

Spätergebnisse nach zementierter Totalendoprothetik des Hüftgelenks beim Hund

von Miriam Wiesner

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

Spätergebnisse nach zementierter Totalendoprothetik
des Hüftgelenks beim Hund

von Miriam Wiesner

aus München

München 2015

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

Lehrstuhl: Prof. Dr. med. vet. Andrea Meyer-Lindenberg

Arbeit angefertigt unter der Leitung von:
Prof. Dr. Dr. med. vet. habil. Dipl. ECVS Roberto Köstlin

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Roberto Köstlin

Korreferent: Priv.-Doz. Dr. Johann Maierl

Tag der Promotion: 31. Januar 2015

INHALTSVERZEICHNIS

I. EINLEITUNG	1
II. LITERATURÜBERSICHT	2
1. Indikationen und Kontraindikationen der Alloarthroplastik	2
2. Totalendoprothesen des Hüftgelenks	2
2.1. Zementierte Totalendoprothesen	2
2.1.1. Richard´s Canine II Prothese	2
2.1.2. Biomécanique Prothese	3
2.1.3. PORTE. Vet Prothese	3
2.1.4. BioMedtrix CFX Prothese	4
2.1.5. Perot Prothese	4
2.1.6. Königsee Implantate	4
2.1.7. Aesculap Prothese	4
2.1.8. Dual Mobility Prothese	5
2.2. Zementfreie Totalendoprothesen	5
2.2.1. PCA Prothese	5
2.2.2. BioMedtrix BFX Prothese	6
2.2.3. BioMedtrix Hybridprothese	6
2.2.4. KYON Zurich Cementless Prothese	6
2.2.5. Innoplast / Helica Prothese	7
2.2.6. AgiLegro Prothese	7
3. Ergebnisse klinischer und radiologischer Studien nach Totalendoprothese des Hüftgelenks	8
4. Ergebnisse klinischer und radiologischer Langzeitstudien nach Totalendoprothese des Hüftgelenks	19
5. Komplikationen	21
5.1. Frühe Komplikationen	21
5.1.1. Fraktur des Femur	21
5.1.2. Luxation	21
5.1.3. Neurapraxie	22
5.1.4. Prothesenbruch	23
5.1.5. Thromboembolie	23

5.2. Späte Komplikationen	23
5.2.1. Aseptische Lockerung	23
5.2.2. Septische Lockerung	24
5.2.3. Osteosarkom	25
5.2.4. Ektopische Ossifikation	25
5.3. Komplikationen nach Totalendoprothese des Hüftgelenks	25
III. MATERIAL UND METHODEN	32
1. Studiendesign	32
2. Patientendaten	32
3. Angaben zu den Röntgenbildern	33
4. Komplikationen und Revisionsoperationen	33
5. Radiologische Beurteilung	34
5.1. Pfanne	34
5.1.1. Postoperative Beurteilung der Pfanne	34
5.1.2. Grenzflächen des Pfannenimplantats	38
5.1.3. Verhalten der Pfanne im Verlauf	38
5.2. Schaft	39
5.2.1. Postoperative Beurteilung des Schafts	39
5.2.2. Grenzflächen des Schaftimplantats	41
5.2.3. Verhalten des Schafts im Verlauf	42
5.3. Radiologische Kriterien für eine aseptische Prothesenlockerung	43
6. Funktionelles Ergebnis	45
7. Datenanalyse (Statistik)	45
IV. ERGEBNISSE	47
1. Patientendaten	47
1.1 Anzahl der Hunde sowie der uni- und bilateralen Hüftprothesen	47
1.2. Hunderassen	47
1.3. Geschlechtsverteilung	48
1.4. Gewichtsverteilung	48
1.5. Altersverteilung	49
1.6. Operationsindikationen	49

1.7. Altersverteilung bei Operation der kontralateralen Seite	50
1.8. Operationsindikation bei Operation der kontralateralen Seite	50
1.9. Zusätzliche orthopädische Operationen	51
2. Prothesendaten	52
2.1. Richard´s Canine II Prothese	52
2.2. Biomécanique Prothese	52
2.3. Porte Prothese	53
2.4. Standzeiten der Prothesen	54
2.5. Standzeiten der kontralateralen Prothesen mit weniger als fünf Jahren	54
3. Radiologische Ergebnisse	56
3.1 Postoperative Ergebnisse	56
3.1.1. Postoperative Ergebnisse der Pfanne	56
3.1.2. Postoperative Ergebnisse des Schafts	58
3.2. Ergebnisse im Verlauf	62
3.2.1. Ergebnisse der Pfanne im Verlauf	62
3.2.2. Ergebnisse des Schafts im Verlauf	62
4. Funktionelle Ergebnisse	67
5. Aufgetretene Komplikationen	69
5.1. Revisionsoperationen der Totalendoprothesen	77
5.2. Prothesenexplantation	78
6. Statistische Ergebnisse	79
V. DISKUSSION	80
VI. ZUSAMMENFASSUNG	90
VII. SUMMARY	92
VIII. LITERATURVERZEICHNIS	93
IX. ANHANG	103
X DANKSAGUNG	121

