert oder unkastriert waren, konnte nicht lückenlos nachvollzogen und deshalb nicht berücksichtigt werden. Durch das Fehlen dieser Information war es nicht möglich der Vermutung nachzugehen, ob unkastrierte Kater oder Rüden im Rahmen einer

Revierverteidigung oder ihres Fortpflanzungstriebes eine erhöhte Risikobereitschaft zeigten. Bei den Veröffentlichungen von MESSMER (1995) und STRODL (2000) verunglückten mehr männliche als weibliche Tiere. In den Untersuchungen der rein aus Hunden bestehenden Populationen von DENNY (1978) und NAKASALA-SITUMA (1979) wurde dieses Ergebnis mit einem leicht erhöhten Anteil von 52-54 % untermauert. Bei den Katzenpopulationen von BOOKBINDER und FLANDERS (1992), BÖHMER (1985) und STROHBACH (2007) wurden geringfügig (51-54 %) mehr weibliche Individuen mit Beckenfrakturen vorgestellt. Zusammenfassend kann für keines der beiden Geschlechter ein höheres Risiko abgeleitet werden.

Wie vorangegangene Werke zu Beckenfrakturen vor allem bei Hunden aber auch Katzen belegen, konnten Verkehrsunfälle als Hauptverletzungsursache in dieser Arbeit bestätigt werden (Nakasala-Situma, 1979; Eaton-Wells et al., 1990; Draffan et al., 2009; Diehm, 2106). Zusätzlich dominierten bei den Katzen unbekannte Unfallursachen mit 42,6 %, wie auch bei STROHBACH (2007) festgestellt wird. Es muss vermutlich ein maßgeblicher Anteil nicht beobachteter Verkehrsunfälle den unklaren Unfallursachen bei Katzen zugeordnet werden, da es sich in der Regel um Freigänger handelt und grundsätzlich stark wirkende Kräfte für derart schwerwiegende Verletzungen nötig sind. Fensterstürze kamen mit 14,8 % der Katzen verglichen mit den Ergebnissen 21,2 % bis 45 % von STROHBACH (2007) und BURGER et al. (2005) seltener vor. Mit 2 % Fensterstürzen in der Hundegruppe bestätigen sich die geringen Angaben von 7,1 % in der Arbeit von HULSE et al. (1985).

In der klinischen Untersuchung wurden bei 76,5 % der 355 Patienten insgesamt 555 begleitende Verletzungen diagnostiziert. Daraus ergaben sich pro Patient 1,6 zusätzliche Verletzungen abgesehen von den Beckenfrakturen. Insgesamt 42 % der Hunde und 63 % der Katzen erlitten Weichteilverletzungen. Diese Ergebnisse liegen für Hunde geringgradig unter denen älterer Arbeiten, aber bei den Katzen waren die Zahlen vergleichbar (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Strohbach, 2007; Meeson und Corr, 2011). Thorakale Traumata mit daraus folgenden Lungenverletzungen waren bei beiden Tierarten die häufigsten mit Beckenfrakturen assoziierten Verletzungen, die bei 44 % der Hunde und 65 % der Katzen vorkamen. Diese Ergebnisse übersteigen jene bisheriger Arbeiten, in denen 25 % bis

50 % beschrieben wurden (Nakasala-Situma ,1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Messmer, 1995; Burger et al., 2005; Strohbach, 2007). Hochgradig im Schock eingelieferte Katzen kamen mit 20 % geringgradig seltener vor, als bei STROHBACH (2007) beschrieben, die von einem Drittel ihrer Patienten berichtete. Hunde wurden in 26 % der Fälle im hochgradigen Schock vorgestellt. Bei den Angaben ist zu berücksichtigen, dass ein Großteil der Patienten erst nach Stabilisation bis zur Transportfähigkeit für weitere Behandlungen überwiesen wurde. Verletzungen des Urogenitaltraktes traten in je 5 % der Hunde- und Katzenpopulation verglichen mit der Studie von SUTER et al. (2011) seltener auf, aber mindestens doppelt so häufig wie in den Arbeiten von DENNY (1978), BÖHMER (1985) sowie BOOKBINDER und FLANDERS (1992). Die Art und Häufigkeit neurologischer Ausfälle bei Erstvorstellung wurde nicht gesondert evaluiert, sondern lediglich das Geh- und Stehvermögen sowie das Schmerzempfinden zuverlässig getestet. Für fehlendes Gehvermögen kommen differenzialdiagnostisch der Schockzustand des Patienten, Schmerzen durch die Beckenfraktur, begleitende Frakturen an den Gliedmaßen oder neurologische Defizite in Frage (Bookbinder und Flanders, 1992; Meeson und Corr, 2011).

Komplette oder partielle Abrisse des Musculus rectus abdominis wurden beim Hund (4 %) und bei der Katze (6,3 %) häufiger in dieser Studie festgestellt als in der Untersuchung von STROHBACH im Jahr 2007 (0,7 %). Traumatische Hernien konnten vergleichbar selten beobachtet werden. Sie repräsentierten 1,5 % der Verletzungen bei den Hunden und 5,2 % bei den Katzen. In 1-6 % der Fälle beobachteten frühere Autoren diese Verletzungen (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Bookbinder und Flanders, 1992; Streeter et al., 2009). Begleitende Frakturen zogen sich 48 % der Hunde und 52 % der Katzen zu. Die Ergebnisse entsprechen annähernd denen vorangegangener Werke, bei denen sie zwischen 32 % und 56 % rangierten (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Messmer, 1995; Strohbach, 2007). Auch STROHBACH (2007) beschreibt, dass bei den Hunden Femurluxationen (11,2 %), gefolgt von Femurfrakturen (9,9 %) und Schwanzabrissen (7,9 %) die Liste der skelettalen Verletzungen anführen. VOGEL (1986) dokumentierte die gleichen Verletzungen bei Hunden, jedoch in unterschiedlicher Reihenfolge. Entsprechend den Studien von BÖHMER (1985) und MESSMER (1995) ergaben sich die Ergebnisse in absteigender Reihenfolge be-

ginnend mit Femurfrakturen (11,3 %), Femurluxationen und Schwanzabrissen (5,6 %). Tibiafrakturen kamen mit 5 % bei den Katzen und 3,9 % bei den Hunden ähnlich oft vor wie bei MESSMER (1995). Genauso verhielt es sich mit den Schwanzabrissen, die bei Katzen in 5,6 % der Fälle und bei den Hunden in 7,9 % der Fälle vorkamen. Schwanzabriss kamen bei den Katzen in der Studie von STROHBACH (2007) mit 15,6 % deutlich häufiger vor. Begleitfrakturen betreffen überwiegend die kaudale Körperhälfte. Die Schwere und Lokalisation dieser Verletzungen sind abhängig von der Art des Unfalls und der Lokalisation der auftretenden Kraft. Gut vorstellbar ist, dass die Wucht des Traumas nicht nur das Becken verletzt, sondern auch exponierte, weniger geschützte Gliedmaßen sowie die Wirbelsäule trifft (Böhmer, 1985). Im Fall von Fensterstürzen bei Katzen kommt es zusätzlich am Kopf und an den Vordergliedmaßen zu Verletzungen und Frakturen (Böhmer, 1985). Im Rahmen der Nachkontrolle wurden auch röntgenologisch nachvollziehbare degenerative Veränderungen der Hüftgelenke notiert, die neben Dysplasien oft Folge der Femurluxationen nach Darmbein- und Azetabulumfrakturen waren. Es konnte dafür jedoch kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden.

Der Zeitpunkt der operativen Versorgung der Beckenfrakturen ($\bar{\Delta}$ 2,3 Tage) wurde nach ausreichender Stabilisierung der Patienten und Erstversorgung lebensbedrohlicher innerer Verletzungen gewählt. Vergleichbare Zeiträume mit 2,4 Tagen nach dem Trauma weist die Arbeit von DIEHM (2016) nach. Je mehr schwerwiegende Begleitverletzungen vorlagen, desto eher musste mit einer längeren präoperativen Stabilisationsphase gerechnet werden. Oberste Priorität hatten Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Weichteilverletzungen (Denny und Butterworth, 2000; Tomlinson, 2003; Draffan et al., 2009; Meeson und Corr, 2011). Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Dauer der Stabilisationsphase und dem Behandlungserfolg nachgewiesen werden. Die vorliegende Studie zeigt, dass sich Hunde nach dem Unfall schneller stabilisieren ließen und durchschnittlich eher narkosefähig waren als Katzen. Diese Tatsache könnte, mit der signifikant höheren Wahrscheinlichkeit für Katzen sich Weichteil- und Skelettverletzungen zuzuziehen, zusammenhängen. Genaue Einflussfaktoren, die den passenden Zeitpunkt der Operation definieren, wurden in dieser Studie nicht erfasst. Beispielsweise lagen nicht bei jedem Patienten posttraumatische Blutbefunde zur Auswertung vor,

weshalb diese Parameter keinen Einfluss auf die Beurteilung des Allgemeinzustandes hatten. Besonders für die selektivere Einschätzung des Herz-Kreislauf-Zustandes der Patienten wären regelmäßige Blutkontrollen von hohem Nutzen. Ob sich durch die Erhebung dieser Parameter Rückschlüsse auf die Prognose ziehen lassen, sollte in weiteren Studien geklärt werden.

2. Verteilung der Beckenfrakturen

In den insgesamt zehn Jahren wurden 355 Hunde und Katzen mit 1133 Frakturen der Beckensegmente vorgestellt. Von den 1133 Beckenverletzungen frakturierten in absteigender Reihenfolge das Os pubis (25,6 %), gefolgt vom Os ischii (21,5 %), Os ilium (14,3 %), Azetabulum (12,2 %), der Beckensymphyse (5,5 %) und dem Os sacrum (4 %). Dislokationen im Iliosakralgelenk reihen sich mit 16,4 % an dritter Stelle der Aufzählung ein. Diese Reihenfolge und die prozentualen Angaben sind mit denen von MESSMER (1995) vergleichbar, wobei sie insgesamt 2050 Frakturen bei den 556 Patienten dokumentierte. Tierartliche Unterschiede in Frakturhäufigkeiten, wie sie MESSMER (1995) unter anderem bereits bei Iliosakralgelenksluxationen feststellte, sollten in dieser Studie herausgearbeitet und näher beschrieben werden. Sie führte das spezies-spezifische Vorkommen bzw. Häufen von Frakturkombinationen darauf zurück, dass dies von der Art, Ätiologie und Richtung der einwirkenden Kräfte abhängt und deshalb keine Trennung zwischen Katzen und Hunden nach sich zieht (Messmer, 1995).

Aufgrund der annulären Beckenstruktur kam es in nur 13,8 % der Fälle (n=49) zu Frakturen ohne Beckenbodenbeteiligung. Dabei hatten Hunde in 91 % der Fälle mit Beckenbodenfrakturen kombinierte Beckenverletzungen; bei Katzen waren es 81 %. Singuläre Frakturen traten bei 4,5 % der Hunde und 18,1 % der Katzen auf. Bei den übrigen 90 % der Gesamtpopulation frakturierten mindestens zwei Beckensegmente gleichzeitig. Diese Prozentzahlen decken sich mit denen anderer Verfasser, die von Mehrfachfrakturen bei 84-98 % ihrer Patienten berichten (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985, Messmer, 1995; Strohbach, 2007).

Wie bereits andere Autoren beschrieben, wurden auch in der aktuellen Arbeit am häufigsten Frakturen von Os pubis und Os ischii diagnostiziert. Eine ältere Studie stellte sogar bei 90 % der Patienten Beckenbodenfrakturen fest (Bookbinder und Flanders, 1992). Die Frakturhäufigkeit dieser Segmente begründeten bereits

NAKASALA-SITUMA (1979) und BÖHMER (1985) damit, dass jene Bereiche zugunsten der Schonung von Os ilium und Azetabulum frakturierten. Reine Beckenbodenfrakturen kamen dagegen selten vor (Tomlinson, 2003; DeCamp 2012). Nur 27 Individuen (7,6 %), davon fünf Katzen und 22 Hunde, wurden mit uni- oder bilateralen Beckenrand- bzw. Beckenbodenverletzungen vorgestellt.

In dieser Arbeit kamen Iliosakralgelenksluxationen bei knapp einem Drittel der Hunde (33 %) mit unterschiedlichem Schweregrad vor. Dabei traten sie in 86,4 % der Fälle unilateral und in 13,6 % bilateral auf. Mit Prozentsätzen von nur 7-16 % bei NAKASALA-SITUMA (1979) und VOGEL (1986) übersteigen die Zahlen dieser Untersuchung deren Ergebnisse deutlich. Im Gegensatz zum Hund hatten über Dreiviertel der Katzen (77,4 %) nachgewiesene Iliosakralgelenksluxationen. Es handelt sich hierbei um die in der Katzenpopulation dominierende Verletzung, welche nur von den Beckenbodenfrakturen übertroffen wurde. Zu 73,3 % kamen die Iliosakralgelenksluxationen unilateral und zu 26,7 % bilateral vor. Ermittelte Werte von Luxationen im Iliosakralgelenk vorangegangener Arbeiten von BENNETT (1975), BÖHMER (1985) und MESSMER zeigten Häufigkeiten von 16-21 %. STROHBACHS (2007) Ergebnisse untersuchter Katzen kommen den hier erhobenen Daten mit 69,6 % Patientenbeteiligung am nächsten, wobei sie mehr bilaterale Luxationen (37,5 %) diagnostizierte. Ursachen für die tierartigen Unterschiede werden in der Anatomie des Beckens gefunden. Aufgrund der steileren Beckenstellung bei den Katzen werden die Traumata über jene Achse abgeleitet, während diese Aufgabe beim Hund eher das Darmbein und Azetabulum übernehmen (Böhmer, 1985; Strohbach, 2007). Eine weitere Ursache liegt in der Art des zugrunde liegenden Traumas. Für eine Luxation im Iliosakralgelenk sind besonders von kaudal wirkende Kräfte nötig, die vor allem bei Fensterstürzen und deshalb häufiger bei Katzen auftreten (Messmer, 1995). Allerdings kann die hohe Rate von Iliosakralgelenksluxationen bei Katzen und auch Hunden nicht allein mit Fensterstürzen erklärt werden, da diese nur einen geringen Anteil der Verletzungsursache in dieser Arbeit ausmachte.

Beim Hund wurden Iliumfrakturen mit 55,5 % häufiger diagnostiziert als bei Katzen (32,9 %). Gemessen am Anteil der Katzen traten Iliumfrakturen bei STROHBACH (2007) mit 53,8 % häufiger auf. Die Studie von BOOKBINDER und FLANDERS (1992) bestätigt diese Angaben. Entsprechend dem prozentualen

Anteil der Frakturhäufigkeiten lagen Iliumfrakturen mit 14 % im Bereich der 11-18 % anderer Autoren (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Messmer, 1995). Bei den Frakturlinienverläufen überwiegen bei Hunden und Katzen Schrägfrakturen mit 55,5 %, gefolgt von Stückfrakturen (15 %), Querfrakturen (11,1 %) und Kombinationen daraus in 18,4 % der Fälle. Bei 7,2 % der Hunde wurden ins Azetabulum ziehende Splitterfrakturen festgestellt, die bei keiner Katze diagnostiziert werden konnten.

Sakrumfrakturen traten bei insgesamt 50 Tieren (14,1 %) auf, wobei 17 Hunde (8,5 %) und 33 Katzen (21,3 %) mit diesen Verletzungen vorgestellt wurden. Die Fallzahlen von Os sacrum-Frakturen aus anderen Arbeiten fielen ebenfalls gering aus und reichten von 2-14 % (Böhmer, 1985; Kuntz et al., 1995; Anderson und Coughlan, 1997; Strohbach, 2007; Diehm, 2016). Die meisten Sakrumfrakturen betrafen den abaxialen Anteil (n=37; 74 %). Nur 16 % (n=8) der Patienten hatten axiale, 8 % (n=4) transversale Frakturen und eine Katze (2 %) hatte eine Impressionsfraktur. Abaxiale Frakturen wurden bei 58 % der Hunde beobachtet, was mit dem Ergebnis von KUNTZ et al. (1995) vergleichbar ist. Im Gegensatz dazu waren axiale Brüche mit 23 % seltener als bei KUNTZ et al. (1995) mit 53 %. Die Angaben bei den Katzen entsprachen 81,8 % abaxialer und 12,1 % axialer Frakturen sowie je 3 % Impressions- bzw. Transversalfrakturen. Vergleichbare Werke zu Sakrumfrakturen bei der Katze standen nicht zur Verfügung. Es konnte festgestellt werden, dass Sakrumfrakturen sowohl bei Hunden als auch bei Katzen am häufigsten mit Iliosakralgelenksluxationen assoziiert sind und keine erhöhte Komplikationsrate nach sich zogen.

3. Beckenfrakturklassifikation – Herleitung und Praktikabilität

Der Zweck einer neu erstellten Beckenfrakturklassifikation ist eine übersichtliche Darstellung der wichtigsten Frakturkombinationen, durch die eine Einschätzung des Schweregrades möglich ist und mit der eine Hilfestellung für die zu wählende Versorgungsmethode gegeben werden kann. Einen hohen Stellenwert nimmt dabei die Anwenderfreundlichkeit ein. Es sollte jedem Praktiker ohne großen technischen Aufwand möglich sein, eine relativ genaue Befunderhebung durchführen zu können (Messmer, 1995). Hierfür sind Röntgenaufnahmen für eine Diagnosestel-

lung ausreichend, wie diese Studie untermauert. Mit dem zeitlichen Fortschritt finden, wie auch in der Humanmedizin, immer neuere bildgebende Verfahren, zum Beispiel die Computertomografie Einzug in den klinischen Alltag (Draffan et al., 2009). Allerdings gehören diese Hilfsmittel in der Regel nicht zum Standardinventar einer Praxis, weshalb sich in dieser Arbeit bei der Diagnosefindung auf Röntgenaufnahmen in mindestens zwei Strahlengängen (laterolateral und ventrodorsal) beschränkt wurde. Auch DRAFFAN et al. (2009) kamen zu dem Schluss, dass gut angefertigte Röntgenaufnahmen ausreichende Informationen für eine Operationsplanung liefern. Zur besseren Beurteilung der Artikulationsflächen des Azetabulums waren die zusätzlich angefertigten Spezialaufnahmen im schrägen Strahlengang sehr hilfreich.

Im Rahmen der Frakturbeurteilung wurden die einzelnen Einteilungskriterien an bereits bestehende Schematisierungen angelehnt, sodass eine objektive Beurteilung machbar wurde. Durch die Röntgenbildauswertung war es möglich zu beurteilen, welche Strukturen am Becken frakturiert waren und wie die Frakturlinien verliefen. Zu Beginn wurden die morphologischen Eigenschaften von jedem der sechs bilateral vorkommenden Beckensegmente detailliert dokumentiert. Diese Exaktheit spiegelte den realen Zustand des verletzten Beckens wider, ohne dabei Rücksicht auf die nötige Frakturversorgung zu nehmen (Messmer, 1995). Die Anzahl der Frakturfragmente konnte hierbei nur eingeschränkt erfasst werden, da Überlagerungen die Interpretation erschweren konnten. Ein gewisses Fehlerrisiko blieb dabei bestehen. Es erfolgte eine grafische Darstellung der Verletzungen, indem anhand eines schematisch dargestellten Beckens ausschließlich die verletzten Regionen markiert wurden, ohne dabei Rücksicht auf morphologische Eigenschaften zu nehmen. Ausschließlich in der zweiten Gruppe, die Verletzungen eines gewichttragenden Elementes beinhaltet, wurden Iliosakralgelenksluxationen und Azetabulumfrakturen grafisch näher definiert. Luxationen im Iliosakralgelenk wurden durch Pfeile dargestellt, bei denen ein Pfeil geringgradige Luxationen symbolisierte und drei Pfeile mittel- bis hochgradige Luxationen. In den folgenden Gruppen C und D umfassen drei Pfeile Dislokationsgrade von gering-, mittel- und hochgradig. Azetabulumfrakturen wurden in Gruppe B schematisch in die kranialen 2/3 und das kaudale Drittel unterteilt. In den folgenden beiden Gruppen wurde keine Differenzierung vorgenommen und das gesamte Azetabulum mar-

kiert. Frakturen von Os ischii und besonders dem Ischiumkörper sowie Os pubis-Frakturen wurden nicht getrennt voneinander dargestellt, auch wenn diese Unterscheidung in der Klassifikation von MESSMER (1995) berücksichtigt wurde. Hintergrund war, dass nur die stark dislozierten Ischiumkörperfrakturen in seltenen Fällen chirurgisch versorgt wurden. Auch Abspaltungen der Ala ossis ilii konnten auftreten. Wurden die Frakturklassen ohne Beckenbodenverletzungen benannt, konnten Iliumflügel-Frakturen jedoch ausgeschlossen werden.

Die Untergliederung in vier Hauptgruppen mit steigender Anzahl gewichtstragender Beckenelemente sollte die wachsende Instabilität des Beckens und Komplexität der Versorgungsmöglichkeiten widerspiegeln. Dabei wurden Luxationen im Iliosakralgelenk als am wenigsten schwerwiegend beurteilt, da die oft entstehenden sekundären Arthrosen zwar zu knöchernen Ankylosierungen und lumbosakralen Spondylosen führen können, aber nur in seltenen Fällen (6,2 %) zu klinischen Beschwerden führen (Böhmer, 1985). Eine generelle Osteosyntheseempfehlung für diese Verletzungen besteht nicht. Vielmehr hängt dies neben dem Dislokationsgrad auch von der Schwere der Symptome, dem Grad der Schmerzhaftigkeit und den begleitenden Verletzungen ab (Betts, 1993; Houlton und Dyce, 1994). Iliumfrakturen sind aufgrund der häufig auftretenden Fragmentdislokation und hohen Gefahr der Nervus ischiadicus-Schädigung bei ausbleibender Osteosynthese, gravierender einzuschätzen als Iliosakralgelenksluxationen (Messmer, 1995). In der Untersuchung von BÖHMER (1985) wurden in 78,3 % der Fälle durch Iliumfrakturen hervorgerufene arthrotische Veränderungen sowie Ankylosierungen der ipsi- oder kontralateralen Iliosakralgelenke festgestellt. Von den drei gewichtstragenden Elementen gelten Azetabulumfrakturen als schwerwiegendste, da es sich hierbei um Gelenkfrakturen handelt. Sie bergen das höchste Risiko für Komplikationen und Spätfolgen, wie z.B. degenerative Gelenkveränderungen (Eaton-Wells et. al, 1990; Betts, 1993; Messmer, 1995). Auch diese Arbeit wies bei Darmbein- und Azetabulumfrakturen die meisten Komplikationen und Spätschäden nach. Anders als bei MESSMER (1995) wurde die Haupteinteilung jedoch nicht danach gewählt, ob die Frakturen der gewichtstragenden Anteile uni- oder bilateral vorkamen. Diese Lokalisationen wurden in den Kategorien aufgeführt und führten damit zu einer besseren Übersicht.

Je spezifischer eine Einteilung erfolgt desto größer müssen die Fallzahlen pro Gruppe sein, damit objektive Bewertungen des Therapieerfolges möglich sind.

Beim Vergleich der Frakturen beider Tierarten konnten Kombinationen ausgearbeitet werden, die für die jeweilige Tierart besonders waren. Dennoch bereiteten die geringen Patientenzahlen Schwierigkeiten bei der Beurteilung der Therapieerfolge und infolgedessen bei der Empfehlung für die optimale Versorgungsmethode.

Bei der Auswertung der Röntgenbilder wurden 1133 Frakturen festgestellt, deren Verteilungsmuster sehr variabel waren. Hinsichtlich der Fragestellung, ob eine praktikable Frakturklassifikation für das Becken erstellt und daraus eine Therapieempfehlung abgeleitet werden kann, mussten möglichst präzise Kriterien ausgewählt werden. Als Grundlage dienten die Leitlinien zur Frakturversorgung von Beckenfrakturen, die für Hunde, aber nicht für Katzen bestehen (Betts, 1993; Voss, 2009). Außerdem erfolgte die Einteilung in gewicht- und nicht gewichttragende Elemente des Beckens. Die gewichttragenden Beckensegmente Iliosakralgelenk, Os ilium und Azetabulum bildeten somit die drei Hauptbestandteile. Demgegenüber standen Beckenboden- und Beckenrandverletzungen des Os ischii und Os pubis sowie Trennungen der Beckensymphyse. Das Os sacrum wurde in anderen Arbeiten stets als Begleitverletzung (Böhmer; 1985; Messmer, 1995; Strohbach, 2007) mit erfasst und auch in dieser Untersuchung berücksichtigt. Im Rahmen einer ausführlichen Klassifizierung mussten die Frakturen näher beschrieben werden. Wichtige Informationen über die Stabilität des verletzten Beckenringes lieferten Seitenangaben jeder vorhandenen Fraktur. Daneben gaben Dislokationsgrade bei den Iliosakralgelenken und topografische Angaben bei den Azetabulumfrakturen wichtige Hinweise auf den Schweregrad der Verletzung. Die Einteilung vom Azetabulum in kraniale, zentrale oder kaudale Frakturlinienverläufe lässt der Literatur zufolge unterschiedliche Versorgungsmethoden zu. Auf diese Problematik wird später intensiver eingegangen. Auch die Komplexität von Beckenbodenfrakturen gilt als nötige Information zur Einschätzung der Beckenstabilität, da hierdurch eine Verbindung beider Beckenhälften gewährleistet wird. Die bereits erwähnte schachtelähnliche Struktur des Beckens führt in den meisten Fällen zu Mehrfachfrakturen, die Dislokationen einzelner Segmente ermöglicht (Messmer, 1995). Die Definitionen der Dislokationsgrade wurden der bestehenden Literatur entnommen. Es entstanden insgesamt 55 verschiedene Frakturkombinationen innerhalb von vier Obergruppen. Zu berücksichtigen ist,

dass im Sinne der Übersichtlichkeit keine gesonderte Benennung von Ischium- und Pubisfrakturen, sondern eine Zusammenfassung als Beckenbodenfrakturen erfolgte. Deshalb ergeben sich weniger Frakturkombinationen als bei MESSMER (1995). Dennoch waren 21 Kombinationen vertreten, die maximal zwei Individuen betrafen. Infolgedessen konnte hier keine Therapieempfehlung abgeleitet werden. Die Daten von insgesamt 110 Tieren standen zur Beurteilung des Therapieerfolges (gut, befriedigend oder unbefriedigend) nach der klinischen Kontrolluntersuchung zur Verfügung. Zusätzlich sollte das Outcome zwischen konservativer und chirurgischer Therapie verglichen werden. Es lässt sich erahnen, dass wenige Nachkontrollen pro Frakturkombination für die Einschätzung des Therapieerfolges zur Verfügung standen. Im Falle einer gleichmäßigen Verteilung aller Nachkontrollen fallen auf jede der 55 Frakturklassen 2 nachkontrollierte Patienten, so dass auch im Idealfall keine repräsentativen Fallzahlen möglich wären. Zum Vergleich der Therapiewahl standen insgesamt 44 chirurgisch versorgte Hunde sowie 42 Katzen den 13 konservativ behandelten Hunden und elf Katzen gegenüber. Infolgedessen war es nur eingeschränkt möglich mit den vorhandenen Daten aussagekräftige Vergleiche zuziehen. Die Klassifikation wurde deswegen soweit gekürzt, dass weder morphologische Eigenschaften noch das Vorhandensein von begleitenden Beckenboden- oder Sakrumfrakturen berücksichtigt wurden. Infolgedessen gingen zwar Informationen über tierartige Unterschiede und spezielle Fraktureigenschaften verloren, aber es konnten folgende Behandlungsempfehlungen sowie Therapieerfolge abgeleitet werden:

1. Nicht gewichttragende Elemente – konservativ; chirurgisch: dislozierte Ischiumkörperfraktur → gute Therapieerfolge
2. Iliosakralgelenksluxation – chirurgisch \geq mittelgradige Dislokation; konservativ: geringgradige Dislokation (je nach Klinik/Dolenz chirurgisch) → gute Therapieerfolge
3. Iliumfraktur – chirurgisch → gute Therapieerfolge
4. Azetabulumfraktur – chirurgisch → gute bis befriedigende Therapieerfolge
5. Iliosakralgelenksluxation und Iliumfraktur – chirurgisch (konservativ: geringgradige Iliosakralgelenksluxation) → gute bis befriedigende Therapieerfolge

(Empfehlung: bei kontralateraler Iliosakralgelenksluxation separate Versorgung beider Verletzungen, da sonst erhöhtes Risiko für Implantatlockerungen)

6. Iliosakralgelenksluxation und Azetabulumfraktur – chirurgisch (konservativ: geringgradige Iliosakralgelenksluxation) → gute bis befriedigende Therapieerfolge
7. Ilium- und Azetabulumfraktur – chirurgisch → befriedigende bis unbefriedigende Therapieerfolge
8. Iliosakralgelenksluxation, Ilium- und Azetabulumfraktur – chirurgisch → befriedigende bis unbefriedigende Therapieerfolge

4. Untersuchungsergebnisse innerhalb der vier Hauptgruppen der ausführlichen Beckenfrakturklassifikation

4.1. Gruppe A – Frakturen nicht gewichttragender Beckenelemente

Innerhalb der ersten Gruppe nicht gewichttragender Elemente wurde zwischen uni- und bilateral vorkommenden Beckenboden- und Beckenrandfrakturen unterschieden. Sie nehmen nur 7,6 % der Gesamtfrakturen am Becken ein, also vergleichbar wenig wie die 11 % in der Untersuchung von MESSMER (1995). Dazu zählten Schambein-, Sitzbein- und Darmbeinschauelfrakturen sowie Trennungen der Beckensymphyse. Alleinige Frakturen dieser Beckensegmente traten bei nur fünf Katzen (3,2 %) und 22 Hunden (11 %) auf. Es lagen Ischiumfrakturen bei 17 Hunden und zwei Katzen, Pubisfrakturen bei 21 Hunden und fünf Katzen sowie Darmbeinschauelfrakturen bei einer Katze vor. Katzen waren verglichen mit der Untersuchung von MESSMER (1995) deutlich seltener betroffen als Hunde, aber unilaterale Verletzungen traten innerhalb der Tierarten ähnlich häufig auf. So kamen bei Hunden neun unilaterale sowie 13 bilaterale Frakturen und bei Katzen drei uni- und zwei bilaterale Verletzungen in diesem Bereich vor. Eine detaillierte Beschreibung der verletzten Beckenanteile wurde im Vergleich zu MESSMER (1995) nicht vorgenommen. Sie unterschied genauer zwischen Symphysentrennungen, Frakturen des Corpus und der Rami von Os pubis bzw. Os ischii. Ein Vorteil dieser detaillierteren Beschreibung ist besonders bei den

Ischiumkörperfrakturen nachzuvollziehen, da diese bei starker Dislokation und klinischen Beschwerden eine Osteosyntheseindikation darstellen. In der Gruppe dieser Arbeit wurden jedoch keine Ischiumkörperfrakturen diagnostiziert und alle Frakturen konservativ behandelt. Alle Patienten erreichten gute Therapieergebnisse. Die isolierten Beckenboden- bzw. Beckenrandverletzungen zählen demnach zu den prognostisch am besten einzustufenden Beckenfrakturen, da sie in der Regel ohne operative Versorgung eine gute Heilungstendenz aufweisen (Tomlinson, 2003; Fossum, 2007). Begleitende Verletzungen betrafen aufgrund ihrer Nähe zum Beckenboden überwiegend den Femur in Form von Frakturen und Luxationen bei je zwei Hunden. Innerhalb dieser Gruppe erfolgten insgesamt sieben Nachkontrollen ausschließlich konservativ behandelte Tiere, von denen fünf Hunde (2,5 %) und zwei Katzen (1,3 %) stets gute Therapieerfolge erzielten. Sie erlitten alle Pubisfrakturen und zwei Hunde sowie eine Katze zusätzlich Ischiumfrakturen. Es lag keine Symphysiolyse vor. KIPFER und MONTAVON (2011) untersuchten die Ergebnisse chirurgisch versorgter Beckenbodenfrakturen bei Katzen, die zusätzliche Beckenfrakturen gewichtstragender Anteile hatten und sie fanden heraus, dass Tiere mit beidseitiger Luxation im Iliosakralgelenk bzw. einseitiger Iliosakralgelenksluxation mit kontralateraler Iliumfraktur von der operativen Versorgung der Beckenbodenfrakturen profitieren. Durch diese Maßnahme wird der Beckenring besser stabilisiert und die Reposition der iliosakralen Luxation vereinfacht. Zusätzlich stellten die Autoren fest, dass Schmerzen deutlich reduziert und der Heilungsverlauf beschleunigt werden konnte (Kipfer und Montavon, 2011). Die Ausbildung von Pseudarthrosen war in Studien von NAKASALA-SITUMA (1979) und BÖHMER (1985) mit 53-75 % deutlich höher als in dieser Arbeit, wo nur bei 19,1 % der Hunde und 16,4 % der Katzen derartige Veränderungen nachgewiesen werden konnten.

In der gesamten Gruppe wurden die Beckenbodenfrakturen konservativ therapiert. Von den fünf nachuntersuchten Hunden und zwei Katzen liefen alle lahmheitsfrei, sodass ihnen ein guter Therapieerfolg zugeordnet werden konnte.

4.2. Gruppe B – Verletzung eines gewichtstragenden Elementes mit/ohne Beckenbodenverletzung

Die zweite Gruppe umfasst Verletzungen von einem gewichtstragenden Element, das uni- oder bilateral betroffen sein konnte. In dieser Gruppe der Klassifikation

traten die meisten thorakalen Traumata auf. Dazu zählten neben Pneumothorax auch Lungenkontusionen, die bei 75 % der Katzen mit Iliosakralgelenksluxationen und bei 67,3 % der Hunde mit Iliumfrakturen assoziiert waren. Die Verteilung der Frakturlokalisation zeigt, dass bei Katzen Iliosakralgelenksluxationen und bei Hunden Darmbein- vor Azetabulumfrakturen dominieren. Es lagen keine isolierten Sakrumfrakturen, jedoch bei 128/159 Tieren dieser Gruppe (davon 51 Katzen / 77 Hunde) Beckenbodenfrakturen, vor. Hervorzuheben sind die bilateralen Iliosakralgelenksluxationen, die bei Katzen stark in ihrem Dislokationsgrad variierten und im Fall von 22 Katzen Kombinationen zeigten, welche bei keinem Hund nachgewiesen werden konnten. Insgesamt 55 Katzen und nur 13 Hunde mit Iliosakralgelenksluxationen wurden dieser Gruppe zugeordnet. Jene Ergebnisse untermauern die Aussagen anderer Autoren, die ebenfalls deutlich häufiger Iliosakralgelenksluxationen bei Katzen als bei Hunden beobachteten. Die felines Patienten aus der Studie von STROHBACH (2007) wurden zu 69,6 % mit Luxationen im Iliosakralgelenk vorgestellt, die in 37,5 % der Fälle bilateral vorlagen. Auch in dieser Untersuchung lagen 40 % bilaterale Iliosakralgelenksluxationen vor. Unilaterale Luxationen gehen laut BURGER et al. (2005) immer mit weiteren Becken- bzw. Beckenbodenverletzungen einher. Bei den einseitigen Iliosakralgelenksluxationen in dieser Arbeit konnten bis auf sieben Fälle stets begleitende Beckenbodenfrakturen festgestellt werden. Die Nachuntersuchungen zeigten insgesamt gute Therapieerfolge bei Iliosakralgelenksluxationen unabhängig davon, ob Frakturen von Os ischii oder Os pubis vorlagen. Geringe Dislokationen verheilten außerdem bei uni- und bilateralem Auftreten stets komplikationslos. Der Therapieerfolg und die Prognose sind als günstig einzustufen. Traten allerdings Iliosakralgelenksluxationen mit zusätzlichen Sakrumfrakturen auf, wurden bei Katzen (n=3) vermehrt Implantatlockerungen und infolgedessen befriedigende Therapieergebnisse beobachtet. Die vorliegenden abaxialen Sakrumfrakturen wurden stets fixiert. Da von 32 betroffenen Patienten mit dieser Frakturkombination nur elf nachkontrolliert (davon zwei Hunde und neun Katzen), konnten keine Vergleiche zwischen den Tierarten angestellt werden. Rückblickend ist nicht beurteilbar, ob sich die Lockerungsfrequenz aufgrund einer fehlerhaften Platzierung der Implantate erhöhte oder ob andere Störfaktoren (z.B. nicht eingehaltene Ruhighaltung) Einfluss hatten.

Die Fixationsmethode, bei der eine beidseitige Iliosakralgelenksluxation mit nur einer längeren Schraube versorgt wird, beschrieb KADERLY bereits 1991 als erfolgreich. Aber auch die Osteosynthese beider Seiten mit separaten Implantaten kann Komplikationen nach sich ziehen. In der Regel wird die Luxation durch Einbringen von Zugschrauben in das Os sacrum mit einer Eindringtiefe von etwa 60 % unter Durchleuchtung fixiert. DeCAMP und BRADEN (1985a) wiesen in ihrer retrospektiven Studie bei Hunden in nur 33 % der Fälle eine korrekte Platzierung der Implantate nach. Fehlplatzierte oder zu kurze Schrauben führten zu einer Lockerungsrate von 60 % in deren Studie (DeCamp und Braden, 1985a). Spätere Wissenschaftler wie TOMLINSON et al. (1999) versorgten die Iliosakralgelenksluxationen mit einer invasiv gedeckten Reposition und Fixation durch eine perkutane Zugschraube, die unter kontrollierter Durchleuchtung platziert wurde. Hierbei konnten keine Implantatlockerungen nachgewiesen werden (Tomlinson et al., 1999). Von der korrekten Platzierung des Implantates hängt folglich der Therapieerfolg maßgeblich ab. Studien bei Katzen zeigten, dass bei ihnen Lockerungsfrequenzen von bis zu 30 % auftraten, sobald bei der Operation die Orientierungspunkte der Hunde genutzt wurden und keine Komplikationen, wenn die für Katzen empfohlenen topografischen Eckdaten berücksichtigt wurden (Burger et al., 2005). In der vorliegenden Arbeit traten bei 10,6 % der Hunde und 6,6 % der Katzen Implantatlockerungen oder Implantatversagen mit daraus resultierender Umversorgung auf. Im Gegensatz dazu traten in der Studie von STROHBACH (2007) bei nur einer Katze bzw. in der Untersuchung von DIEHM (2016) weder beim Hund noch bei der Katze Lockerungen der Implantate auf. Die Luxationen im Iliosakralgelenk wurden beim Hund in 69,2 % bzw. bei den Katzen in 82,4 % der Fälle operativ versorgt und nur bei geringer Dislokation konservativ behandelt. Ob die Eindringtiefen der Implantate im Sakrum weniger als 60 % der Sakrumbreite betrug oder ob sie fehlplatziert waren, wurde nicht für jedes Implantat im Einzelnen ausgemessen. Deshalb konnte keine genaue Ursache für die Lockerungsfrequenz herausgearbeitet werden. Das Ergebnis für Katzen deckt sich mit den 7 % von DeCAMP und BRADEN (1985a).

Singuläre Darmbeinfrakturen traten bei 48 Hunden (24 %) und elf Katzen (7,1 %) auf. Die Ergebnisse sind vergleichbar mit denen von VOGEL (1986) und STROHBACH (2007). Von den betroffenen Patienten wurden nur zwölf Hunde

(25 %) und vier Katzen (36,4 %) zur Nachuntersuchung vorgestellt. Gute Therapieergebnisse erreichten 10/12 Hunden und 2/4 Katzen. Es erfolgte, bis auf eine konservativ therapierte stabile Querfraktur (guter Therapieerfolg), stets die chirurgische Versorgung. Von den insgesamt 13 kontrollierten Patienten mit unilateralen Iliumfrakturen konnten bei acht Hunden und zwei Katzen gute Behandlungserfolge erzielt werden. Zu den Komplikationen zählten vermehrte Kallusbildung und folgende Lahmheit sowie eine Femurluxation nach chirurgischer Versorgung einer acetabulumnahen Darmbeinfraktur. Daraus bildeten sich in diesem Bereich starke Arthrosen, die eine andauernde Lahmheit zur Folge hatten. Die Katze hatte eine Mehrfragmentfraktur, bei deren Implantat eine Schraubenlockerung auftrat. Daraus entwickelte sich eine überschießende Kallusbildung mit Nervenläsion. Die Osteosyntheserate von ~ 90 % bei Hunden und Katzen in dieser Arbeit deckt sich mit den Empfehlungen der Literatur, die nur im Falle singulärer nicht dislozierter Frakturen der Ala ossis ilii konservative Behandlungen als Möglichkeit erwähnen (Payne, 1993; Matis 2005a). Im Fall von Fissuren oder nicht dislozierten Querschrägfrakturen der Ala ossis ilii mit guter Belastung der Gliedmaße entschied man sich bei fünf Hunden und einer Katze für eine konservative Behandlung. Aufgrund fehlender Nachkontrollen dieser Fälle waren keine Rückschlüsse auf den konservativen Therapieerfolg möglich. Im Vergleich dazu wies DIEHM (2016) bei Hunden eine Osteosyntheserate von 100 % und bei Katzen von 66,6 % nach, ohne dabei Komplikationen bei der Frakturheilung zu beobachten. Innerhalb der Patientengruppe mit chirurgisch versorgten Iliumfrakturen traten bei 22,9 % (11/48) der Hunde und 63,6 % (7/11) Katzen implantatbezogene Komplikationen auf. Hierbei handelte es sich um Lockerungen von Schrauben bzw. Implantatbrüche. Die Lockerungsrate der Katzen ist etwa doppelt so hoch wie die 33 % in der Studie von STROHBACH (2007). Lateral angebrachte DCP-Platten kamen bei beiden Tierarten am häufigsten (Hunde: 43/45; 95,6 % und Katzen: 8/9; 88,9 %) zum Einsatz, die anderen Implantate waren Miniplatten. Dabei wurde in 62,2 % der Fälle (28/45) bei Hunden und in 77,8 % der Fälle (7/9) bei Katzen mindestens eine Schraube im intakten Iliosakralgelenk platziert. Diese Angaben für Katzen waren vergleichbar mit denen von STROHBACH (2007). Bei 28 Katzen wies HAMILTON (2009) Schrauben-Lockerungsfrequenzen von 56 % nach lateralem und von 20 % nach dorsalem Anbringen der Platten nach. Unterschiede der Lockerungsfrequenzen abhängig von der Schraubenlokalisation wurden in dieser

Studie nicht verglichen. Entsprechende Arbeiten zwischen Hunden und Katzen mit unterschiedlichen Plattenlokalisationen, die vergleichbare Langzeitergebnisse liefern, stehen bisher noch aus. Die Arthrosefrequenz von rund 50 % bei den Katzen in der röntgenologischen Auswertung ähnelte den Ergebnissen von BÖHMER (1985), lag jedoch deutlich über den 15 % von STROHBACH (2007). Allerdings muss hierbei die geringe Patientenzahl berücksichtigt werden. Im Vergleich zu DIEHM (2016), der keine Komplikationen seiner kontrollierten Hunde nachwies, traten bei 25 % dieser Hunde röntgenologische Veränderungen auf. Insgesamt kann im Falle einer Osteosynthese bei beiden Tierarten mit einem guten Therapieerfolg gerechnet werden. Allerdings können implantatbezogene Komplikationen zu Lahmheiten und knöchernen Veränderungen führen.