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a	Jahr
Bioméc	Biomécanique
BFX	zementlose BioMedtrix Prothese
CFX	zementierte BioMedtrix Prothese
Fem	Femur
exp	experimentell
FKHR	Femurkopfhalsresektion
funkt	funktionell
ggr	geringgradig
HD	Hüftgelenksdysplasie
hgr	hochgradig
KBR	Kreuzbandruptur
ll	laterolateral
Lo	Lockerung
Lux	Luxation
mgr	mittelgradig
mind	mindestens
M.	Musculus
Mo	Monat
NSAID	Nichtsteroidales Antiphlogistikum
n	Anzahl
PCA	Porous-coated anatomic total hip arthroplasty
Proc. coron. ulnae	fragmentierter Processus coronoideus ulnae
radiolog	radiologisch
TEP	Totalendoprothese
TPLO	Tibial plateau leveling osteotomy
u. a.	unter anderem
vd	ventrodorsal
Wo	Woche

I. EINLEITUNG

Im Jahr 1983 hielt die Alloarthroplastik des Hüftgelenks beim Hund an der Chirurgischen Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität in München Einzug. In den Jahren 1983 bis 2011 wurden drei verschiedene Prothesensysteme bei rund 1500 künstlichen Hüftgelenken von einer Chirurgin eingesetzt.

In der Literatur finden sich zahlreiche Kurzzeitkontrollen zur zementierten und zementfreien Totalendoprothetik beim Hund. Langzeitkontrollen sind dagegen für beide Operationsverfahren spärlich gesät. Ziel dieser Dissertation ist es, Spätergebnisse von zementierten Hüftgelenken, die mindestens eine Standzeit von fünf Jahren aufweisen, darzulegen und kritisch zu beurteilen.

II. LITERATURÜBERSICHT

1. Indikationen und Kontraindikationen der Alloarthroplastik

Der Hauptgrund für die Implantation eines künstlichen Hüftgelenks beim Hund stellt die schmerzhafte Coxarthrose dar (Olmstead et al. 1983, Olmstead 1987, Massat und Vasseur 1994). Diese kann unter anderem durch eine Hüftgelenksdysplasie mit Subluxation- oder Luxationsstellung, eine nicht- oder fehlerhaftverheilte Fraktur der Pfanne oder des Femurkopfes bzw. -halses und eine aseptische Femurkopfnekrose (Calve-Legg-Perthes Krankheit) (Jankovits et al. 2011) bedingt sein. Weitere Indikationen stellen akute oder chronische Luxationen traumatischer Genese, Frakturen und unbefriedigende Ergebnisse nach einer Resektionsarthroplastik dar (Duniv et al. 2011).

Als Kontraindikationen gelten unter anderem schmerzfreie Hüftgelenksdysplasien, neurologische Defizite, akute oder chronische Infektionen, symptomatisch im Vordergrund stehende Erkrankungen, wie z.B. Bandläsionen oder Osteochondritiden anderer Gelenke, Stoffwechselstörungen mit unzureichender Kalzifizierung der Knochensubstanz, Neoplasien und Hunde jugendlichen Alters (Holz 2002, Konzemius und Vandervoort 2005).

1. Totalendoprothesen des Hüftgelenks

Für den künstlichen Hüftgelenksersatz beim Hund kommen zementierte, wie auch zementfreie Totalendoprothesen zum Einsatz.

2.1. Zementierte Totalendoprothesen

2.1.1. Richard´s Canine II Prothese

Die Richard´s Canine II Prothese (Richards Medical Company, Memphis, TN, USA) war eine bis ins Jahr 1992 erhältliche Festkopfprothese mit Schaft und Kopf aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierung und einer Pfanne aus Polyäthylen. Die Schaftprothese stand in den Größen klein (SNN, Schaftstärke 3,2 mm), mittelgroß mit normalem Hals (MNN,

Schaftstärke 4,8 mm), mittelgroß mit langem Hals (MLN), groß mit normalem Hals (LNN, Schaftstärke 6,4 mm) und groß mit langem Hals (LLN) zur Verfügung. Prothesenkopf und die dazu passende acetabuläre Komponente existierten in folgenden Durchmessern: klein (12,7 mm), mittel (15,9 mm) und groß (19 mm) (Olmstead 1987, Müller 1999).