Azetabulumfrakturen wurden in dieser Gruppe nach kaudalen bzw. Randfrakturen und kranialen bzw. zentralen Frakturen eingeteilt. Insgesamt 29 Hunde (14,5 %) und acht Katzen (5,2 %) zogen sich Azetabulumfrakturen zu, die bei je einem Individuum bilateral auftraten. Diese Zahlen werden in den Arbeiten von VOGEL (1986) und STROHBACH (2007) bestätigt. Nur zehn Hunde (34,5 %) und drei Katzen (37,5 %) wurden zur Nachuntersuchung vorgestellt. Zusammengefasst konnten acht gute (61,5 %), vier befriedigende (30,7 %) und ein unbefriedigender Therapieerfolg festgestellt werden. Von fünf konservativ therapierten Azetabulumfrakturen, erzielten drei Hunde und zwei Katzen gute Ergebnisse, wenn es sich um Randfrakturen handelte. Zwei Hunde mit konservativ behandelter kaudaler Azetabulumfraktur zeigten röntgenologisch eine Arthrosis deformans und liefen infolgedessen intermittierend bzw. dauerhaft lahm. Handelte es sich um eine Fraktur im Bereich der vorderen zwei Drittel des Azetabulums, wurden alle kani- nen Patienten einer Operation unterzogen, bei der es sich um eine Osteosynthese oder bei irreparabilem Befund um eine Femurkopfhalsresektion handelte. In der Untersuchung von DIEHM (2016) wurden sogar 50 % aller Azetabulumfrakturen mittels Femurkopfhalsresektion therapiert. Bei einem Hund, dessen Trümmerfraktur des Azetabulums chirurgisch versorgt wurde, konnte der Therapieerfolg als gut eingestuft werden. Obwohl eine komplexe Fraktur des Azetabulums vorlag, entstanden postoperativ nur milde arthrotische Veränderungen, die keine klinischen Beschwerden hervorriefen. Da es sich um einen kleinen unter vier Kilogramm schweren Hund handelte, kann diese schwerwiegende Fraktur möglicher-

weise besser kompensiert werden als bei großen Hunderassen. Gute Therapieerfolge waren bei drei und befriedigende bei zwei Hunden zu verzeichnen, deren kraniale Azetabulumfraktur operativ versorgt wurde. Die Befunde der röntgenologischen Auswertung wiesen bei insgesamt sieben Hunden (70 %) und bei zwei Katzen (66,67 %) Arthrosen unterschiedlichen Ausmaßes nach. Dabei zeigten 4/5 konservativ behandelten Hunden und alle Katzen arthrotische Veränderungen im Bereich der Azetabula. Die Katzen kompensierten diese Veränderung besser als Hunde, da sie weniger Lahmheiten zeigten. Die Ergebnisse von Arthrosefrequenzen bei konservativen Therapien bei Hunden und Katzen decken sich mit denen älterer Studien (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Boudrieau und Kleine, 1988; Strohbach, 2007). Im Fall von chirurgisch versorgten Azetabulumfrakturen lagen die Arthroseraten dieser Arbeit bei beiden Tierarten (60 % Hunde und 33,3 % Katzen) unter denen vorheriger Studien, die 73-86 % beobachteten (Vogel, 1986; Anson et al., 1988; Strodl, 2000). Aufgrund der niedrigen Kontrollrate ist eine Vergleichbarkeit der klinischen Ergebnisse schwierig. Lahmheitsfrequenzen betrafen 1/3 Katzen und 4/10 Hunden. Bei Vergleichen von konservativ behandelten Katzen zeigten jene seltener Lahmheiten als chirurgisch therapierte Tiere; umgekehrt war es bei den Hunden (Denny, 1978; Boudrieau und Kleine, 1988; Anson et al., 1988; Strodl, 2000). Diese Arbeit wies jedoch für konservativ behandelte Azetabulumfrakturen gute Therapieergebnisse nach. Aufgrund der geringen Patientenzahl sind diese Ergebnisse jedoch unter Vorbehalt zu sehen, da die geringeren Arthrosefrequenzen für bessere Ergebnisse bei der chirurgischen Therapie sprechen. Implantatbezogene Komplikationen waren bei elf Hunden (37,9 %) und vier Katzen (50 %) nachzuvollziehen. Bei zwei Hunden (6,9 %) und einer Katze (12,5 %) traten zusätzlich Dislokationen Frakturfragmente mit folgender Lahmheit auf. VOGEL (1986) wies in seiner Studie mit Hunden nur in der 9,1 % der Fälle und STROHBACH bei Katzen in 24,4 % der Fälle Implantatbrüche bzw. Lockerungen nach. Diese Ergebnisse lagen unter denen der vorliegenden Studie, wobei hier deutlich weniger Nachkontrollen durchgeführt werden konnten. Indem bei nur 37,5 % der Patienten mit Azetabulumfrakturen eine Osteosynthese, aber bei 50 % Femurkopfhalsresektionen durchgeführt wurden, sank in der Untersuchung von DIEHM (2016) das Komplikationsrisiko deutlich.

Besonders bei den Azetabulumfrakturen herrscht unter den Autoren noch keine Einigkeit darüber, welche Therapie abhängig von der Frakturlokalisation als „ide-

al“ empfohlen wird. Inkongruenz der Gelenkflächen, zentrale Femurkopfluxationen, Krepitationen im Hüftgelenk sowie Inkongruenz, Schmerzen und Instabilität gelten als Indikatoren, bei denen eine operative Versorgung empfohlen wird (Vogel, 1986; Eaton-Wells et al., 1990; Betts, 1993; Matis et al., 1993; Tomlinson, 2003; Piermattei, 2006; Strohbach, 2007). Unbehandelt konnten schmerzhafte zunehmende Arthrosen und Lahmheiten festgestellt werden (Henry, 1985; Matis, 1994a); Strohbach, 2007). Wie die Ergebnisse dieser Studie untermauern, können Absprengungen am dorsalen Azetabulumrand ohne Verletzungen der Gelenkfläche erfolgreich konservativ therapiert werden (Matis, 2005a; Matis, 2005b). Ist allein das kaudale Drittel der Gelenkfläche frakturiert, sehen einige Autoren keine Notwendigkeit einer chirurgischen Versorgung, da lediglich die vorderen zwei Drittel als gewichttragend galten (Chandler und Beale, 2002). BUTTERWORTH et al. (1994) untermauern diese Theorie mit ihrer Untersuchung von 34 Azetabulumfrakturen bei Hunden. Sie empfehlen außerdem eine konservative Therapie, da die Darstellung dieser Region intraoperativ als kompliziert gilt und damit ein erhöhtes Risiko der Schädigung vom Nervus ischiadicus besteht. Insbesondere kaudale und geringgradig dislozierte Frakturen lieferten zufriedenstellende Behandlungsergebnisse nach konservativer Therapie (Butterworth et al., 1994; Diehm, 2016). MILLER (2002) geht einen Kompromiss ein, indem er ein konservatives Management kaudaler Frakturen nur bei kleinen Hunderassen und Katzen empfiehlt. Die Arbeit von BOUDRIEAU und KLEINE (1988) widerlegt diese These, da hier alle fünfzehn konservativ behandelten kaudalen Azetabulumfrakturen mit Kallusbildung heilten und bis auf zwei Individuen alle mittel- bis hochgradige degenerative Gelenksveränderungen zeigten. Nur die operative Versorgung kann durch eine korrekte Reposition der Gelenkfläche für eine normale Kraftübertragung sorgen und somit das Risiko für Osteoarthritis senken (Boudrieau und Kleine, 1988; Kaderly, 1991; Fossum, 2007). Neuere Studien an Azetabula von Hunden und Katzen belegen, dass in der Bewegung von allen Bereichen der Gelenkpfanne zumindest partiell oder vollständig gewichttragende Funktionen übernommen werden (Beck et al., 2005; Moores et al., 2007). Diese kinematischen Arbeiten von BECK et al. (2005) an Katzen und von MOORES et al. (2007) an Hunden widerlegen somit ältere Meinungen über die Gewichtsverteilung und sollten Denkanstoß über das konservative Frakturmanagement am Azetabulum bieten. Die Entscheidung, welche Therapie am geeignetsten erscheint, sollte sich nun

nicht mehr allein auf die Lokalisation der Fraktur beziehen, sondern vielmehr auf den Dislokationsgrad, die Anzahl der Frakturfragmente, zusätzliche Verletzungen und die Schmerzhaftigkeit des Patienten (Diehm, 2016).

Die Fallzahlen dieser isolierten Azetabulumfrakturen waren insbesondere bei den Katzen mit acht Individuen (5,2 %) sehr gering. In 57,1 % erfolgte eine konservative und in 42,9 % eine chirurgische Therapie. Aufgrund der geringen Patientenzahl repräsentiert ein Drittel der Frakturen nicht gewichttragende Anteile des Azetabulums. Den Ergebnissen kann deshalb keine Aussagekraft zugesprochen werden. Auch die Zahlen der Hunde sind relativ gering, aber mit 29 Individuen (14,5 %) etwas repräsentativer. Eine Osteosynthese erfolgte in 62,1 % der Fälle und 37,9 % wurden konservativ behandelt. Andere Studien bezogen in ihren Auswertungen nicht nur auf alleinige Azetabulumfrakturen, sondern auch auf Kombinationsverletzungen mit anderen Beckenanteilen. Die Osteosyntheseraten fielen deshalb grundsätzlich höher aus. Grundsätzlich fielen die Ergebnisse beider Tierarten operativ rekonstruierter Azetabulumfrakturen besser aus als die konservativ therapierten und auch die pathologischen Veränderungen am Knochen waren geringer ausgeprägt, wenn eine operative Versorgung erfolgte. Deshalb wird bei allen Azetabulumfrakturen (außer Randfrakturen) zur chirurgischen Therapie geraten.

4.3. Gruppe C – Verletzung von zwei gewichttragenden Elementen mit/ohne Beckenbodenverletzung

Diese Gruppe umfasst insgesamt 25 verschiedene Kombinationen, von denen folgende fünf ausschließlich beim Hund vorkamen: C6 b, C7 b, C14 a, C16 a und C18 a. Bei allen Kombinationen waren Darmbeinfrakturen vertreten, die mit Iliosakralgelenksluxationen (zwei Fälle), Sakrumfrakturen (ein Fall) oder Azetabulumfrakturen (acht Fälle) assoziiert waren. Sechs Frakturkombinationen traten nur bei Katzen auf: C1 b, C4 b, C 5 a, C6 a, C9 b und C12 a. Sie beinhalten alle Iliosakralgelenksluxationen, die in sechs Fällen mit Iliumfrakturen, in einem Fall mit Sakrumfrakturen und in zwei Fällen mit Azetabulumfrakturen kombiniert waren.

Mit Iliumfrakturen kombinierte Iliosakralgelenksluxationen konnten bei 14 Hunden und 19 Katzen diagnostiziert werden. Ältere Studien zeigten hierfür geringgradig höhere Fallzahlen bei Katzen 17,5-23,9 % (Burger, 2005; Strohbach, 2007); bei den Hunden waren die Ergebnisse vergleichbar (Vogel, 1986). Von

acht kontrollierten Patienten konnten fünf Katzen (62,5 %) nach der Operation gute, ein Hund nach Operation befriedigende und zwei Katzen (25 %) unbefriedigende Therapieergebnisse vorweisen. Im Fall der zuletzt genannten Katzen wurden ein Tier konservativ und eines chirurgisch versorgt. Das Implantat lockerte sich und führte zu einer Nervenschädigung mit folgender Lahmheit des Patienten. Die guten Ergebnisse der operativ versorgten Verletzungen entsprechen den Resultaten anderer Studien, wobei sich die Autoren über das höhere Schraubenlockerungsrisiko bei Katzen aufgrund ihrer spröden und wenig deformierbaren Knochen einig sind (Böhmer, 1985). Bei ausschließlich zwei Katzen wurden einseitige Luxationen im Iliosakralgelenk mit ipsilateralen Darmbeinfrakturen festgestellt. Von diesen Katzen wurde nur eine zur Nachkontrolle vorgestellt. Ihre Frakturen wurden konservativ behandelt und das Kontrollergebnis fiel unbefriedigend aus. Im Vergleich dazu waren Iliosakralgelenksluxationen mit kontralateralen Iliumfrakturen bei elf Hunden (78,6 %) und elf Katzen (57,9 %) häufiger. Die beiden Verletzungen wurden in der Regel bei Hunden und Katzen chirurgisch versorgt und erzielten bei Katzen immer gute Behandlungsergebnisse, wenn beide Verletzungen mittels Osteosynthese stabilisiert wurden. Eine Katze erhielt ein unbefriedigendes und ein Hund ein befriedigendes Behandlungsergebnis, nachdem zwar die Iliumfraktur mittels Platte versorgt wurde, aber die gleichseitig im Sakrum verankerte Zugschraube keine ausreichende Stabilisierung der mittelgradigen kontralateralen Iliosakralgelenksluxation gewährleistete. Obwohl es sich hier bei beiden Tierarten um einen Einzelfall handelt, wird eine separate Versorgung beider Verletzungen empfohlen, sofern die Iliosakralgelenksluxation mehr als nur geringgradig disloziert ist und kontralateral liegt. Es wurde allein ein Hund zur Kontrolle vorgestellt, weshalb der tierartliche Vergleich nicht möglich war. Nach einer chirurgischen Therapie von beiden kontralateral gelegenen Verletzungen kann mit guten Behandlungsergebnissen gerechnet werden. Wird die gleichseitige Iliosakralgelenksluxation durch eine lange Zugschraube mit fixiert, besteht ein höheres Risiko für Implantatlockerungen, insbesondere weil kraniale Iliumabschnitte weicher und sehr dünn sind (Hamilton, 2009; DeCamp, 2012).

Kombinierte Verletzungen des Os sacrum mit Luxationen im Iliosakralgelenk kamen bei 14 Hunden und 24 Katzen vor. Allerdings konnten ausschließlich elf Katzen (45,8 %) nachuntersucht werden. Von ihnen erzielten sieben Tiere

(63,6 %) gute, ein Tier befriedigende und drei Tiere (27,3 %) unbefriedigende Therapieerfolge. Davon wurden acht chirurgisch (72,7 %) und drei konservativ (27,3 %) versorgt, wobei zuletzt genannte gut verheilten. Im Vergleich zu BÖHMER (1985), die in 92 % der Iliosakralgelenksluxationen bei Katzen zusätzliche Absprengfrakturen der Ala ossis sacri beobachtete, wurden in dieser Studie nur 23,3 % bei Katzen bzw. 17 % bei Hunden diagnostiziert. Die Probleme in der Heilungsphase waren mit drei Implantatlockerungen und einem Implantatbruch mit vermehrter Dislokation der Iliosakralgelenksluxation und folgender Beckenkanaleinengung assoziiert. Vergleichbar mit Ergebnissen von BÖHMER (1985), die bei Iliosakralgelenksluxationen mit Sakrumfrakturen in 6,2 % ihrer Fälle Lahmheiten und Schmerzen im kaudalen Wirbelsäulenbereich feststellte, fielen die Ergebnisse dieser Studie mit 7,5 % aus.

Bei gleichzeitig vorliegenden Iliosakralgelenksluxationen und Azetabulumfrakturen wurden für beide Verletzungen stets chirurgische Behandlungen gewählt, außer die Azetabulumfraktur lag im kaudalen Drittel. Es waren 17 Hunde (8,5 %) und 12 Katzen (7,7 %) betroffen. Von ihnen wurden nur zwei Katzen und sechs Hunde nachkontrolliert. Die Ergebnisse der Nachuntersuchung von drei Hunden und den zwei Katzen fielen gut aus. Alle Implantate saßen in Position. Selbst durch die alleinige Reposition der Iliosakralgelenksluxation konnte betroffenen Patienten ohne Versorgung der kaudalen Azetabulumfraktur geholfen werden. Befanden sich die Frakturen jedoch kranial/zentral, erfolgte immer eine chirurgische Therapie. Die beiden Katzen erzielten gute Therapieergebnisse, obwohl ein Tier sogar bilaterale Azetabulumfrakturen (Trümmerfraktur + kaudale Azetabulumfraktur) und eine geringgradige Iliosakralgelenksluxation erlitt. Das andere Tier erhielt eine Osteosynthese ihrer mittelgradigen Iliosakralgelenksluxation und kaudalen Azetabulumfraktur. Bei den Hunden traten öfter Lahmheiten, Wundinfektionen und Komplikationen mit den Implantaten der Azetabula auf.

Ilium- und Azetabulumfrakturen traten bei 35 Hunden (17,5 %) und sieben Katzen (4,5 %) auf und wurden stets operativ behandelt. Die Häufigkeit dieser Frakturkombination bei Hunden stellte bereits VOGEL (1986) fest. Insgesamt 12 Hunde und vier Katzen wurden nachuntersucht. Vier gute, fünf befriedigende und drei unbefriedigende Therapieerfolge wurden bei den Hunden verzeichnet. Zu den beobachteten Komplikationen zählten Lahmheiten, zwei Wundinfektionen, Arth-

rosen mit starker Kallusbildung, daraus folgender Nervenläsion und Muskelkontraktur sowie bei einem Hund eine postoperative Femurluxation. Bei den Katzen waren zwei Implantatlockerungen und eine Muskelkontraktur mit Nervenläsion vertreten. Auch hier traten infolge von Implantatlockerungen im Ilium- bzw. Azetabulumbereich Lahmheiten auf. Trotz chirurgischer Versorgung beider Frakturen muss sowohl bei Katzen als auch bei Hunden mit erhöhten Komplikationsraten gerechnet werden.

Kombinationen aus Ilium- und Sakrumfrakturen waren selten und kamen bei vier Hunden (2 %) und einer Katze vor. Hier erfolgten keine Nachkontrollen.

4.4. Gruppe D – Verletzung von drei gewichttragenden Elementen mit/ohne Beckenbodenverletzung

Frakturen der drei gewichttragenden Elemente, die in neun variablen Verteilungen auftraten, konnten bei 7,5 % der Hunde (n=15) und 8,4 % der Katzen (n=13) festgestellt werden. Sie umfassen unterschiedlich lokalisierte Frakturen vom Ilium, Azetabulum und Luxationen des Iliosakralgelenkes, die uni- oder bilateral auftreten konnten. Sakrumfrakturen wurden ebenfalls dazu gezählt, da mit ihnen oft neurologische Defizite einhergehen und deren Versorgungsmethode in das Entscheidungsverfahren der Therapiewahl einbezogen werden sollte (Anderson und Coughlan, 1997; Kuntz et al., 1995). Nur sieben Hunde (46,7 %) und vier Katzen (30,8 %) wurden zur Kontrolluntersuchung vorgestellt. Es lagen nur drei gute, zwei befriedigende sowie sechs unbefriedigende Behandlungsergebnisse vor. Die chirurgisch versorgte bilateral gelegene Iliumfraktur mit gleichseitiger Azetabulumfraktur und Luxation im Iliosakralglenk wie auch die zentrale Azetabulumfraktur mit Luxation im Iliosakralgelenk und Sakrumfraktur (alle drei chirurgisch versorgt) verheilten bei je einem betroffenen Hund gut. Ipsilateral gelegene Frakturen aller drei Segmente bei einer Katze konnten gute und bei einem Hund befriedigende Therapieerfolge erzielen. Die schlechtesten Behandlungsergebnisse wurden bei ipsilateralen Ilium- und Azetabulumfrakturen mit kontralateraler Iliosakralgelenksluxation nachgewiesen (befriedigend: ein Hund / unbefriedigend: je zwei Hunde und zwei Katzen). Zu einer Implantatlockerung kam es im Fall von je zwei Hunden und Katzen, bei denen die Luxation im Iliosakralgelenk (mittel- bis hochgradig disloziert) im Zuge der Osteosynthese einer kontralateralen Iliumfraktur mit Hilfe einer verlängerten Zugschraube fixiert wurde. Es lagen in dieser

Gruppe keine Vergleichspatienten mit separaten Implantaten vor. Es gab allerdings Patienten mit Iliumfrakturen und kontralateraler Iliosakralgelenksluxation, bei denen jede Verletzung separat versorgt wurde und die geringere Raten von Implantatlockerungen zeigten. Wie die Auswertungen zeigen, besteht in dieser Gruppe ein höheres Risiko von Komplikationen. Es konnte jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen nachgewiesen werden. Trotz der hohen Komplexität und Instabilität dieser Beckenfrakturen konnten mit Hilfe der Osteosynthese befriedigende Behandlungsergebnisse erzielt werden. Folglich wird in diesen Fällen eine separate Versorgung von Iliumfrakturen und kontralateralen Iliosakralgelenksluxationen angeraten, sofern zuletzt genannte nicht nur geringgradig disloziert sind. Auch für Azetabulumfrakturen gilt die Empfehlung einer chirurgischen Versorgung, besonders wenn die Fraktur die kranialen 2/3 der Gelenkfläche betrifft und nicht durch gleichseitige Begleitfrakturen ausreichend stabilisiert werden kann.

4.5. Zusammenfassung der Behandlungsergebnisse

Insgesamt betrug die Osteosyntheserate bei den Hunden 70,4 % und bei den Katzen 69 %. Die Untersuchung von NAKASALA-SITUMA (1986) beschrieb Operationshäufigkeiten von 5,1 % der Hunde, während es bei BÖHMER (1985) 10,3 % der Katzen waren. Eine chirurgische Therapie erfolgte: im Fall von Iliosakralgelenksluxationen bei Hunden in 89,8 % und bei Katzen in 83,4 % der Fälle, Darmbeinfrakturen bei Hunden in 93,3 % und bei Katzen in 90,9 % der Fälle, Azetabulumfrakturen bei Hunden in 85 % der Fälle und bei Katzen in 81,3 % der Fälle sowie Sakrumfrakturen bei Hunden in 93,3 % und bei Katzen in 78,3 % der Fälle. Ischiumfrakturen wurden bei 5,8 % der Hunde und 5,6 % der Katzen mittels Osteosynthese versorgt, während Pubisfrakturen stets konservativ behandelt wurden. Diese Angaben sind vergleichbar mit denen von STROHBACH (2007). Die Zahlen unterscheiden sich nur geringgradig beim Azetabulum, das zu 95,7 % bei den Katzen operiert wurde und dem Ilium, welches in 99 % der Fälle chirurgisch versorgt wurde. Vergleiche der Behandlungserfolge zwischen konservativen und chirurgischen Methoden waren wegen der geringen Patientenzahlen pro Frakturgruppe und den selten durchgeführten konservativen Therapieoptionen nicht möglich. Durch die chirurgische Versorgung der Beckenfrakturen konnten überwiegend gute Therapieerfolge verzeichnet werden. Dennoch waren mit der Osteosyn-

these häufige Implantatlockerungen oder -frakturen (22-27 %) assoziiert. In anderen Arbeiten wurden implantatbezogene Komplikationen in 7,7-33 % der Fälle dokumentiert (Strohbach, 2007; Diehm, 2016). Da die Wahl des Implantates bzw. der Implantatsitz nicht lückenlos für jeden Patienten nachvollziehbar war, kann nur vermutet werden, dass Komplikationen sowohl von der Fragmentreposition, der Wahl der richtigen Implantate und der korrekten Implantatplatzierung sowie der Erfahrung des Chirurgen abhängen. Weitere Einflussfaktoren sind begleitende Verletzungen und die ausreichende Ruhighaltung während der Rekonvaleszenzphase.

Bei der röntgenologischen Untersuchung im Rahmen der Langzeitkontrollen wurden in der Hundepopulation vor allem Veränderungen im Sinne von Arthrosen (48,5 %), gefolgt von Beckenkanaleinengungen (28 %), Pseudarthrosen (20,6 %) und Ankylosen (19,2 %) festgestellt. Bei den Katzen war die Verteilung ähnlich. Bei ihnen traten besonders Veränderungen wie Arthropathia deformans sowie Ankylosen in je 38,2 % der Fälle, gefolgt von Beckenkanaleinengungen (26,4 %) und Pseudarthrosen (20 %) auf. BÖHMER (1985) wies in ihrer Studie deutlich höhere Zahlen (76-89 %) degenerativer Veränderungen nach, was möglicherweise auf die deutlich geringere Osteosyntheserate zurückzuführen ist. Im Gegensatz dazu wies DIEHM (2016) bei keinem Hund und bei nur einer Katze eine Beckenkanaleinengung und in 18,2 % alle Hunde und Katzen arthrotische Veränderungen nach. Auch NAKASALA-SITUMA (1986) ermittelte bei den konservativ behandelten Azetabulumfrakturen Arthrosefrequenzen von 77,3 %. Diese Zahlen untermauern, dass im Rahmen einer chirurgischen Frakturversorgung die Arthroserate deutlich gesenkt werden kann, auch wenn implantatbezogene Komplikationen hinzukommen können. Innerhalb der Klassifikation konnte die Arthrosefrequenz in Abhängigkeit von der vorliegenden Verletzung und der gewählten Therapie abgeleitet werden. Je mehr gewichtstragende Beckensegmente frakturiert bzw. luxiert waren, desto eher entschied man sich für eine chirurgische Behandlung. Dadurch konnten die Arthroserate und der Schweregrad gesenkt werden, aber durch implantatbezogene Probleme waren sekundäre Arthrosen möglich.

Die Behandlungserfolge aller kontrollierten Patienten mit unterschiedlichen Beckenfrakturen können als zufriedenstellend beurteilt werden. Insgesamt 69,3 % (115/166) der Hunde und Katzen erholten sich gut von ihren schwerwiegenden

Verletzungen. Das Therapieergebnis von nur 16,3 % aller Patienten wurde als befriedigend bzw. 14,5 % als unbefriedigend eingestuft. Im Vergleich der Tierarten schnitten Katzen geringgradig besser ab als Hunde. Das kann möglicherweise daran liegen, dass Hunde häufiger mit Ilium- und Azetabulumfrakturen assoziierte Beckenverletzungen erlitten als Katzen.

- gut – 66 Katzen (75,9 %) und 49 Hunde (62 %)
- befriedigend – 10 Katzen (11,5 %) und 17 Hunde (21,5 %)
- unbefriedigend – 11 Katzen (12,6 %) und 13 Hunde (16,5 %)

Auch ältere Arbeiten zeigten, dass Beckenfrakturen günstige Prognosen hatten, wobei deren Werte deutlich unter denen dieser Studie lagen. Vergleichbar sind die Resultate von DIEHM (2016), der bei Hunden und Katzen 50-55 % gute Ergebnisse nachwies. Innerhalb der Katzenpopulation hatten je 25 % der Tiere befriedigend bzw. unbefriedigende Ergebnisse. Im Gegensatz dazu waren die Therapieergebnisse der Hunde häufiger befriedigend (45,5 %) und nur selten unbefriedigend (18,2 %).

Bezogen auf die klinischen Nachkontrollen konnte gezeigt werden, dass bei 63,6 % der Patienten gute Therapieerfolge erzielt wurden, aber mit steigender Frakturkomplexität die Erfolgsrate sinkt. In den Gruppen sieben und acht konnten weniger gute Behandlungserfolge als befriedigende oder unbefriedigende erreicht werden. Nicht zufriedenstellende Resultate traten bei 80 % der Kombinationsverletzungen aus Iliosakralgelenksluxationen, Ilium- und Azetabulumfrakturen (Gruppe acht) sowie 68,8 % der Ilium- und Azetabulumfrakturen (Gruppe sieben) auf. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass mit zunehmender Komplexität der Frakturen die Prognose hinsichtlich eines guten Therapieerfolges als vorsichtig einzustufen ist. Bei der Analyse der Behandlungsergebnisse fällt auf, dass durch die chirurgisch therapierten Beckenfrakturen sowohl bei Hunden als auch bei Katzen in 64,4 % gute Ergebnisse erreicht wurden, Komplikationen jedoch häufig im Zusammenhang mit den Implantaten standen.

Grundsätzlich bewerten auch die Patientenbesitzer die Resultate der Behandlungen gut. Mit insgesamt 80,4 % guten Ergebnissen liegen die Werte nochmal höher als nach der klinischen Untersuchung. Nur 12,5 % der Besitzer stuften das Ergebnis als befriedigend und 7,1 % als unbefriedigend ein. Über die Hälfte der nicht

„guten“ Behandlungserfolge war mit Iliumfrakturen assoziiert bzw. mit Iliumfrakturen und anderen Begleitfrakturen. Die anderen drei Patienten hatten Iliosakralgelenksluxationen und ein Hund Beckenbodenfrakturen. Bis auf die konservativ therapierten Beckenbodenfrakturen standen alle Lahmheiten mit Komplikationen nach chirurgischer Versorgung im Zusammenhang.

5. Adaption der Klassifikation

Die oben beschriebene Frakturklassifikation mit ihren 55 Kombinationen zeigt, dass durchaus tierartliche Unterschiede bei den Frakturmustern bestehen. Anhand dieser ausführlichen Klassifikation wurde geprüft, ob Therapieempfehlungen abgeleitet werden konnten und Aussagen über die Prognose möglich waren. Aufgrund der geringen Patientenzahl pro Frakturgruppe und Tierart, war diese Anwendung eingeschränkt möglich. Deshalb musste überlegt werden wie eine sinnvolle Vereinfachung möglich ist. Es wurde schnell klar, dass dies nur durch Reduktion der morphologischen und topografischen Eigenschaften möglich wird, dabei jedoch eine Aufzählung der Beckenverletzung nach ihrem Schweregrad hilfreich sein kann. Auch die erst detailliert mit Bruchlokalisierung aufgeführten Sakrumfrakturen verschwanden im Zuge der Vereinfachung. Zur Erhaltung der Übersichtlichkeit in der gekürzten Klassifikation wurde auf Beschreibungen von Beckenboden- bzw. Beckenrandfrakturen verzichtet. Im Vergleich zu MESSMER (1995), die detailliert jede Fraktur kodierte, gingen somit zwar Informationen über die Stabilität des Beckenringes und Frakturkomplexität verloren, aber die Einteilung vereinfachte sich deutlich. Die Vergleichbarkeit der Frakturkombinationshäufigkeiten wurde dadurch erleichtert. Dennoch stimmen die Arbeiten darin überein, dass von den gewichttragenden Elementen bei den Katzen die Iliosakralgelenksluxationen und bei den Hunden Ilium-, gefolgt von Azetabulumfrakturen dominieren, unabhängig davon wie die Verteilung zusätzlicher Ischium- und Pubisfrakturen ist (Zedler, 1961; Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Strohbach, 2007). Wie in allen vorangegangenen Untersuchungen konnten auch in dieser Arbeit Frakturen des Beckenbodens am häufigsten diagnostiziert werden (Nakasala-Situma, 1979; Böhmer, 1985; Vogel, 1986; Bookbinder und Flanders, 1992; Strohbach, 2007; Diehm, 2016). Mit dem Kompromiss individuelle Eigenschaften und tierartliche Unterschiede außen vorzulassen, wurde die oben beschriebene Frakturklassifikation auf acht für Hunde und Katzen gleicher-

maßen geltende Gruppen gekürzt. Berücksichtigt wurden weder Seitenangaben (uni- oder bilateral), Dislokationsgrade (gering-, mittel-, hochgradig), topografische Eigenschaften noch Frakturlinienverläufe oder zusätzliche Beckenboden- und Sakrumfrakturen. Trotz der Zusammenfassung konnten alle in der ausführlichen Klassifikation genannten Bruchkombinationen innerhalb dieser vereinfachten Variante eingeteilt werden. Die Fallzahlen pro Untergruppe stiegen auf ein repräsentativeres Maß an, sodass auch unter Berücksichtigung der gewählten Therapie in den meisten Fällen Aussagen über Behandlungserfolge möglich wurden. In der gekürzten Frakturklassifikation wurde die Reihenfolge der Verletzungen so gewählt, dass Rückschlüsse auf den Schweregrad gezogen werden konnten. Je höher die Zahl, desto komplexer die Beckenfraktur und desto vorsichtiger ist die Langzeitprognose zu stellen. Allgemeine Therapieempfehlungen konnten unter Vorbehalt in dieser Klassifizierung abgeleitet werden. Bis auf Beckenboden- und Beckenrandfrakturen, sowie geringgradige Iliosakralgelenksluxationen wird eine chirurgische Therapie empfohlen, da gute Therapieerfolge zu erwarten sind. Die Verletzungen bzw. Frakturen der Beckenelemente werden wie folgt aufgezählt: 1. Nicht gewichttragende Elemente, 2. Iliosakralgelenk, 3. Ilium, 4. Azetabulum, 5. Iliosakralgelenk mit Ilium, 6. Iliosakralgelenk mit Azetabulum, 7. Ilium und Azetabulum sowie 8. Ilium- und Azetabulum mit Iliosakralgelenksluxationen.

6. Stärken und Schwächen der Klassifikation

Diese Arbeit konnte bestätigen, dass die Beckenfrakturklassifikation von MESSMER (1995) mit ihrer ausführlichen Darstellung der einzelnen Frakturkombinationen die Vielfalt möglicher Beckenfrakturen gut widerspiegelt. Da alle fünf Beckensegmente bilateral symmetrisch vorkommen, zeichnete sich die Schwierigkeit ab diese Frakturvielfalt so zusammenzufassen, dass eine kurze übersichtliche und praktikable Variante entsteht. Vielmehr wurde klar, dass bei jedem Tier die Frakturverteilung so individuell ist, dass stets das Gesamtbild des Patienten in die Entscheidungsfindung der geeigneten Therapie einfließen sollte. Nicht zu vernachlässigen sind die skelettalen und organischen Begleiterkrankungen, die ebenfalls die Behandlung und den Therapieerfolg beeinflussen. Grundsätzlich konnte jedoch gezeigt werden, dass durch eine chirurgische Versorgung gewichttragender Elemente die Rate der Komplikationen, besonders im Sinne knöcherner Veränderungen, reduziert werden konnte.

In Anlehnung an die AO-Klassifikation der Humanmedizin entwickelte MESSMER (1995) ein Schema für Beckenfrakturen beim Kleintier, von dem der Schweregrad und die Prognose abgeleitet werden können. Obwohl sich ihre Population aus 34,2 % Hunden und 65,8 % Katzen zusammensetzt, wurden keine Unterschiede zwischen den beiden Tierarten herausgearbeitet. Anders gestaltete sich die Herangehensweise in dieser Studie. Die Stichprobe bestand aus einer annähernd gleich großen Population von Hunden (56,3 %) und Katzen (43,7 %). Innerhalb dieser Gruppen wurde ein besonderes Augenmerk auf jene Frakturkombinationen gerichtet, die nur bei einer der beiden Tierarten vorkamen. Es gelang für Katzen Kombinationen verschiedener Dislokationsgrade bei bilateralen Iliosakralgelenksluxationen herauszuarbeiten. Außerdem zogen sich ausschließlich Katzen ipsilateral gelegene Iliosakralgelenksluxationen und Iliumfrakturen sowie bilaterale Azetabulumfrakturen mit Iliosakralgelenksluxationen und Iliumfraktur zu. Die Besonderheiten bei den Katzen waren immer mit Verletzungen des Iliosakralgelenkes verbunden. Innerhalb der Hundepopulation wurde gezeigt, dass Frakturkombinationen des Azetabulums gehäuft vorkamen. Sie waren vergesellschaftet mit Iliumfrakturen und Iliosakralgelenksluxationen, wobei sich die Variabilität auf ihre Lokalisation bezog. Auch wenn es möglich war unterschiedliche Frakturkombinationen für Hunde und Katzen herauszufiltern, muss aufgrund der geringen Patientenzahlen pro Kombinationstyp mit einer unabhängigen Varianz äußerer Faktoren gerechnet werden. Erst durch die Anwendung größerer Patientengruppen auf diese Beckenfrakturklassifikation ist es möglich zu bestätigen, dass es eine tierartspezifische Beckenverletzung vorliegt.

Im Zentrum dieser und der Arbeit von MESSMER (1995) standen die gewichttragenden Elemente Iliosakralgelenk, Os ilium und Azetabulum, wie sie schon von DAVID (1969) beschrieben wurden. Durch deren Verletzung kommt es zur Unterbrechung der Kontinuität des Beckenringes, wodurch eine Instabilität entsteht. Der geringste Schwierigkeitsgrad wurde Verletzungen des Iliosakralgelenkes zugeordnet (Messmer, 1995), da hier zwar arthrotische Veränderungen und daraus folgende Ankylosierungen auftreten können, sie dem Tier jedoch relativ selten (6,2 %) klinische Probleme bereiten (Böhmer, 1985). Die Therapieempfehlung hängt vom Grad der Dislokation, den neurologischen Ausfällen und der Schmerzhaftigkeit der Patienten ab. Auch bei konservativ behandelten geringgradigen Ilio-

sakralgelenksluxationen kann mit guten Behandlungserfolgen gerechnet werden (Hulse et al., 1985; Betts, 1993; Dyce und Houlton, 1993). Schwerer als Iliosakralgelenksluxationen wurden Darmbeinfrakturen gewichtet. Sie gehen oft mit Dislokationen einher, die zu einer veränderten Kräfteverteilung im Azetabulum führen, wodurch vermehrt Sekundärarthrosen in diesem Bereich entstehen können (Brinker et al., 1997; Messmer, 1995). Die Rate arthrotischer Veränderungen infolge von Iliumfrakturen betrug bei BÖHMER (1985) 73,3 % und konnte ebenfalls für die Ausbildung ipsi- oder kontralateraler Ankylosen im Iliosakralgelenk verantwortlich sein. Neben diesen Komplikationen spricht auch die Gefahr von Nervenschädigungen des Nervus ischiadicus für eine operative Behandlung solcher Beckenfrakturen (Payne, 1993; Meeson und Corr, 2011; Witte und Scott, 2012). Das höhere Risiko für Implantatlockerungen, besonders bei lateraler Plattenfixation im kranialen Teil des Os ilium, muss berücksichtigt werden (Hamilton, 2009). Da es sich bei Frakturen des Azetabulums um Gelenkverletzungen eines gewichttragenden Elementes handelt, wurden sie als schwerwiegendste Verletzung eingestuft (Messmer, 1995), bei der stets eine operative Versorgung zur Verhinderung degenerativer Veränderungen angestrebt werden sollte (Beck et al., 2005). Obwohl in dieser Studie auch gute Therapieerfolge bei konservativ therapierten Azetabulumfrakturen erzielt werden konnten, fielen geringere Arthroseraten bei chirurgisch versorgten Frakturen auf. Außerdem ist zu beachten, dass die Mehrheit der konservativ therapierten Azetabulumfrakturen den Rand betraf und diese Verletzungen nur relativ wenigen Patienten dieser Gruppe (mehr Hunde als Katzen) zugeordnet werden konnten. Grundsätzlich ergibt sich aus den Ergebnissen die Empfehlung Ilium- und Azetabulumfrakturen chirurgisch zu versorgen. Im Fall von Iliosakralgelenksluxationen konnten auch hier bessere Therapieerfolge nach operativer Versorgung erzielt werden.

Durch die Gewichtung der Verletzungen gewichttragender Beckenanteile (Iliosakralgelenk, Os ilium und Azetabulum) nach ihrem Schweregrad (von am wenigsten zu am meisten schwerwiegend), war eine schnelle Erfassung der Prognose möglich. Zusätzlich wurden den drei Hauptelementen Sakrum- und Beckenbodenfrakturen zugeordnet. Als vorteilhaft erwies sich die schnelle Kategorisierung, indem nur entschieden werden muss wie viele der gewichttragenden Beckenelemente verletzt waren (keins, eins, zwei, drei). Mit der bekannten Anzahl verletzter Be-

ckensegmente war es relativ einfach die Schwere der vorliegenden Beckenverletzung einzustufen. Mit Hilfe der schematischen Darstellung sind die Frakturen schnell zuzuordnen. Als nachteilig kann etwa die fehlende exakte Codierung jedes einzelnen Beckenabschnittes beurteilt werden, weil dadurch keine feste Reihenfolge innerhalb der Klassifikation festgelegt wird. Nur das Vorhandensein von Beckenbodenfrakturen wurde mittels Buchstaben eindeutig definiert. Eine Therapieempfehlung für jede der 55 Gruppen konnte aufgrund der geringen Anzahl von klinischen Nachkontrollen nicht abgegeben werden.

In der vorliegenden Studie gelang es die wichtigsten Frakturpaarungen so herauszuarbeiten, dass Unterschiede bei Katzen und Hunden deutlich wurden. Dennoch war es aufgrund der Frakturvariabilität und der im Vergleich dazu relativ geringen Nachuntersuchungsrate nicht möglich über den Therapieerfolg eine Prognose pro Gruppe abzugeben. Durch Zusammenfassen der ausführlichen Beckenfrakturklassifikation entstanden aus den 55 Varianten acht Hauptverletzungen des Beckens, von denen die Wahl der Behandlung und der zu erwartende Erfolg der Therapie abgeleitet werden können. Im Zuge dessen verschwanden einerseits die tierartigen Unterschiede, andererseits wurde die Darstellung übersichtlicher und damit praktikabler. Dennoch kam es infolge der Zusammenfassung zum Verlust von Informationen, die für die Therapiewahl bzw. Prognoseeinschätzung von Bedeutung sein konnten. Besonders durch die fehlende Seitenangabe der Frakturen gingen Informationen über die Komplexität der Verletzung sowie das Ausmaß möglicher Operationen verloren.