2.1.2. Biomécanique Prothese

Bei dieser modularen Prothese (Biomécanique, Bretigny sur Orge, Frankreich), die seit 2006 nicht mehr produziert wird, war der Schaft aus einer Titanlegierung gefertigt, wobei für den Kopf verschiedene Materialien zur Verwendung kamen. Zur Auswahl standen eine Kobalt-Chrom-Legierung, Keramik oder Titan mit Diamantüberzug. Die Pfanne bestand aus Polyäthylen. Die Schaftgrößen gliederten sich aufsteigend in fünf Größen: 4 / 6 / 7,5 / 9 / 11. Die Halslänge stand in den Größen kurz (0 mm), mittelgroß (+3 mm) und lang (+6 mm) zur Verfügung. Die Pfanne gab es in den Innendurchmessern 12 mm, 16 mm und 19 mm. Zudem existierten Dysplasiepfannen, die durch eine flachere Ausführung gekennzeichnet waren mit Innendurchmessern von 16 mm und 19 mm (Bardet 2001).

2.1.3. PORTE. Vet Prothese

Bei der Porte Prothese (PORTE.VET, Porticcio, Frankreich), handelt es sich um das Nachfolgemodell der Biomécanique Prothese, das gleichfalls modular konzipiert ist, mit einem Schaft aus Titan und einem Kopf aus Kobalt-Chrom. Die Pfanne besteht aus Polyäthylen und das Modell ist aktuell erhältlich. Der Schaft gliedert sich in sieben Größen: 4 / 5 / 6S / 6 / 7,5 / 9 / 11 und ist im Gegensatz zur Biomécanique Prothese an der Schaftspitze verjüngt. Bei den Halslängen stehen insgesamt neun verschiedene Ausbohrungen zur Auswahl. Je nach Schaftgröße und dazugehöriger Pfannengröße entstehen bis zu fünf verschiedene Halslängen. Die Pfanne ist in vier Größen, 12 mm, 14 mm, 16 mm und 19 mm erhältlich (Bardet 2001, www.portevet.fr).

2.1.4. BioMedtrix CFX Prothese

Die modularen CFX Prothesen (BioMedtrix, LLC, Boonton, NJ, USA) bestanden ursprünglich aus einer Kobalt-Chrom-Legierung und werden heute gleichfalls aus Titan gefertigt. Die Pfanne ist aus Polyäthylen hergestellt. Es gibt sieben Schaftgrößen, acht verschiedene Halslängen, die abhängig von der Schaftgröße sind, sowie acht Pfannengrößen. Für besonders kleine Rassen gibt es zusätzlich die sogenannten Micro- und Nano-Ausführungen. Aufgrund des breiten Angebots sei an diesem Punkt auf die Internetseite verwiesen (www.biomedtrix.com).

2.1.5. Perot Prothese

Der Schaft besteht bei dieser Festkopfprothese (Perot, Frankreich) aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierung und die Pfanne aus Polyäthylen. Der Schaft ist aktuell in sechs Größen erhältlich. Bezüglich der Halslänge stehen vier Varianten zur Wahl. Die Pfanne existiert ebenfalls in vier Größen (20 mm bis 32 mm). Es handelt sich um eine Schnapp-Pfanne, die den Kopf retiniert (www.perot.eu).

2.1.6. Königsee Implantate

Diese Festkopfprothese (Königsee Implantate, Allendorf, Deutschland) stellt ein Folgemodell des Richard's Canine II Systems dar und ist derzeit im Handel erhältlich. Der Schaft ist aus Stahl gefertigt und die Pfanne aus Polyäthylen. Es sind folgende Größen erhältlich: großer Schaft mit Kopfdurchmesser 19 mm in kurzer (16,5) und langer (21,0) Halsvariante ausgefertigt und mittelgroßer Schaft mit Kopfdurchmesser 16 mm, ebenfalls mit kurzer (13,5) und langer (17,6) Halsvariante. Die Pfanne gibt es mit den Durchmessern 16 mm und 19 mm (vet-implantate.de).