Geringgradig dislozierte Iliosakralgelenksluxationen, sowie nicht die Gelenkpfanne betreffende Azetabulumrandfrakturen können ebenso wie Pubisfrakturen mit guter Prognose operativ behandelt werden. Ilium- und Azetabulumfrakturen sowie mit starken Schmerzen verbundene Iliosakralgelenksluxationen (auch wenn sie nur geringgradig sind) sollten operativ therapiert werden, denn eine konservative Behandlung führt oft nicht zur ausreichenden Stabilisierung und verursacht vermehrt degenerative Veränderungen (Böhmer, 1985; Strohbach, 2007). Wie die Zahlen in dieser Studie zeigen, können dennoch zufriedenstellende Ergebnisse bei folgenden konservativ therapierten Verletzungen am Becken erreicht werden: geringgradige Iliosakralgelenksluxationen bei Katzen (gut bei 9,3 %) und nicht die Gelenkpfanne verletzende Azetabulumrandfrakturen (gut bei 5,4 % der Hunde

und 3,7 % der Katzen). Die sehr geringen Zahlen guter Therapieerfolge könnten erahnen lassen, dass konservative Therapien mit höheren Komplikationsraten assoziiert sind. Da jedoch nur 21,1 % (35 Tiere) konservativ behandelter Patienten nachkontrolliert werden konnten, sind keine Rückschlüsse auf Therapieergebnisse, Komplikationsraten bzw. Vergleiche mit chirurgischen Behandlungen innerhalb der Beckenfrakturklassifikation möglich.

Das Entwickeln einer Klassifikation setzt eine möglichst genaue Befunderhebung voraus. Die Beurteilung der exakten Frakturlinienverläufe und des Dislokationsgrades bei Iliosakralgelenksluxationen gestaltet sich durch mögliche Überlagerungen von Kot im Kolon sowie fehlerhafte Lagerungen teilweise schwierig. Besonders durch verkippte ventrodorsale Lagerungen des Patienten kann der Gelenkspalt erweitert erscheinen, auch wenn nur geringe Abweichungen von der Körperachse vorliegen (Messmer, 1995). Durch die prä- und postoperative exakte Position in Narkose sowie die Auswertung der Röntgenbilder durch die gleiche Person konnte die Fehlerquote gesenkt werden. Im Rahmen der Nachkontrollen musste kein Patient aufgrund unzureichender Kooperation für die Kontrollröntgenaufnahme sediert werden, weshalb hier mit einer höheren Fehlerquote gerechnet werden muss.

Insgesamt kann bei Beckenfrakturen mit zufriedenstellenden Therapieergebnissen, unabhängig von der Versorgungsmethode, gerechnet werden. In 69,3 % der Fälle konnten gute Erfolgsraten nach der klinischen Untersuchung und in 80 % der beantworteten Fragebögen nachgewiesen werden. Zur Überprüfung der Praktikabilität der Klassifikationen sowie der Therapieerfolge konservativer bzw. chirurgischer Behandlungsmethoden und die Untersuchung der speziesspezifischen Frakturkombinationen auf ihre Beständigkeit, sind größere Patientengruppen nötig. Aus den beiden erstellten Klassifikationen können mit steigender Frakturkomplexität sinkende Therapieerfolge beobachtet werden. Zusammenfassend ist festzustellen, dass nur die Betrachtung aller Begleitverletzungen zusammen mit den Beckenfrakturen eine Prognose über den zu erwartenden Behandlungserfolg eines polytraumatisierten Patienten zulässt.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Ein Ziel dieser Arbeit war es, retrospektiv anhand der Röntgenbilder von 355 Patienten (200 Hunde/155 Katzen) eine praktikable Klassifikation für Beckenfrakturen zu erstellen, von welcher Therapieempfehlungen und Prognosen über den Behandlungserfolg abgeleitet werden können. Ein weiteres Ziel der Arbeit war es, den Therapieerfolg von Patienten mit Beckenfrakturen klinisch und röntgenologisch und/oder mit Hilfe eines Fragebogens nachzukontrollieren. Zudem galt es zu prüfen, ob es tierartliche Unterschiede beim Vorkommen von Frakturen bzw. – kombinationen und im Heilungsverlauf gibt.

Bei der Einteilung der Frakturen erfolgte die Klassifikation in nicht gewichttragende (Os ischii/Os pubis) und gewichttragende Anteile (Iliosakralgelenk, Os ilium, Azetabulum) sowie zusätzliche Sakrumfrakturen. Die Frakturen/Luxationen der gewichttragenden Anteile wurden entsprechend ihres Schweregrades aufgelistet und nach ihren morphologischen Eigenschaften, Lokalisationen und Dislokationsgraden eingeteilt. Daraus entstand eine Klassifikation mit vier Hauptgruppen, die sich hinsichtlich der Anzahl verletzter gewichttragender Beckensegmente unterscheiden: Gruppe A - Frakturen eines nicht gewichttragenden Anteils des Beckens, Gruppe B - Fraktur eines gewichttragenden Beckenanteils, Gruppe C - Frakturen von zwei gewichttragenden Beckenanteilen und Gruppe D - Frakturen von drei gewichttragenden Beckenanteilen.

Aus diesen wiederum ließen sich 55 Frakturkombinationen ableiten. Diese Einteilung erwies sich jedoch als nicht praktikabel, denn aufgrund der Vielzahl an Einzelfällen wäre es nicht möglich gewesen, eine Therapieempfehlung bzw. Erfolgsprognose abzuleiten. Deshalb wurden die Frakturkombinationen soweit zusammengefasst, dass sich acht neue, systematische Gruppen ergaben. Neben reinen Beckenbodenfrakturen wurden Iliosakralgelenksluxationen, Ilium- und Azetabulumfrakturen sowie deren Kombinationen (mit/ohne Beckenboden- bzw. Sakrumfrakturen) erfasst:

1. Nicht gewichttragende Elemente
2. Iliosakralgelenksluxation
3. Iliumfraktur
4. Azetabulumfraktur
5. Iliosakralgelenksluxation und Iliumfraktur
6. Iliosakralgelenksluxation und Azetabulumfraktur
7. Ilium- und Azetabulumfraktur
8. Iliosakralgelenksluxation, Ilium- und Azetabulumfraktur

Diese Einteilung erwies sich als gut anwendbar. Tierartliche Unterschiede der Frakturkombinationen wurden herausgearbeitet, wobei die Ergebnisse eine Häufung von Iliosakralgelenksluxationen und Sakrumfrakturen bei Katzen sowie Azetabulum- und Iliumfrakturen bei Hunden aufzeigten. Durch die Aufzählung der Frakturen nach ihrem Schweregrad war es außerdem möglich einzuschätzen, welche Prognose gestellt werden kann. Der Therapieerfolg der 355 Patienten mit Beckenfrakturen konnte bei insgesamt 166 Fällen (46,8%) mit Hilfe klinischer und röntgenologischer Untersuchungen (110 Patienten; 56 Hunde/54 Katzen) bzw. eines Fragebogens (55 Patienten; 23 Hunde/33 Katzen) ermittelt werden. Die Behandlungsergebnisse wurden in „gut“, „befriedigend“ und „unbefriedigend“ unterteilt. In der Summe konnten in dieser Arbeit für beide Tierarten überwiegend gute Therapieergebnisse erzielt werden (Hunde: n=49; 62 % / Katzen: n=66; 75,9%). Befriedigende Behandlungsergebnisse wurden bei 21,5 % der Hunde (n=17) und bei 11,5 % der Katzen (n=10) sowie unbefriedigende Ergebnisse bei 13 Hunden (16,5 %) und 11 Katzen (12,6 %) beobachtet. Konservative Therapien wurden nur selten durchgeführt, erreichten bei Beckenbodenfrakturen und geringgradig dislozierten Iliosakralgelenksluxationen jedoch bei Hunden (7/16) und Katzen (14/19) gute Therapieergebnisse. War nur ein gewichttragendes Beckensegment verletzt, konnten mit den chirurgischen Behandlungen bei 21 von 36 Hunden (davon 14 Iliumfrakturen) sowie bei 32 von 48 Katzen (davon 27 Iliosakralgelenksluxationen) gute Ergebnisse erzielt werden. Da sich Hunde häufiger komplexe Frakturen mit Beteiligung von Os ilium und Azetabulum zuzogen, waren die Behandlungserfolge insgesamt etwas schlechter als bei Katzen. Bis auf konservative Therapien von Beckenbodenfrakturen und geringgradig dislozierten Iliosakralgelenksluxationen ist die chirurgische Versorgung der Beckenfrakturen/-luxationen zu empfehlen. Mit zunehmender Komplexität der Frakturen stieg die Instabilität des Beckenringes und es sank die Anzahl guter Therapieerfolge, wobei aber der Anteil betroffener Patienten in diesen Gruppen geringer war.

Durch die Zusammenfassung verschiedener Beckenfrakturtypen gelang es eine übersichtliche Klassifikation zu erstellen, von der allgemeine Behandlungsempfehlungen abgeleitet und Langzeitprognosen abgegeben werden können. Je komplexer die Frakturen waren, desto mehr Komplikationen konnten beobachtet und umso vorsichtiger sollte die Langzeitprognose gestellt werden. Grundsätzlich sind bei Beckenfrakturen gute Therapieergebnisse zu erwarten.

VII. SUMMARY

Pelvic fractures in dogs and cats – Investigations on the course of therapy and the creation of a new classification system for pelvic fractures

One objective of this study was the creation of a new practicable classification system of pelvic fractures based on a population of 355 patients (200 dogs and 155 cats), retrospectively analysed by means of radiographs made of the pelvic region. Furthermore, this classification aimed for deriving the best treatment and the best prognosis for each fracture/luxation, separated for dogs and cats. To examine the long-term follow-up, patients underwent a clinical and radiological examination and/or had to answer a questionnaire to evaluate the results. It was intended to examine if there are various combinations of pelvic fractures between dogs and cats and differences in the healing process. The present classification is based on the categorisation into not weight-bearing (os pubis and os ischii) and weight-bearing parts (sacroiliac luxations, os ilium, acetabulum) as well as sacral fractures. The weight-bearing parts were listed by their severity and they were examined for morphologic characteristics, localisation and the degree of displacement. The result was a classification system with four major groups, which vary in the number of affected weight-bearing parts of the pelvis: group A - no fracture of a weight-bearing part, group B - fracture of one weight-bearing part, group C - fractures of two weight-bearing parts and group D - fractures of three weight-bearing parts. It was feasible to derive 55 subcategories from these four major groups. This classification was not practicable because of the small amount of patients. It was not possible to achieve a representative sample for all 55 subcategories of the pelvic classification to give a treatment recommendation or long-term prognosis. In order to increase the number of cases for each group, a summarisation of all affected dogs and cats has been carried out. The result was a classification system composed of eight elementary groups. Besides fractures of the pelvic floor (the ischium and the pubes), sacroiliac luxations, ilial fractures and acetabular fractures as well as combinations of them (and additional fractures of the sacrum or the pelvic floor/margin) were registered:

1. No fracture of a weight-bearing part
2. Sacroiliac luxation
3. Iliac fracture
4. Acetabular fracture

5. Sacroiliac luxation and ilial fracture
6. Sacroiliac luxation and acetabular fracture
7. Iliac and acetabular fracture
8. Sacroiliac luxation, iliac and acetabular fracture

This classification system was applicable. Differences between fracture combinations in dogs and cats were determined and the results showed a high number of sacroiliac luxations and sacral fractures in cats as well as acetabular and iliac fractures in dogs. With the listing of fractures based on their severity it was possible to estimate the long-term prognosis. A number of 166/355 patients (46.8 %) with pelvic fractures were re-examined. There was follow-up data of 110 patients (56 dogs/54 cats), who underwent a clinical and radiological examination. Furthermore, 56 owners (23 dogs/33 cats) responded the questionnaire to evaluate the results. The results were graded into “good”, “satisfactory” and “insufficient”. Summing up, this study achieved good results of treatment for both species (49 dogs; 62 % / 66 cats; 75.9 %). In total 21.5 % of the dogs (n=17) and 11.5 % of the cats (n=10) had satisfactory results and 13 dogs (16.5 %) and 11 cats (12.6 %) had insufficient results. Conservative treatment was rarely performed, but the results were usually good in cases with fractures of the not weight-bearing parts of the pelvis and for slight dislocations of the sacroiliac joint (7/16 dogs and 14/19 cats). If there were fractures/luxations of one weight-bearing part, surgical treatments achieved good results in 21/36 dogs (14 iliac fractures) and 32/48 cats (27 sacroiliac luxations). The findings indicated a higher number of complex fractures associated with iliac and acetabular fractures in dogs. This may be one reason why the follow-up results in cats are slightly better than in dogs. Surgical treatment of the pelvic fractures was recommended except for the not weight-bearing parts of the pelvis and for slight dislocations of the sacroiliac joint. With an increasing complexity of the injuries, the number of good results decreased, whereupon the number of affected individuals in these groups was minor anyway. Due to the consolidation of different fracture types a clearly arranged, short classification system was established, with the facility of deriving the best treatment and the best prognosis for each fracture/luxation. With rising complexity of the pelvic fractures complications increased and the long-term prognosis should be assessed cautiously. Furthermore, the recent data evaluation proofed “good” results not only for simple fractures/luxations but also for severe pelvic injuries of cats and dogs.

VIII. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung des Klassifikationsschemas nach Messmer (1995).....	42
Abbildung 2: Übersicht der Beckensegmente, Blick von dorsoventral (selbst gezeichnet).....	50
Abbildung 3: Zusammenfassung begleitende Frakturen bei Hunden und Katzen (n=355)	67
Abbildung 4: Vergleichende Darstellung traumabedingter Skelettverletzungen bei Hunden und Katzen (n=355).	67
Abbildung 5: Vergleichende Darstellung nicht traumabedingter Skelettbefunde bei Hunden und Katzen (n=355)	68
Abbildung 6: Darstellung der Frakturhäufigkeit einzelner Beckensegmente bei Hund und Katze (n=355)	69
Abbildung 7: Grafische Darstellung der ausführlichen Beckenfrakturklassifikation.....	162
Abbildung 8: Besitzerfragebogen	173
Abbildung 9: Protokoll der Nachuntersuchung	174

IX. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Altersverteilung der Hunde (n=200).....	61
Tabelle 2:	Altersverteilung der Katzen (n=155)	61
Tabelle 3:	Verteilung der Geschlechter bei Hund und Katze (n=355)	62
Tabelle 4:	Rasseverteilung innerhalb der Hundepopulation (n=200)	62
Tabelle 5:	Verteilung der Unfallursachen bei Hunden und Katzen (n=355)	64
Tabelle 6:	Verteilung der Todesursachen bei Hunden und Katzen mit Beckenfrakturen (n=355)	64
Tabelle 7:	Begleitverletzungen der Weichteile (n= 179) bei 200 Hunden	65
Tabelle 8:	Begleitverletzungen der Weichteile (n= 185) bei 155 Katzen.....	66
Tabelle 9:	Therapieerfolg chirurgisch versorgter Beckenfrakturen nach klinischer Kontrolluntersuchung (n=86).....	72
Tabelle 10:	Therapieerfolg konservativ versorgter Beckenfrakturen nach klinischer Kontrolluntersuchung (n=24).....	72
Tabelle 11:	Behandlungsmethoden und Therapieergebnisse bei Hunden und Katzen (n=166)	73
Tabelle 12:	Zusammenfassung der Therapieerfolge bei Hunden (n=200) und Katzen (n=155)	74
Tabelle 13:	Lokalisation und Frakturzahl der Ischiumfrakturen bei Hunden (n=200) und Katzen (n=155)	75
Tabelle 14:	Frakturhäufigkeit und Topografie bei Pubisfrakturen von Hunden (n=200) und Katzen (n=155)	76
Tabelle 15:	Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Frakturen nicht gewichttragender Beckenelemente (n=27)	77
Tabelle 16:	Schweregrad und Topografie der Iliosakralgelenksluxationen im tierartlichen Vergleich (n=355)	78
Tabelle 17:	Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Iliosakralgelenksluxation (n=100)	79
Tabelle 18:	Frakturhäufigkeit und Topografie von Iliumfrakturen im tierartlichen Vergleich (n=355)	81
Tabelle 19:	Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Iliumfrakturen (n=59).....	83

Tabelle 20: Lokalisation der Azetabulumfrakturen bei Hunden (n=200) und Katzen (n=155)	85
Tabelle 21: Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Azetabulumfrakturen (n=37)	86
Tabelle 22: Frakturversorgung bei gleichzeitig auftretenden Iliumfrakturen und Iliosakralgelenksluxationen (n=33)	89
Tabelle 23: Behandlungserfolge von Hunden und Katzen mit Iliosakralgelenksluxation und Iliumfraktur (n=33).....	89
Tabelle 24: Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Iliosakralgelenksluxation und Azetabulumfraktur (n=29).....	92
Tabelle 25: Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Ilium- und Azetabulumfrakturen (n=42)	95
Tabelle 26: Behandlungserfolge bei Hunden und Katzen mit Iliosakralgelenksluxation, Ilium- und Azetabulumfraktur (n=28)....	99
Tabelle 27: Topografie der Sakrumfrakturen bei Hund und Katze (n=355)	101
Tabelle 28: Dauer des stationären Aufenthaltes nach Diagnosestellung bei Hunden und Katzen (n=155).....	108
Tabelle 29: Beschwerden nach der Entlassung bei Hunden und Katzen (n=155).....	108
Tabelle 30: Verteilung der Frakturkombinationen innerhalb der Gesamtpopulation anhand der ausführlichen Frakturklassifikation (n=355)	169
Tabelle 31: Therapieerfolge nach der Langzeitkontrollen bei Hunden und Katzen (n=110) im Rahmen der ausführlichen Beckenfrakturklassifikation	175
Tabelle 32: Zusammenfassung der Komplikationen bei Hunden und Katzen anhand der vereinfachten Frakturklassifikation.....	177

X. LITERATURVERZEICHNIS

Abercromby, R. H. (1998): "Evaluating the fracture patient." In: A. Coughlan und A. Miller: *BSAVA Manual of Small Animal Fracture Repair and Management*. unter Mitarbeit von H. R. Abercromby.

Andermahr, J. und Knupp, M. (2011): "Erkrankungen und Verletzungen des Rückfusses. Grundlagen, Diagnostik, Therapie." Köln: Deutscher Ärzte –Verlag. S. 62–64:

Anderson, A. und Coughlan, A. R. (1997): "Sacral fractures in dogs and cats: a classification scheme and review of 51 cases." In: *J Small Animal Practice* 38 (9), S. 404–409.

Anson, L. W.; DeYoung, D. J.; Richardson, D. C.; Betts, C.W. (1988): "Clinical evaluation of canine acetabular fractures stabilized with an acetabular plate." In: *Vet Surgery*, (17), S. 220–225.

Beck, A. L.; Pead, M. J.; Draper E. (2005): "Regional load bearing of the feline acetabulum." In: *Journal of Biomechanics* 2005/3, (38), S. 427–432.

Bennett, D. (1975): "Orthopaedic disease affecting the pelvic region of the cat." In: *J Small Anim Pract* 16 (11), S. 723–738.

Betts, C. W. (1993): "Pelvic fractures." In: Slatter D: *Textbook of Small Animal Surgery* 2. Aufl. Vol.2. Philadelphia: Saunders, S. 1769–1785.

Böhmer, E. (1985): "Beckenfrakturen und –luxationen bei der Katze in den Jahren 1975 – 1982." München, Vet Med Diss, Chirurgische Tierklinik der LMU München.

Bonath, K.H. und Prieur, W.D. (1998): "Orthopädische Chirurgie und Traumatologie." Stuttgart: UTB Ulmer (Kleintierkrankheiten Band 3), S. 527–34, 576 –588.

Bookbinder, P.F. und Flanders, J.A. (1992): "Characteristics of pelvic fracture in the cat. A 10 –year study." In: *Vet Comp Orthop Traumatol* (5), 122–127.

Boudrieau, R.J.und Kleine, L.J. (1988): "Nonsurgically managed caudal acetabular fractures in dogs: 15 cases (1979 –1984)." In: *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1988, 1988 (193), S. 701–705.

Bowl, K. L.und Shales, C. (2010): "Repair of a transverse ilial fracture in a cat using an intramedullary pin." In: *Vet Comp Orthop Traumatol* 23 (3), S. 186–189.

Braden, T. D. und Prieur, W. D. (1986): "New plate for acetabular fractures: technique of application and long –term follow –up evaluation." In: *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 188 (10), S. 1183–1186.

Breshears, L. A.; Fitch, R. B.; Wallace, L. J.; Wells, C. S.; Swiderski, J. K. (2004): "The radiographic evaluation of repaired canine ilial fractures (69 cases)." In: *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 17 (2), S. 64–72.

Brinker, W. O. und Braden, T. D. (1984): "Fractures of The Pelvis." In: W. O. Brinker, R. B. Hohn und W. D. Prieur: *Manual of internal fixation in small animals. Pelvic Fractures.* New York, Springer Verlag, S. 72–73, 152–164.

Brinker, W. O.; Piermattei, D. L.; Flo, G. L. (1993): "Orthopädie und Frakturbehandlung beim Kleintier" Übersetzung und Bearbeitung ins Deutsche Matis, U.; Köstlin, R.; Philipp, K.v.; Stuttgart/New York; Schattauer.

Brinker, W. O.; Piermattei, D. L.; Flo, G. L. (1997): "Fractures of the pelvis" In *Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Treatment*, 3 rd Edition, Philadelphia, W.B. Saunders.

Burger, M., Forterre, F., Waibl, H., Brunnberg, L. (2005): "Zur iliosakralen Luxation der Katze. Teil 2: Kasuistik und Operationsergebnisse." In: *Kleintierpraxis* (50), S. 281–297.

Butterworth, S. J.; Gribben, S.; Skerry, T. M.; Denny, H. R.; Barr, A. R. S.; & Gregory, S. P. (1994): "Conservative and surgical treatment of canine acetabular fractures: A review of 34 cases.". In: *Journal of Small Animal Practice* , S. 139-143.

Chandler, J.C. und Beale, B.S. (2002): "Feline orthopedics." In: *Clin.Tech. Small Anim.Pract.* (17), S.190–203.

Chou, P.; Runyon, C.; Bailey, T.; Béraud, R. (2013): "Use of Y –shaped TPLO plates for the stabilization of supracotyloid ilial fractures in four dogs and one cat." In: *Vet Comp Orthop Traumatol* 26 (3), S. 226–232.

David, J. (1969): "Contribution à l'étude des fractures du bassin et a leur traitement chez le chien et le chat." Thèse Doctorat Vétérinaire, Toulouse.

DeCamp, C. E. (1992): "Principles of pelvic fracture management." In: *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal)*, (7), S. 63–70.

DeCamp, C. E. (2005): "Fractures of the pelvis." In: Johnson, A.L.; Houlton et al. 2005: "AO Principles of Fractures Management in the Dog and Cat.", Stuttgart, AO Publishing, Thieme; S. 161–163.

DeCamp, C. E. (2012): Chapter 57. "Fractures of the pelvis". In: Karen M. Tobias und Spencer A. Johnston: *Veterinary surgery: Small animal*. St.Louis, Missouri: Elsevier Saunders (Surgical Principles, Neurosurgery, and Orthopedic Surgery, 1), S. 801–815.

DeCamp, C. E. und Braden, T. D. (1985a): "Sacroiliac Fracture –Separation in the Dog: A Study of 92 Cases." In: *Vet Surgery* 14 (2), S. 127–130.

DeCamp, C. E. und Braden, T. D. (1985b): "The Surgical Anatomy of the Canine Sacrum for Lag Screw Fixation of the Sacroiliac Joint." In: *Vet Surgery* 14 (2), S. 131–134.

Denny, H. R. (1978): "Pelvic fractures in the dog: a review of 123 cases". In:

Journal of Small Animal Practice 19 (1–12), S. 151–166.

Denny, H.R. und Butterworth, S.J. (2000): "A guide to canine and feline orthopaedic surgery." 4. ed. Oxford: Blackwell Science, S. 441–453.

Diehm, M.B. (2016): "Frakturen der Extremitäten bei Hunden und Katzen – eine retrospektive Studie in den Jahren 2010 – 2013", S. 34–40, 99–114, 158–161.

Dietz, O. (2004): Lehrbuch der Allgemeinen Chirurgie für Tiermediziner: 14 Tabellen. Georg Thieme Verlag 2004, Seite 239.

Draffan, D.; Clements, D.; Farrell, M.; Heller, J.; Bennett, D.; Carmichael, S. (2009): "The role of computed tomography in the classification and management of pelvic fractures". In: *Vet Comp Orthop Traumatol* 22 (3), S. 190–197.

Dyce, J. und Houlton, J. E. F. (1993): "Use of reconstruction plates for repair of acetabular fractures in 16 dogs." In: *J Small Animal Practice* 34 (11), S. 547–553.

Eaton-Wells, R. D.; Matis, U.; Robins G. M. und Whittick, W. G. (Hg.) (1990): "Pelvic fractures." in *Canine orthopedics*. 2. ed. Philadelphia u.a: Lea & Febiger; S. 387–416.

Fitzpatrick, N.; Lewis, D. und Cross, A. (2008): "A biomechanical comparison of external skeletal fixation and plating for the stabilisation of ilial osteotomies in dogs." In: *Vet Comp Orthop Traumatol* (21), S. 349–357.

Fossum, T.W. (2007): "Beckenfrakturen" In *Chirurgie der Kleintiere/Small animal surgery*. Beckenfrakturen. 3rd ed. St. Louis, Mo: Mosby/Elsevier, Urban und Fischer, S.1066–1080.

Gasche, T. (2006): "Zur Problematik von Beckenringverletzungen mit kritischer Analyse externer Fixationssysteme." Dissertation Medizinische Fakultät LMU München. S.13–14.

Grey, J.C.J. und Tivers M.S. (2010): "Pelvic fractures and concurrent urinary tract

trauma in dogs and cats: a retrospective study. Proceedings of the Association of Veterinary Soft Tissue Surgeons' spring meeting. 2010, Birmingham, England.

Hamilton, M.H.; Evans, D..A.; Langley –Hobbs, S.J. (2009): "Feline ilial fractures: assessment of screw loosening and pelvic canal narrowing after lateral plating." In: *Vet Surg* 38 (3), S. 326–333.

Harasen, G. (2007): "Pelvic fractures." In: *Can. Vet. J.* 48 (4), S. 427–428.

Henry, W.B. (1985): "A method of bone plating for repairing iliac and acetabular fractures." *Comp Cont Educ Pract Vet*, 7, S. 924–938.

Herron, M. R. (1977): "Screw –wire fixation of acetabular fractures." In: *Canine Practice*, (2), S. 48–50.

Houlton, J.E.F. und Dyce, J. (1994):" Die Behandlung von Beckenfrakturen bei Hund und Katze." In: *Waltham Focus* 1994, 1994 (4), S. 17–25.

Hulse, D. A. (1983): "Acetabular fractures." In: Bojrab, M. J.: *Current Techniques in Small Animal Surgery*. Philadelphia: Verlag Lea & Febiger.

Hulse, D. A.; Shires, P.; Waldron; D. und Hedlund, C. (1985): "Sacroiliac Luxations." In: *Comp Cont Educ Prac Vet*, 7, S. 493–499.

Innes, J. und Butterworth, S. (1996):" Decision making in the treatment of pelvic fractures in small animals." In: *In Practice* 18 (5), S. 215–221.

Jacobson, A. und Schrader, S. C. (1987): "Peripheral nerve injury associated with fracture or fracture –dislocation of the pelvis in dogs and cats: 34 cases (1978 – 1982)." In: *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 190 (5), S. 569–572.

Kaderly, R. (1991): "Stabilization of Bilateral Sacroiliac Fracture –Luxations in Small Animals with a Single Transsacral Screw." In: *Vet Surgery* 20 (2), S. 91–96.

Kipfer, N. M. und Montavon, P. M. (2011): "Fixation of pelvic floor fractures in cats." In: *Vet Comp Orthop Traumatol* 24 (2), S. 137–141.

Kolata, R.J.; Kraut, N.H. und Johnston, D.E. (1974): "Pattern of trauma in urban dogs and cats – a study of 1000 cases." *Journal of The American Veterinary Medical Association*, 164, S. 499–502.

Kolata, R. J. und Johnston, D. E. (1975): "Motor vehicle accidents in urban dogs: a study of 600 cases." In: *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 167 (10), S. 938–941.

König, H.E. und Liebich, H.G. (2011): "Anatomie der Haustiere - Lehrbuch und Tabellen für Studium und Praxis", 5. Auflage, Schattauer-Verlag, S. 211-220.

Kudnig, S.T. und Fitch, R.B. (2004): "Trans –iliac and transsacral brace fixation of sacral fractures and sacro –iliac luxations (seven cases)." In: *Vet Comp Orthop Traumatol*, (4), S. 210–215.

Kuntz, C. A.; Waldron, D.; Martin, R. A.; Shires, P. K.; Moon, M.; Shell, L. (1995): "Sacral fractures in dogs: a review of 32 cases." In: *J Am Anim Hosp Assoc* 31 (2), S. 142–150.

Langley –Hobbs, S. J.; Sissener, T. R.; Shales, C. J. (2007): "Tension band stabilisation of acetabular physeal fractures in four kittens." In: *J. Feline Med. Surg.* 9 (3), S. 177–187.

Langley –Hobbs, Sorrel J.; Meeson, Richard L.; Hamilton, Michael H.; Radke, Heidi; Lee, Karla (2009): "Feline iliac fractures: a prospective study of dorsal plating and comparison with lateral plating." In: *Vet Surg* 38 (3), S. 334–342.

Lanz, O. I. (2002): "Lumbosacral and pelvic injuries." In: *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 32 (4), S. 949–962.

Lautersack, O. (2007): "Zur beiderseitigen iliosakralen Luxation bei der Katze – ein modifiziertes Verfahren zur transsakralen Schraubenfixation mit Kontermutter." In: *Kleintierpraxis* (52/1), S. 16–20.

Leasure, C. S.; Lewis, D.D.; Sereda, C.W.; Mattern, K.L.; Jehn, C.T.; Wheeler, J.L. (2007): "Limited open reduction and stabilization of sacroiliac fracture – luxations using fluoroscopically assisted placement of a trans –iliosacral rod in five dogs." In: *Vet Surg* 36 (7), S. 633–643.

Lewis, D.D.; Stubbs, W. P.; Neuwirth, L.; Bertrand, S. G.; Parker, R. B.; Stallings, J. T.; Murphy, S.T. (1997): "Results of Screw/ Wire/ Polymethylmethacrylate Composite Fixation for Acetabular Fracture Repair in 14 Dogs." In: *Vet Surgery* 26 (3), S. 223–234.

Matis, U.; Köstlin, R.; Philipp, K. (1993): "Frakturen des Beckens." In: Brinker, W.O.; Piermattei, D.L. und G. L. Flo (Hg.): *Orthopädie und Frakturbehandlung beim Kleintier*. 33. Aufl. Stuttgart, Nex York: Schattauer, S. 53–78.

Matis, U. (1994a): "Intra –articular fractures of the hindlimb." *Proceedings 19Th Word Congress*, Durban, South Africa, Okt, S. 513–514.

Matis, U. (2005a): "Pelvic fractures." *Advanced AO Course*, Grantham, Sept.

Matis U. (2005 b): "Fractures of the acetabulum." In Johnson A.L., Houlton J.E.F., Vannini R.: *AO Principles of Fractures Management in the Dog and Cat*, Stuttgart, AO Publishing, Thieme, S. 178–191.

Matthiesen, D.T.; Scavelli, T.D.; Whitney, W.O. (1991): "Subtotal colectomy for the treatment of obstipation secondary to pelvic fracture malunion in cats." In: *Vet Surg* (20), S. 113–117.

McCartney, W. T. und Garvan, C. B. (2007): "Repair of acetabular fractures in 20 dogs using a dorsal muscle separation approach." In: *Vet. Rec.* 160 (24), S. 842–844.

Meeson, R. und Corr, S. (2011): "Management of pelvic trauma: neurological damage, urinary tract disruption and pelvic fractures." In: *J. Feline Med. Surg.* 13 (5), S. 347–361.

Messmer, M. (1995): "Beckenfrakturen beim Kleintier. Retrospektive Studie und Erstellung einer Frakturklassifikation." Vet Med Diss., Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Zürich.

Messmer, M. und Montavon, P.M. (2004): "Pelvic fractures in the dog and cat: a classification system and review of 556 cases." In: *Vet Comp Orthop Traumatol*, (04), S. 167–183.

Miller, A. (2002): "Decision making in the management of pelvic fractures in small animals." In: *In Practice* 24 (2), S. 54–61.

Montavon, P. M.; Boudrieau, R. J.; Hohn, R. B. (1985): "Ventrolateral approach for repair of sacroiliac fracture –dislocation in the dog and cat." In: *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 186 (11), S. 1198–1201.

Moore, A.L; Moore, A.P., Brodbelt, D.C., Owen, M.R., Draper, E.R. (2007): "Regional load bearing of the canine acetabulum." In: *Journal of Biomechanics*.40 (16), S. 3732 –3737.

Müller, L. F. (1975): "Unfallfolgen aus klinischer Sicht." In: *Praktischer Tierarzt* (56), S. 10 –12.

Nakasala –Situma, J.(1979): "Beckenfrakturen beim Hund in den Jahren 1970 – 1977." Vet Med Diss, Chirurgische Tierklinik der LMU München.

Nickel, R., Schummer, A. und Seiferle, E.(2004): "Lehrbuch der Anatomie der Haustiere", Band I - Bewegungsapparat, 8.Auflage, Parey-Verlag Stuttgart.

Olmstead, M. L. (1998): "The pelvis and sacroiliac joint." In: Coughlan, A.R. Miller, A.: *BSAVA Manual of Small Animal Fracture Repair and Management*. Cheltenham, U.K.: British Small Animal Veterinary Association, S. 217 –228.

Pare´, B.; Gendreau, C..L.; Robbins, M.A. (2001): "Open reduction of sacral fractures using transarticular implants at the articular facets of L7 –S1: 8 Consecutive canine patients (1995 –1999)." In: *Veterinary Surgery* 30 (5), S. 476–

481.

Payne, J. T. (1993): "Selecting a method for managing pelvic fractures in dogs and cats." In: *Veterinary Medicine* (88), S. 969–973.

Piermattei, D.L.; Flo, G.L.; DeCamp, C.E. (2006): "Fractures of the pelvis" In Brinker, Piermattei und Flo's handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 4 th Edition, Philadelphia, Saunder W.B, S.433–460.

Prieur, W.D.; Braden, T.D. und Rechenberg von, B. (1990): "A suggested fracture classification of adult small animal fractures." In: *Vet Comp Orthop Traumatol*, (3), S.111–116.

Prieur, W.D. (1992): "Beckenfrakturklassifikation beim Kleintier." Schriftliche Mitteilung.

Pschyrembel, Klinisches Wörterbuch (2004): 260.Auflage, Verlag Walter de Gruyter, Berlin, S.87, 152, 1497.

Radasch, R. M.; Merkley, D. F.; Hoefle, W. D.; Peterson, J. (1990): "Static strength evaluation of sacroiliac fracture –separation repairs." In: *Vet Surg* 19 (2), S. 155–161.

Raffan, P. J.; Joly, C. L.; Timm, P. G.; Miles, J. E. (2002): "A tension band technique for stabilisation of sacroiliac separations in cats." In: *Journal of Small Animal Practice* 43 (6), S. 255–260.

Rieger, H. (1956): "Frakturen in die Pfanne des Hundes und ihre operative Behandlung." In *Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift*, 18, S. 360 – 362.

Schlickewei, W.(1996): "Stabilisierungstechniken hinterer Beckenring (mit Ergebnissen Beckengruppe)", Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie 20. –23 – November 1996, Handout zum Fortbildungskurs D 6 Beckenverletzungen , S. 57–63.

Scott, H.W. und McLaughlin, R. (2008): "Orthopädie bei der Katze. " Frakturen und Erkrankungen der Hintergliedmaße" In *Erkrankungen und Therapie des Bewegungsapparates*. Hannover: Schlütersche (Vet).

Selcer, B. A. (1982): "Urinary tract trauma associated with pelvic trauma." In: *J Am Anim Hosp Assoc*, 19:785.

Shales, C.J.; White, L.; Langley –Hobbs, S.J. (2009): "Sacroiliac luxation in the cat: defining a safe corridor in the dorsoventral plane for screw insertion in lag fashion." In: *Vet Surg* 38 (3), S. 343–348.

Shiju, S.M.; Ganesh, R.; Ayyappan, S.; Rao, G.D.; Suresh Kumar, R.; Kundave, V.R und B.C. (2010): "Incidences of pelvic limb fractures in dogs: A survey of 478 cases." In: *Veterinary World Vol 3* (3), S. 120–121.

Streeter, E.M.; Rozanski, E.A.; Laforcade –Buess, A.; Freeman, L.M.; Rush, J.E. (2009): "Evaluation of vehicular trauma in dogs: 239 cases (January –December 2001)." In: *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 235 (4), S. 405–408.

Strodl, S. (2000): "Spätergebnisse nach intraartikulären und gelenknahen frakturen des Hüft – und Kniegelenkes von Hund und Katze." *Vet Med Diss, Chirurgische Tierklinik der LMU München*.

Strohbach, K. (2007): "Spätergebnisse chirurgisch versorgter Beckenfrakturen der Katze aus den Jahren 1985 –2005." *Vet Med Diss, Chirurgische Tierklinik der LMU München*.

Suter, P.F.; Kohn, B.; Schwarz, G.(2011): *Praktikum der Hundeklinik. Begründet von Hans G. Niemand. 11. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart, S. 161.*

Tarvin, G. B. (1983): "Management of pelvic fractures." In: Bojrab, M.J.: *Current Techniques in Small Animal Surgery*. Philadelphia: Lea & Febiger.

Tobias, K. und Johnston, S.A. (2012): *Veterinary surgery: Small animal. St.Louis, Missouri: Elsevier Saunders, Vol.1.*

Tomlinson, J. L. (2003): "Fractures of the pelvis." In: Douglas H. Slatter: Textbook of small animal surgery, Vol.2. 3. ed. Philadelphia, Pa: Saunders, S. 1989–2001.

Tomlinson, J. L.; Cook, J. L.; Payne, J. T.; Anderson, C. C.; Johnson, J. C. (1999): "Closed reduction and lag screw fixation of sacroiliac luxations and fractures." In: *Vet Surg* 28 (3), S. 188–193.

Troger, J.C. und Viguier, E. (2008): "Use of T –plates for the stabilisation of supra –cotyloid ilial fractures in 18 cats and five dogs." In: *Vet Comp Orthop Traumatol* 21 (1), S. 69–75.

Überreiter, O. (1928): "Beckenfrakturen und Verletzungen insbesondere der Beckeneingeweide beim Hund." In: *Wiener tierärztliche Monatsschrift*, (15), S. 803.

Unger, M.; Montavon, P. M. und Heim, U.F.A. (1990): "Classification of fractures of long bones in the dog and cat: Introduction and clinical application." In: *Vet Comp Orthop Traumatol* (3), S. 41–50.

Vogel, A. (1986): "Osteosynthese am Becken des Hundes. Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1978 –1982." Vet Med Diss, Chirurgische Tierklinik der LMU München.

Voss, K. (2009): "General approach to the trauma patient." In: Montavon, P.M.; Voss, K. und Langley –Hobbs, S.J.: Feline orthopedic surgery and musculoskeletal. Edinburgh: Mosby/Elsevier, S. 111–112.

Wendelburg, K.; Dee, J.; Kaderly, R.; Dee, L.; Eaton –Wells, R. (1988): "Stress fractures of the acetabulum in 26 racing Greyhounds." In: *Vet Surg* 17 (3), S. 128–134.

Witte, P. und Scott, H. (2012): "Conditions of the feline pelvic region." In: *In Practice* 34 (9), S. 498–511.

Zedler, W. (1961): "Zur Beckenfraktur bei Hund und Katze." In: *Tierärztliche Wochenschrift* (14), S. 265–268.

Zulauf, D.; Kaser –Hotz, B.; Hässig, M.; Voss, K.; Montavon, P. M. (2008): "Radiographic examination and outcome in consecutive feline trauma patients". In: *Vet Comp Orthop Traumatol* 21 (1), S. 36–40.