2.1.7. Aesculap Prothese

Bei der bananenförmigen Aesculap-Festkopfprothese (B. Braun Vet Care GmbH, Tuttlingen, Deutschland) besteht der Schaft, der aktuell in zwei Größen erhältlich ist, aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Gußlegierung und die Pfanne, nur in einer Größe erhältlich, aus Polyäthylen. Um das

Luxationsrisiko zu verringern kommt bei diesem System, wie bei der Perot Prothese eine Schnapp-Pfanne zur Verwendung (<http://www.bbraunvetcare.de>).

2.1.8. Dual Mobility Prothese

Schaft und Kopf bestehen bei dieser zementierten modularen Prothese (Amplitude double mobilité, Amplitude, Valence, Frankreich) aus rostfreiem Stahl. Sie bietet Schäfte in vier verschiedenen Größen. Der Prothesenkopf misst 15 mm, wobei drei Halslängen eingestellt werden können (normale Halslänge, +3 mm, +6 mm). Die Pfanne setzt sich aus zwei Komponenten zusammen. Die äußerste Schicht besteht aus einer Metallkomponente. In diese fügt sich eine bewegliche Polyäthylenkomponente ein. Dadurch werden zwei aneinander gleitende Oberflächen, zwischen äußerer Metallschale und Polyäthylenschale, sowie zwischen Polyäthylen und Prothesenkopf geschaffen. Diese Kombination soll für einen größeren Bewegungswinkel, sowie für ein vermindertes Luxationsrisiko sorgen. Die Pfanne ist in drei Außendurchmessern (20 mm, 23 mm, 26 mm) erhältlich, wobei der Innendurchmesser 15 mm beträgt (Guillaumot et al. 2012).

2.2. Zementfreie Totalendoprothesen

2.2.1. PCA Prothese

Die PCA Prothese (Porous-coated anatomic total hip arthroplasty, Howmedica, Inc., Rutherford, New Jersey, USA) wurde für experimentelle Untersuchungen hergestellt, gelangte jedoch nicht in den Handel. Sie zeichnete sich dadurch aus, dass Schaft, die Außenschale der Pfanne und der Prothesenkopf aus einer Kobalt-Chrom-Legierung bestanden. Die Innenauskleidung der Pfanne war aus Polyäthylen gefertigt. Die Schaftkomponente stand in vier Größen zur Verfügung und jeweils für rechte und linke Hüftgelenke mit anatomischer Krümmung im proximalen Teil. Ungefähr 45 % der Oberfläche war aus kleinen Perlen gefertigt um eine Oberflächenvergrößerung zu erreichen. Auf den Schaft wurde ein Kopf von 15 mm Durchmesser aufgesetzt. Die Pfanne maß 26 mm, 28 mm oder 30 mm (Marcellin-Little et al. 1999a).

2.2.2. BioMedtrix BFX Prothese

Das modulare, zementfreie System von der Firma BioMedtrix (BioMedtrix, LLC, Boonton, NJ, USA) stellt eine vereinfachte Fortentwicklung der PCA Prothese dar. Schaft und Kopf sind aus Titan gefertigt und im Gegensatz zur PCA Prothese ist das Schaftimplantat gerade geformt, wodurch die Produktion für rechte und linke Hüftgelenke entfallen konnte. Die Pfanne hat ein Polyäthylen-Inlay, das von einer Titanschale umgeben ist. Es gibt acht Schaft- und elf Pfannengrößen. Die Halslänge ist abhängig von der Schaftgröße und reicht von +0 bis +13. Aufgrund des großen Angebots wird auch hier für Schaft, Hals- und Kopfgrößen auf die Internetseite verwiesen (www.biomedtrix.com).

2.2.3. BioMedtrix Hybridprothese

Die zementierten und zementlosen Hüftprothesen der Firma BioMedtrix (BioMedtrix, LLC, Boonton, NJ, USA) sind miteinander kompatibel und können für kleine, mittelgroße und große Hunde als sogenannte Hybridprothesen verwendet werden. So ist es möglich, einen zementierten Schaft (CFX) mit einer zementlosen Pfanne (BFX) zu kombinieren. Genauso kann man einen zementfreien Schaft (BFX) mit einer zementierten Pfanne (CFX) implantieren. Aufgrund der großen Auswahl an verschiedensten Implantatgrößen und Kombinationsmöglichkeiten wird an dieser Stelle wiederum auf die Internetseite verwiesen (www.biomedtrix.com).