XI. ANHANG

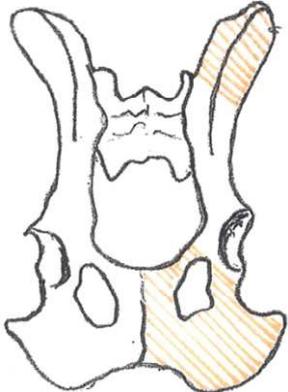
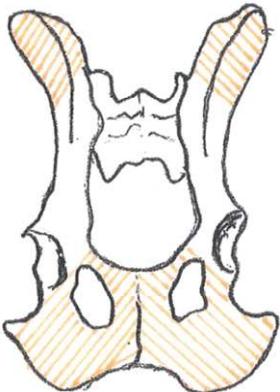
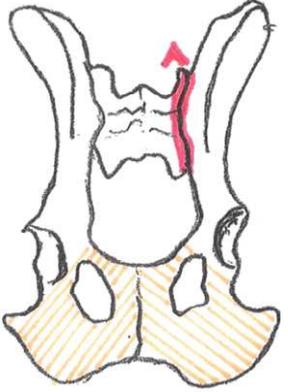
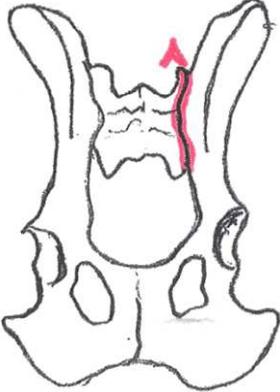
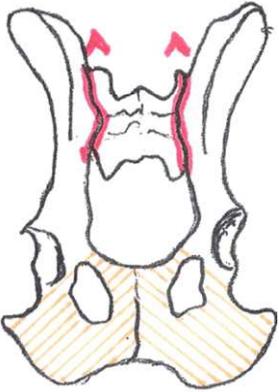
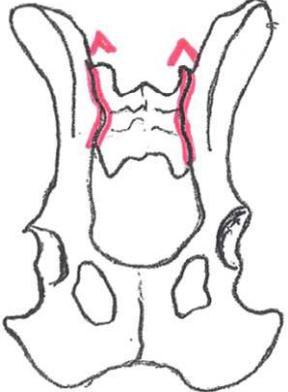
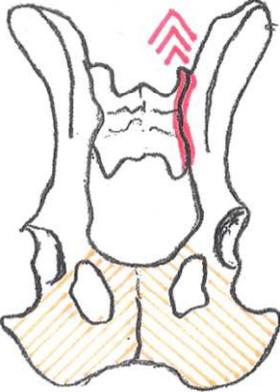
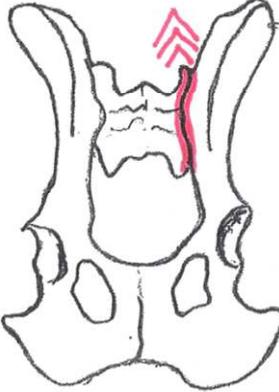
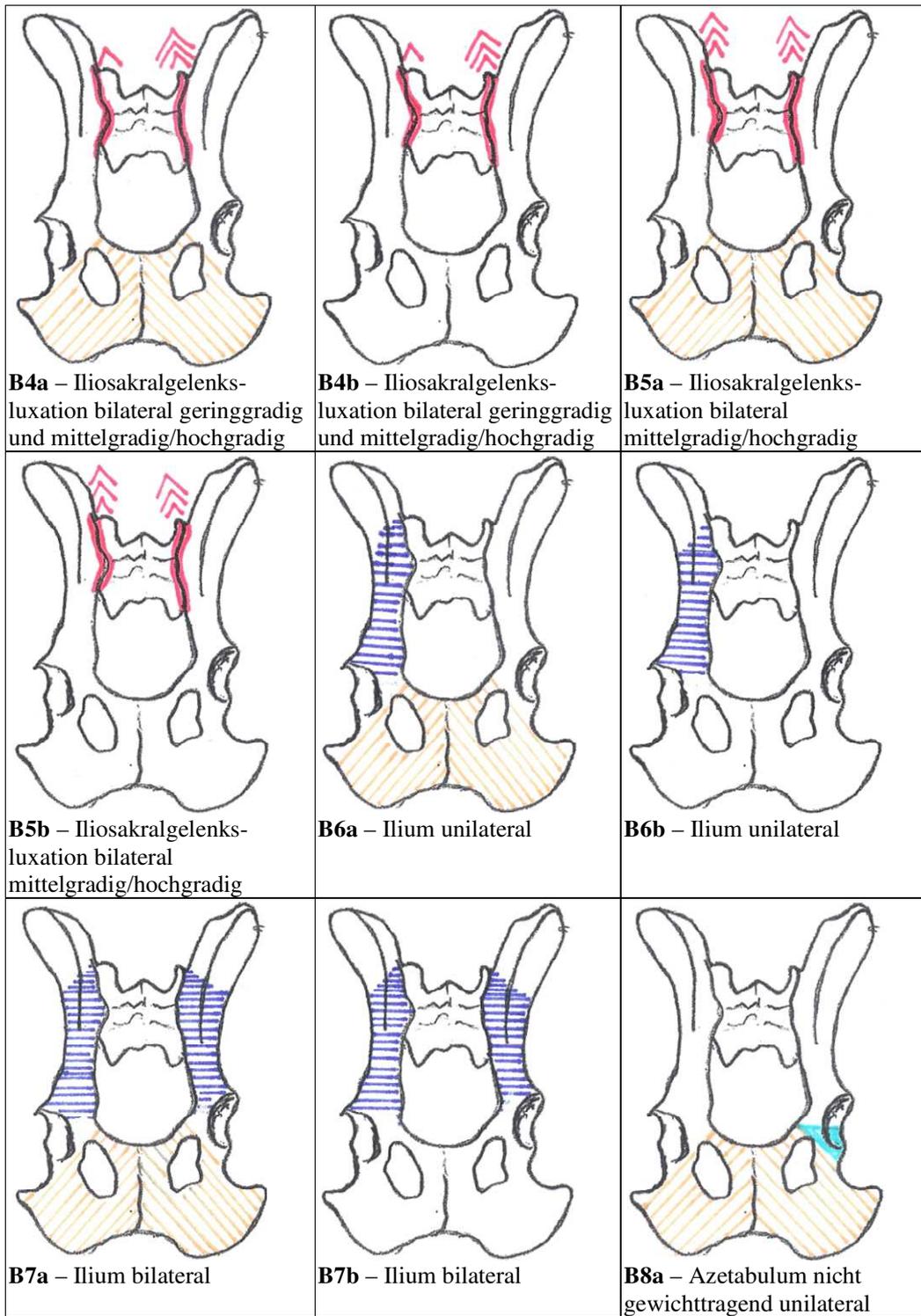
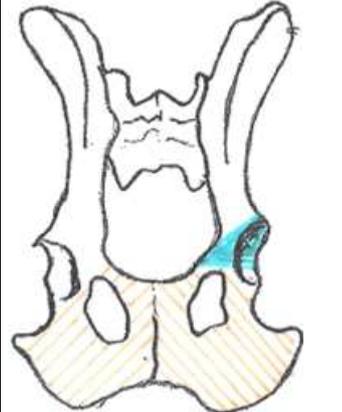
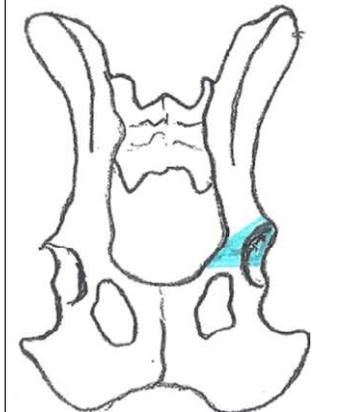
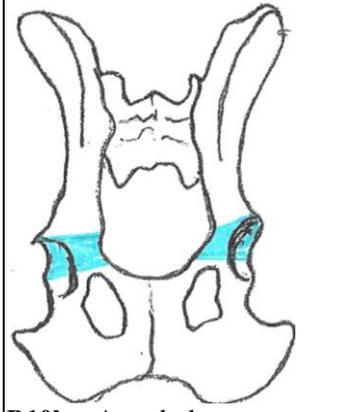
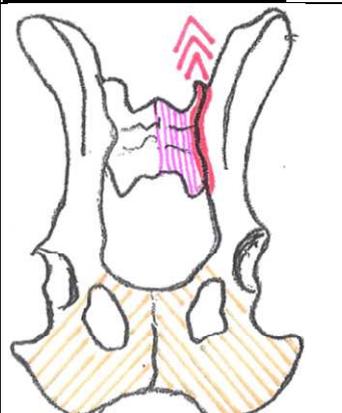
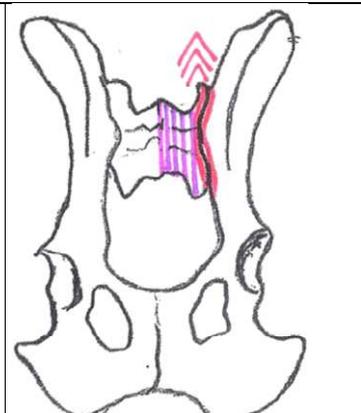
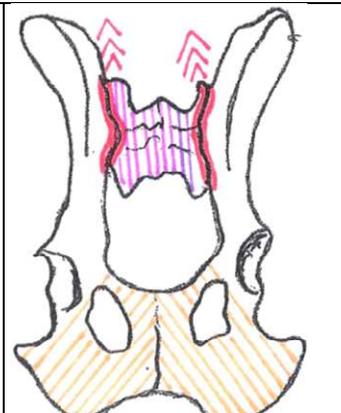
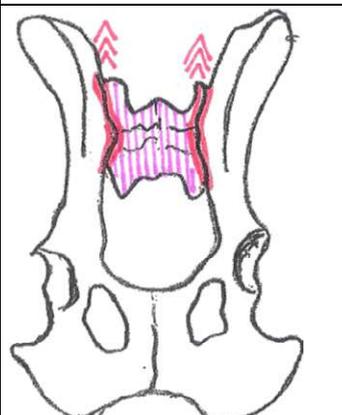
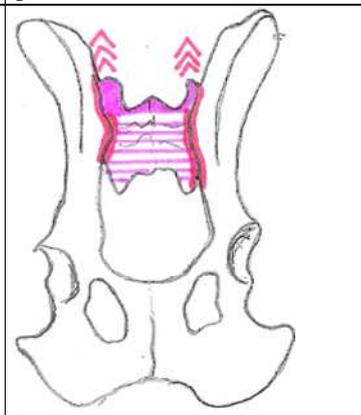
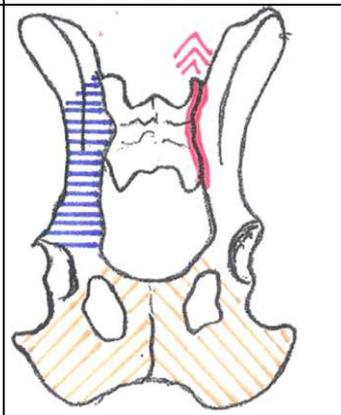
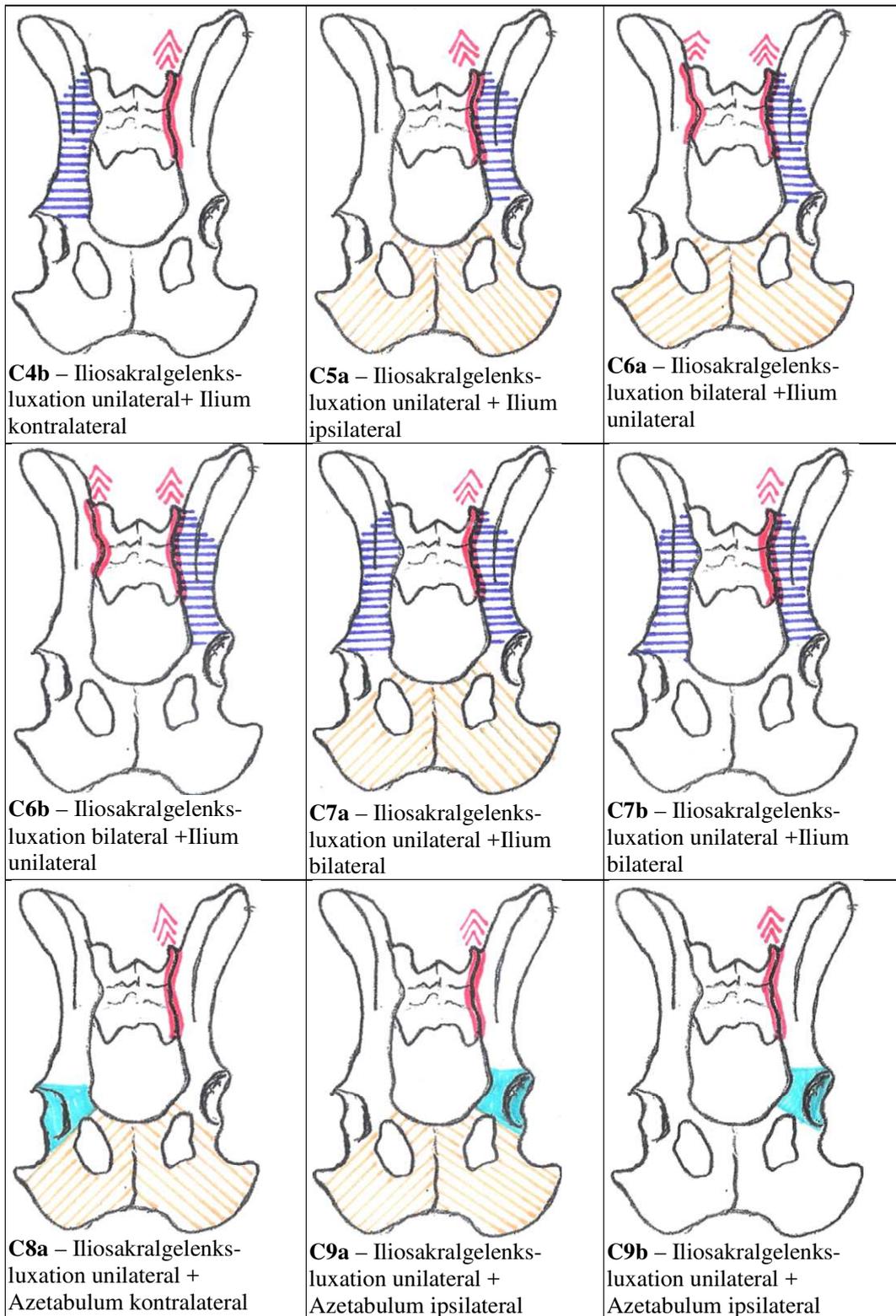
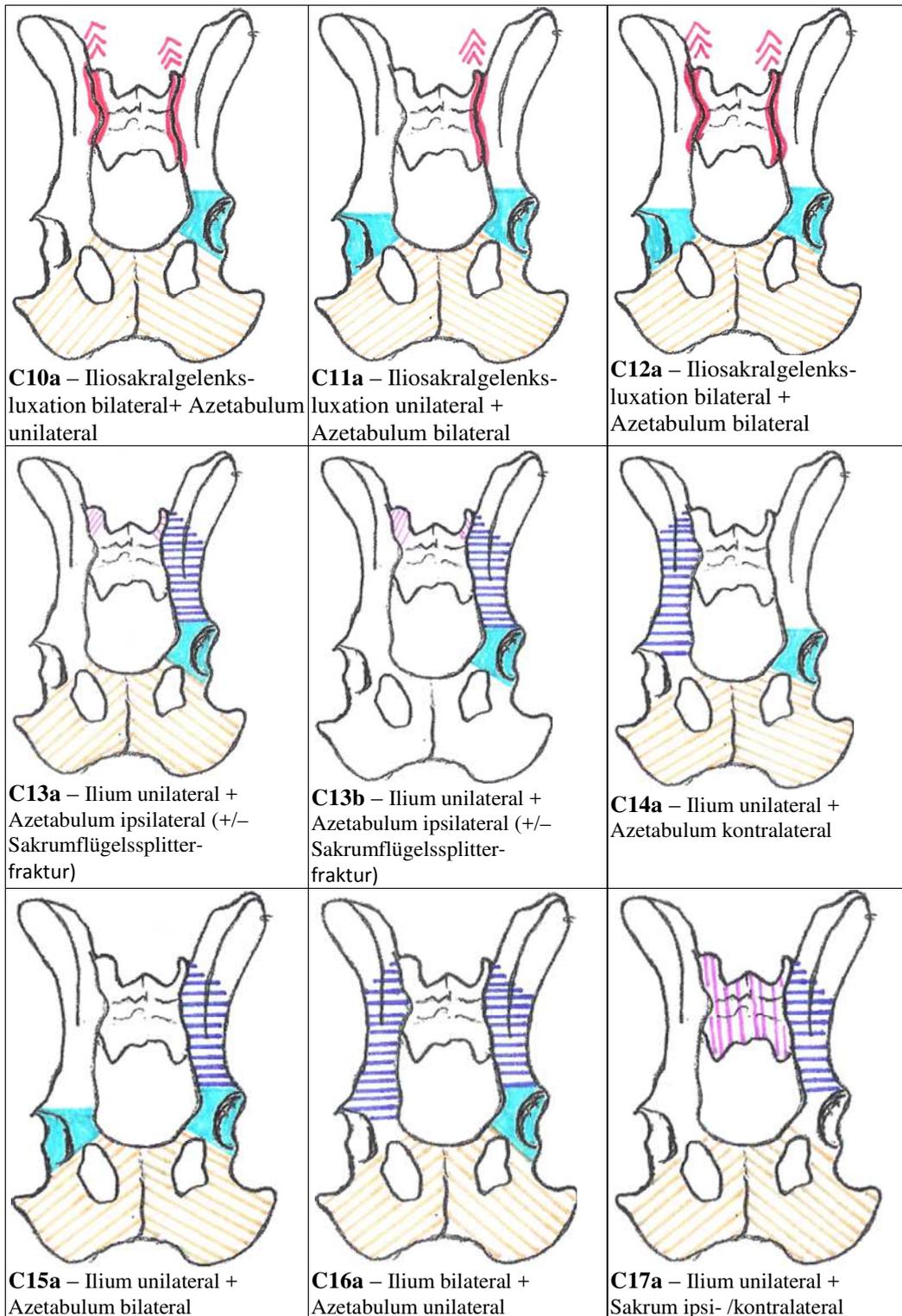
Gruppe A – Frakturen nicht gewichttragender Beckensegmente:		
		
A1 – Nicht gewichttragend unilateral	A2 – Nicht gewichttragend bilateral	
Gruppe B – Verletzung eines gewichttragenden Elementes a=mit/b=ohne Beckenbodenverletzung		
		
B1a – Iliosakralgelenksluxation geringgradig unilateral	B1b – Iliosakralgelenksluxation geringgradig unilateral	B2a – Iliosakralgelenksluxation geringgradig bilateral
		
B2b – Iliosakralgelenksluxation geringgradig bilateral	B3a – Iliosakralgelenksluxation mittelgradig/hochgradig unilateral	B3b – Iliosakralgelenksluxation mittelgradig/hochgradig unilateral

Abbildung 7: Grafische Darstellung der ausführlichen Beckenfrakturklassifikation



		
<p>B9a – Azetabulum gewichttragend unilateral</p>	<p>B9b – Azetabulum gewichttragend unilateral</p>	<p>B10b – Azetabulum gewichttragend bilateral</p>
<p>Gruppe C – Verletzung von zwei gewichttragenden Elementen a=mit/b=ohne Beckenbodenverletzung</p>		
		
<p>C1a – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Sakrum ipsilateral</p>	<p>C1b – Iliosakralgelenksluxation unilateral + Sakrum ipsilateral</p>	<p>C2a – Iliosakralgelenksluxation bilateral + Sakrum uni- oder bilateral</p>
		
<p>C2b – Iliosakralgelenksluxation bilateral + Sakrum uni- oder bilateral</p>	<p>C3b – Iliosakralgelenksluxation unilateral + transversale Sakrumfraktur/ Impressionsfraktur</p>	<p>C4a – Iliosakralgelenksluxation unilateral+ Ilium kontralateral</p>





<p>C18a – Ilium bilateral + Sakrum unilateral</p>		
<p>Gruppe D – Verletzung von drei gewichttragenden Elementen a=mit/b=ohne Beckenbodenverletzung</p>		
<p>D1a – Iliosakralgelenksluxation + Azetabulum ipsilateral + Sakrum ipsi- /kontralateral</p>	<p>D2a – Iliosakralgelenksluxation + Sakrum ipsilateral + Ilium kontralateral</p>	<p>D3a – Iliosakralgelenksluxation + Ilium ipsilateral + Azetabulum ipsilateral</p>
<p>D3b – Iliosakralgelenksluxation + Ilium ipsilateral + Azetabulum ipsilateral</p>	<p>D4a – Ilium + Azetabulum ipsilateral + Iliosakralgelenksluxation kontralateral</p>	<p>D5a – Iliosakralgelenksluxation + Ilium ipsilateral + Azetabulum kontralateral</p>

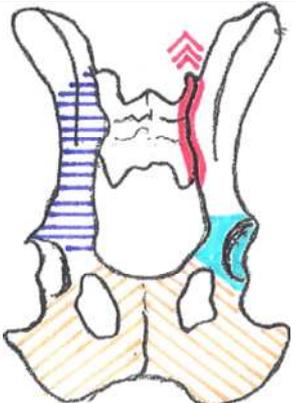
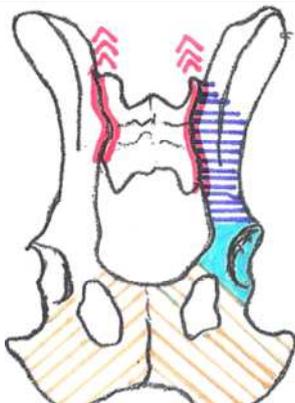
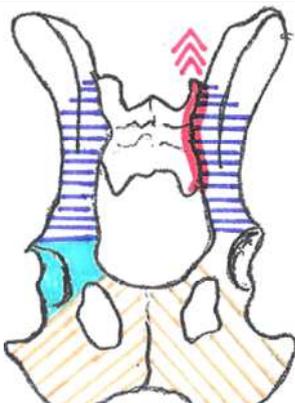
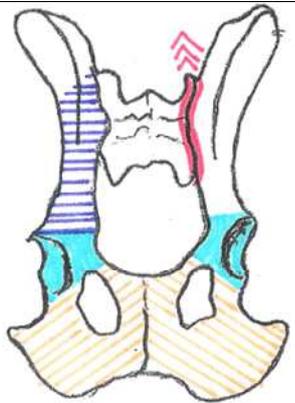
 <p>D6a –Iliosakralgelenksluxation + Azetabulum ipsilateral + Ilium kontralateral</p>	 <p>D7a – Iliosakralgelenksluxation bilateral + Ilium + Azetabulum ipsilateral</p>	 <p>D8a – Ilium bilateral + Azetabulum + Iliosakralgelenksluxation kontralateral</p>
 <p>D9a – Azetabulum bilateral + Iliosakralgelenksluxation + Ilium kontralateral</p>		

Tabelle 30: Verteilung der Frakturkombinationen innerhalb der Gesamtpopulation anhand der ausführlichen Frakturklassifikation (n=355)

		Frakturverteilung innerhalb der Population	
Klassifikation	Tierart	Anzahl betroffener Individuen	Prozentualer Anteil
A 1	Hund	9	4,5%
	Katze	3	2,0%
A2	Hund	13	6,5%
	Katze	2	1,3%
Verletzungen der Gruppe A kamen bei 11 % der Hunde und 3,2 % der Katzen vor.			
B 1 a	Hund	6	3,0%
	Katze	4	2,6%
B 1 b	Hund	0	0,0%
	Katze	1	0,6%
B 2 a	Hund	0	0,0%
	Katze	1	0,6%
B 2 b	Hund	0	0,0%
	Katze	1	0,6%
B 3 a	Hund	6	3,0%
	Katze	23	15,0%
B 3 b	Hund	0	0,0%
	Katze	5	3,2%
B 4 a	Hund	0	0,0%
	Katze	3	2,0%
B 4 b	Hund	0	0,0%
	Katze	4	2,6%
B 5 a	Hund	1	0,5%
	Katze	7	4,5%
B 5 b	Hund	0	0,0%
	Katze	6	3,9%
B 6 a	Hund	33	16,5%
	Katze	7	4,5%
B 6 b	Hund	6	3,0%
	Katze	2	1,3%
B 7 a	Hund	4	2,0%
	Katze	0	0,0%
B 7 b	Hund	1	0,5%
	Katze	1	0,6%
B 8 a	Hund	12	6,0%
	Katze	3	2,0%
B 9 a	Hund	15	7,5%
	Katze	3	2,0%
B 9 b	Hund	1	0,5%
	Katze	1	0,6%
B 10 b	Hund	1	0,5%
	Katze	1	0,6%
Verletzungen der Gruppe B kamen bei 43 % der Hunde und 47,1 % der Katzen vor.			

XI. Anhang

C 1 a	Hund	4	1,0%
	Katze	14	9,0%
C 1 b	Hund	0	0,0%
	Katze	1	0,6%
C 2 a	Hund	1	0,5%
	Katze	6	3,9%
C 2 b	Hund	1	0,5%
	Katze	2	5,2%
C 3 b	Hund	1	1,3%
	Katze	2	1,0%
C 4 a	Hund	11	5,5%
	Katze	9	5,8%
C 4 b	Hund	0	0,0%
	Katze	2	1,3%
C 5 a	Hund	0	0,0%
	Katze	2	1,3%
C 6 a	Hund	0	0,0%
	Katze	2	1,3%
C 6 b	Hund	1	0,5%
	Katze	0	0,0%
C 7 a	Hund	1	0,5%
	Katze	2	1,3%
C 7 b	Hund	1	0,5%
	Katze	0	0,0%
C 8 a	Hund	5	2,5%
	Katze	2	1,3%
C 9 a	Hund	5	2,5%
	Katze	3	2,0%
C 9 b	Hund	0	0,0%
	Katze	1	0,6%
C 10 a	Hund	3	1,5%
	Katze	3	2,0%
C 11 a	Hund	1	0,5%
	Katze	1	0,6%
C 12 a	Hund	1	0,5%
	Katze	0	0,0%
C 13 a	Hund	22	11,0%
	Katze	4	2,6%
C 13 b	Hund	4	2,0%
	Katze	1	0,6%
C 14 a	Hund	5	2,5%
	Katze	0	0,0%
C 15 a	Hund	1	0,5%
	Katze	2	1,3%
C 16 a	Hund	3	1,5%
	Katze	0	0,0%
C 17 a	Hund	3	1,5%
	Katze	1	0,6%
C 18 a	Hund	1	0,5%
	Katze	0	0,0%
Verletzungen der Gruppe C kamen bei 37,5 % der Hunde 38,7 % der Katzen vor.			

XI. Anhang

D 1 a	Hund	2	1,0%
	Katze	2	1,3%
D 2 a	Hund	0	0,0%
	Katze	2	1,3%
D 3 a	Hund	3	1,5%
	Katze	1	0,6%
D 3 b	Hund	1	0,5%
	Katze	0	0,6%
D 4 a	Hund	5	2,5%
	Katze	5	3,2%
D 5 a	Hund	1	0,5%
	Katze	2	1,3%
D 6 a	Hund	2	1,0%
	Katze	0	0,0%
D 7 a	Hund	1	0,5%
	Katze	3	2,0%
D 8 a	Hund	2	1,0%
	Katze	0	0,0%
D 9 a	Hund	0	0,0%
	Katze	2	1,3%
Verletzungen der Gruppe D kamen bei 8,5 % der Hunde und 11 % der Katzen vor.			
Summe		355	100,0%

Besitzerfragebogen

Name des Besitzers:

Nr.:

Angaben zum Tier:

Tierart:

Rasse:

Geburtsdatum:

Geschlecht:

Temperament:

- ruhig
- ausgeglichen
- temperamentvoll

1. Verletzungsursache:

- unbekannt
- Fenstersturz
- Autounfall
- Sonstiges

2. Aufgetretene Symptome:

- kein Geh –und Stehvermögen
- neurologische Ausfälle (z.B. Schleifen der Pfoten,...)
- Urinabsatzbeschwerden
- blutiger Urin
- Kotabsatzbeschwerden
- Maulatmung
- andere Frakturen
- Sonstige Verletzungen
- Lahmheit

3. Zeitpunkt der Vorstellung in der Klinik:

- sofort
- Stunden
- Tage
- Wochen
- Monate
- Zufallsbefund

4. Wurde Ihr Tier bereits vor der Erstvorstellung in unserer Klinik bei einem anderen Tierarzt vorbehandelt?

Ja

Nein

5. Wenn ja, wie wurde das Tier vorbehandelt?

Medikamente (Welche?)

Ruhigaltung

Operation

6. Dauer des stationären Aufenthaltes und wo fand dieser statt?
- Tage beim Haustierarzt
 Wochen in der Chirurgischen & Gynäkologischen Kleintierklinik
7. Zeigte Ihr Tier nach der Entlassung aus der Klinik Probleme?
- Nein Ja
wenn ja: Schleifen der Gliedmaßen
 Kotabsatzbeschwerden
 hängender Schwanz
 Lahmheit
 Sonstiges:
 Wie lange bestanden die Probleme?
- Charakterisierung der Lahmheit:
- geringgradig (undeutlich, kaum gestörte Bewegung)
 - mittelgradig (gestörte Bewegung, nicht stetig belastet)
 - hochgradig (keine Belastung)
8. Wenn eine Lahmheit noch besteht, wie lange trat diese auf?
- Tage Wochen nach Entlassung noch immer
9. Wie lange wurde Ihr Tier nach der Entlassung ruhiggehalten?
- Tage Wochen
10. Mit welchen Methoden wurde dies bewerkstelligt?
(mehrere Antwortmöglichkeiten möglich)
- Käfig –bzw. Boxenruhe
 Leinenführung
 Ruhighaltung war nicht/nur eingeschränkt möglich
11. Gab es Probleme in der Heilungsphase?
- Ja Nein
12. Waren Sie mit dem Therapieerfolg zufrieden?
- zufrieden befriedigend unbefriedigend

Abbildung 8: Besitzerfragebogen

Protokoll Nachuntersuchung

Patient:

Nr.:

Datum der Erstvorstellung:

OP-Datum:

Lokalisation der Fraktur:

Klinische Allgemeinuntersuchung:

Auffälligkeiten:

Orthopädische und neurologische Untersuchung:

Haltung:

Gang:

Ataxie:

Lahmheit:

Schmerzhaftigkeit bei: Extension/ Flexion/ Rotation der Hüfte

links: o o o

rechts: o o o

Schmerzhaftigkeit bei Druck auf Wirbelsäule, besonders am Übergang LWS/Sakrum?

Muskelatrophie:

Schwanztonus:

Propriozeption:

Spinale Reflexe der Hinterhand (0 – 1 – 2 – 3):

rechts

links

- Patellarsehnenreflex:

- Tibialis cranialis-Reflex:

- Ischiadicusreflex:

- Flexorreflex:

Abbildung 9: Protokoll der Nachuntersuchung

Tabelle 31: Therapieerfolge nach der Langzeitkontrollen bei Hunden und Katzen (n=110) im Rahmen der ausführlichen Beckenfrakturklassifikation

Frakturklassifikation	Tierart	Therapieerfolg nach klinischer Untersuchung			Therapieerfolg nach Fragebogenauswertung			Ohne Nachkontrolle		Gesamtsumme
		gut	befriedigend	unbefriedigend	gut	befriedigend	unbefriedigend	verstorben	ohne Kontrolle	
A 1	Hund	1	0	0	1	1	0	1	5	9
	Katze	1	0	0	0	0	0	0	2	3
A 2	Hund	4	0	0	0	0	0	1	8	13
	Katze	1	0	0	0	0	0	1	0	2
B 1 a	Hund	1	0	0	0	0	0	2	3	6
	Katze	0	0	0	1	0	0	1	2	4
B 1 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	1	0	0	0	0	0	0	0	1
B 2 a	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	0	0	0	1	0	0	0	0	1
B 2 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	1	0	0	0	0	0	0	0	1
B 3 a	Hund	1	0	0	0	0	0	3	2	6
	Katze	7	1	0	6	0	1	4	4	23
B 3 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	2	0	0	1	0	0	1	1	5
B 4 a	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	2	0	0	0	0	0	0	1	3
B 4 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	1	1	0	0	0	0	0	2	4
B 5 a	Hund	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Katze	1	0	0	4	0	0	0	2	7
B 5 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	1	1	0	2	0	0	1	1	6
B 6 a	Hund	6	1	1	2	1	0	4	18	33
	Katze	2	0	1	1	0	0	1	2	7
B 6 b	Hund	2	0	0	1	0	0	1	2	6
	Katze	0	0	0	2	0	0	0	0	2
B 7 a	Hund	1	0	0	0	0	0	1	2	4
	Katze	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B 7 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Katze	0	0	1	0	0	0	0	0	1
B 8 a	Hund	5	1	1	2	0	0	0	3	12
	Katze	1	0	0	0	0	0	1	1	3
B 9 a	Hund	1	2	0	1	0	0	0	11	15
	Katze	0	1	0	0	0	0	0	2	3
B 9 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Katze	1	0	0	0	0	0	0	0	1
B 10 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Katze	0	0	0	0	0	0	0	1	1
C 1 a	Hund	2	0	0	0	0	0	1	1	4
	Katze	3	1	0	1	0	0	4	5	14
C 1 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	0	0	0	1	0	0	0	0	1
C 2 a	Hund	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Katze	2	0	1	1	0	0	0	2	6
C 2 b	Hund	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	Katze	0	1	0	0	1	0	0	0	2
C 3 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Katze	1	0	0	0	0	0	1	0	2
C 4 a	Hund	0	0	0	1	0	0	3	7	11
	Katze	3	0	1	0	1	0	1	3	9
C 4 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	1	0	0	1	0	0	0	0	2
C 5 a	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	0	0	1	1	0	0	0	0	2
C 6 a	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	0	0	0	0	0	0	0	2	2
C 6 b	Hund	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	Katze	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C 7 a	Hund	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Katze	1	0	0	0	0	0	0	1	2
C 7 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Katze	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C 8 a	Hund	1	1	1	1	0	0	0	1	5
	Katze	0	0	0	0	0	0	1	1	2
C 9 a	Hund	1	0	1	0	0	0	1	2	5
	Katze	0	0	0	0	0	0	1	2	3
C 9 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	0	0	0	1	0	0	0	0	1
C 10 a	Hund	0	0	0	0	0	0	1	2	3
	Katze	1	0	0	0	0	0	1	1	3
C 11 a	Hund	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Katze	1	0	0	0	0	0	0	0	1
C 12 a	Hund	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	Katze	0	0	0	0	1	0	0	0	0
C 13 a	Hund	2	3	1	3	1	1	0	11	22
	Katze	1	0	2	0	0	0	1	0	4
C 13 b	Hund	1	0	1	0	0	0	0	2	4
	Katze	0	0	0	0	0	0	0	1	1
C 14 a	Hund	1	1	1	0	0	1	0	1	5
	Katze	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C 15 a	Hund	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	Katze	0	1	0	0	0	0	0	1	2
C 16 a	Hund	0	0	0	1	0	0	1	1	3
	Katze	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C 17 a	Hund	0	0	0	1	0	0	1	1	3
	Katze	0	0	0	0	0	0	1	0	1
C 18 a	Hund	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	Katze	0	0	0	0	0	0	0	0	0

D 1 a	Hund	1	0	0	0	0	0	0	1	2
	Katze	0	0	0	0	0	0	0	2	2
D 2 a	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	0	0	0	0	0	0	1	1	2
D 3 a	Hund	0	1	0	0	0	0	0	2	3
	Katze	1	0	0	0	0	0	0	0	1
D 3 b	Hund	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Katze	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 4 a	Hund	0	1	2	0	0	0	0	2	5
	Katze	0	0	2	1	0	0	0	2	5
D 5 a	Hund	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Katze	0	0	1	1	0	0	0	0	2
D 6 a	Hund	0	0	1	0	0	0	0	1	2
	Katze	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 7 a	Hund	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	Katze	0	0	0	2	0	0	1	0	3
D 8 a	Hund	1	0	0	0	0	0	0	1	2
	Katze	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 9 a	Hund	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Katze	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Summe		70	20	20	45	7	4	46	143	355

Legende: a – mit Beckenbodenfrakturen / b – ohne Beckenbodenfrakturen

A 1–Nicht gewichttragend einseitig, A 2–Nicht gewichttragend beidseitig

B 1–Iliosakralgelenksluxation geringgradig einseitig, B 2–Iliosakralgelenksluxation geringgradig beidseitig, B 3–Iliosakralgelenksluxation mittel-/hochgradig einseitig, B 4–Iliosakralgelenksluxation beidseitig geringgradig und mittel-/hochgradig, B 5–Iliosakralgelenksluxation beidseitig mittel-/hochgradig, B 6–Darmbein einseitig, B 7–Darmbein beidseitig, B 8–Azetabulum nicht gewichttragend einseitig, B 9–Azetabulum gewichttragend einseitig, B 10–Azetabulum gewichttragend beidseitig

C 1–Iliosakralgelenksluxation + Sakrum ipsilateral, C 2–Iliosakralgelenksluxation beidseitig + Sakrum ein- oder beidseitig, C 3–Iliosakralgelenksluxation einseitig + Transversale Sakrum-/Impressionsfraktur, C 4–Iliosakralgelenksluxation + Darmbein kontralateral, C 5–Iliosakralgelenksluxation + Darmbein ipsilateral, C 6–Iliosakralgelenksluxation beidseitig + Darmbein einseitig, C 7–Iliosakralgelenksluxation einseitig + Darmbein beidseitig, C 8–Iliosakralgelenksluxation einseitig + Azetabulum kontralateral, C 9–Iliosakralgelenksluxation einseitig + Azetabulum ipsilateral, C 10–Iliosakralgelenksluxation beidseitig + Azetabulum einseitig, C 11–Iliosakralgelenksluxation einseitig + Azetabulum beidseitig, C 12–Iliosakralgelenksluxation beidseitig + Azetabulum beidseitig, C 13–Darmbein + Azetabulum ipsilateral (+/- Sakrumflügelsplitterfraktur), C 14–Darmbein + Azetabulum kontralateral, C 15–Darmbein einseitig + Azetabulum beidseitig, C 16–Darmbein beidseitig + Azetabulum einseitig, C 17–Darmbein + Sakrum kontra- oder ipsilateral, C 18–Darmbein beidseitig + Sakrum einseitig

D 1–Iliosakralgelenksluxation + Azetabulum + Sakrum ipsi-/kontralateral, D 2–

Iliosakralgelenksluxation + Sakrum ipsilateral + Darmbein kontralateral, D 3–
 Iliosakralgelenksluxation + Darmbein + Azetabulum ipsilateral, D 4–Darmbein +
 Azetabulum ipsilateral + Iliosakralgelenksluxation kontralateral, D 5–Iliosakral-
 gelenksluxation + Darmbein ipsilateral + Azetabulum kontralateral, D 6–
 Iliosakralgelenksluxation + Azetabulum ipsilateral + Darmbein kontralateral,
 D 7–Iliosakralgelenksluxation beidseitig + Darmbein + Azetabulum ipsilateral,
 D 8–Darmbein beidseitig + Azetabulum + Iliosakralgelenksluxation kontralateral,
 D 9–Azetabulum beidseitig + Iliosakralgelenksluxation + Darmbein ipsi-
 /kontralateral

Tabelle 32: Zusammenfassung der Komplikationen bei Hunden und Katzen anhand der vereinfachten Frakturklassifikation

Verletzte Beckensegmente	Im Rahmen der Langzeitkontrolle dokumentierte Komplikationen bei Hunden und Katzen getrennt nach Art der Frakturversorgung			
	Konservativ Hund	Konservativ Katze	Operativ Hund	Operativ Katze
Nicht gewichttragende Elemente	0	0	1 Euthanasie intraoperativ	0
Iliosakralgelenksluxation	0	1 Reluxation konservativ versorgte Femurluxation	3 postoperativ verstorben 2 Euthanasie intraoperativ 1 Wundinfektion 1 Implantatversagen	3 Implantatversagen 1 Wundinfektion 1 Wundheilungsstörung 2 Implantatversagen mit Nervenläsion 1 Nervenläsion mit lebenslanger Koprostaseproblematik
Iliumfraktur	1 sekundäre Femurluxation		3 postoperativ verstorben 1 Implantatversagen 0 1 intraoperativ verstorben	2 Implantatlockerung mit Nervenläsion
Azetabulum	1 hochgradige Kallusbildung mit sekundärer Nervenläsion		2 Implantatversagen mit Nervenläsion 2 hochgradige Lahmheit 0 1 Femurluxation postoperativ	0
Iliosakralgelenksluxation und Iliumfraktur	0	1 hochgradige Lahmheit	2 Implantatversagen mit Nervenläsion 1 Euthanasie intraoperativ	1 Implantatlockerung mit Nervenläsion 1 Implantatlockerung mit hochgradiger Kallusbildung 1 Implantatlockerung mit Dislokation der Frakturfragmente und Lahmheit
Iliosakralgelenksluxation und Azetabulumfraktur	0		2 Frakturdislokationen mit Lahmheit 1 hochgradige Lahmheit 1 Wundinfektion 1 Wundinfektion mit Lahmheit 1 postoperative Femurluxation 1 Wundinfektion mit Implantatlockerung 0 1 Euthanasie intraoperativ	1 Nervenläsion mit Muskelkontraktur 1 intraoperativ verstorben
Ilium- und Azetabulumfraktur	1 hochgradige Lahmheit		2 Implantatversagen 2 hochgradige Lahmheiten 2 Implantatversagen mit Nervenläsion 2 Femurosteolyse 1 Wundinfektion mit folgender Lahmheit 0 1 postoperativ verstorben	2 Implantatversagen mit Nervenläsion 1 doppelte Refraktur 1 Euthanasie intraoperativ
Iliosakralgelenksluxation, Ilium- und Azetabulumfraktur	0		2 Nervenläsionen und folgende Muskelkontraktur 2 Implantatversagen 1 Implantatversagen & Nervenläsion 1 Insuffiziente Versorgung mit folgender Euthanasie	1 Implantatlockerung mit Nervenläsion

XII. DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich meiner Doktormutter Frau Prof. Dr. med. vet. Andrea Meyer-Lindenberg für das Überlassen dieses spannenden und vielseitigen Themas sowie für die Assistenz bei den Operationen meiner Studienpatienten und die Bereitstellung des Patientengutes der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik der LMU München sowie der Tierärztlichen Hochschule in Hannover danken.

Mein Dank gilt außerdem Herrn Prof. Dr. med. vet. Fehr aus Hannover für die Erlaubnis die Patientendaten aus der Tierärztlichen Hochschule in Hannover nutzen zu dürfen.

Dank sagen möchte ich meiner Betreuerin Dr. med. vet. Mirja Nolff für die Denkanstöße und konstruktive Kritik während des Verfassens dieser Arbeit sowie für die Korrekturen.

Ein großer Dank gilt meinen Studienpatienten und ihren Besitzern, die bereitwillig an den Nachuntersuchungen teilnahmen und sich Zeit für die Beantwortung der Fragebögen genommen haben.

Ebenfalls ein besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. Sven Reese für die Unterstützung bei der Auswertung der statistischen Daten.

Der größte Dank gebührt meinen Eltern, die mir Studium und Promotion ermöglichten, mich allzeit liebevoll unterstützten und nie den Glauben an mich und mein Tun verloren haben. Herzlichst danke ich meiner lieben Schwester für ihren Rückhalt, die Korrekturen und dafür, dass sie zu jeder Zeit ein offenes Ohr für mich hatte. Außerdem danke ich meinen Großeltern für die aufmunternden und Mut zusprechenden Worte in frustrierenden und stressigen Zeiten. Danke für alles, denn nur durch euch wurde das vermeintlich Unmögliche möglich.

Ludwig möchte ich von Herzen nicht nur für sein Verständnis, die moralische Unterstützung und die stetige Hilfs- und Diskussionsbereitschaft danken, sondern auch für all die Kompromisse während der anstrengenden Zeit des Verfassens dieser Arbeit.