2.2.4. KYON Zurich Cementless Prothese

Es handelt sich um eine modulare Prothese (KYON, Boston, MA, USA), bei der Schaft, Hals und Kopf aus einer Titanlegierung gefertigt sind. Die Besonderheit bei diesem Modell ist die Befestigung der Femurkomponente über monokortikale Schrauben, die medial im Femur versenkt werden. (Vidoni 2008, <http://www.kyon.ch/current-products/zurich-cementless-thr>). Die Pfanne besteht aus Polyäthylen und wird außen von einer Titanschale umgeben. Der Femurschaft ist in den Größen „extra-small“, „small“, „medium“, und „large“ erhältlich. Die Kopfkomponekte gibt es mit 16 mm und 19 mm Innendurchmesser, wobei

der Hals in fünf Längen eingestellt werden kann (XS, S, M, L, XL). Die Pfanne weist fünf verschiedene Außendurchmesser auf (21,5 mm / 23,5 mm / 26,5 mm / 29,5 mm / 32,5 mm). In die Mitte der Pfanne wird eine zusätzliche Spongiosaschraube (Länge: 4 mm) implantiert.

2.2.5. Innoplant / Helica Prothese

Dieses modulare System (Innoplant veterinary, Hannover, Deutschland) bietet einen kegelförmigen „3Con stem“ aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierung, der in sechs Größen erhältlich ist. Daneben gibt es den sogenannten „Helica TPS stem“, ein kurzer Schaft mit Gewinde, bestehend aus einer Titanlegierung, der direkt in den Knochen eingeschraubt wird und in fünf Größen existiert. Die Pfanne, die auf beide Schaftsysteme passt, besteht aus Polyäthylen, umgeben von einer Titanlegierung und wird in sechs Größen, von 22 mm bis 32 mm Durchmesser, angeboten. Die acetabuläre Komponente ist sowohl mit den Schäften des BioMedtrix CFX und BFX, als auch mit der KYON Prothese kompatibel. Ferner bietet die Firma auch ein zementiertes Implantat an, das ebenfalls mit der zementlosen Pfanne kompatibel ist (<http://www.innoplant-vet.de/seite2.html>).

2.2.6. AgiLegro Prothese

Die Femurkomponente besteht aus einer Schenkelhalssschraube (AGILITY MedizinTechnik, Leichlingen, Deutschland), die in den Femurhals eingedreht wird. Der Kopf besteht aus einer sogenannten Kopfkrone. Die Pfanne wird analog zur Femurschraube im Knochen fixiert. Kopfkrone und Pfanne gibt es in drei Größen und alle drei Komponenten sind aus Kobalt-Chrom gefertigt (<http://www.Agility-medtec.com/index.html>).

3. Ergebnisse klinischer und radiologischer Studien nach Totalendoprothese des Hüftgelenks

In Tabelle 1 sind verschiedene Literaturangaben zu zementierten und zementlosen Totalendoprothesen dargestellt. Um die Angaben durch ein gemeinsames Kriterium vergleichbar zu machen, sind nur Studien ausgewählt worden, die eine Röntgenkontrolle der untersuchten Hüftgelenke nachweisen können.

Olmstead und Hohn (1980) untersuchten in ihrer Studie 100 Hunde mit Richards Prothesen und erzielten bei 91 % der Patienten ein gutes und sehr gutes Ergebnis.

Im Jahr 1987 verzeichnete Olmstead bereits eine Quote von 95,2 %, aus 146 nachkontrollierten künstlichen Hüftgelenken, die er als befriedigend bezeichnete.

Massat und Vasseur (1994) untersuchten 58 Hunde klinisch nach. Dabei bezeichnen sie 98 % der Hunde als gut oder sehr gut. Ferner berichteten sie von Aufhellungslinien um die Pfanne bei 89 %, sowie um den Schaft bei 26 % von 66 röntgenologisch kontrollierten Hüftgelenken.

Von 258 Richards Totalendoprothesen mit einem durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von 22 Monaten, beurteilte Kosfeld (1996) 84,4 % der Pfannen, sowie 94,6 % der Schäfte als gut. Bei der klinischen Untersuchung konnte er bei 83 % der Patienten keine Lahmheit nachweisen.

Holz (2002) untersuchte mit einem Kontrollzeitraum von drei Jahren 486 Biomécanique Prothesen. 236 Hüften (66,3 %) erwiesen sich als lahmheitsfrei. 90,2 % der Pfannen und 95,4 % der Schäfte erzielten röntgenologisch ein gutes Ergebnis.

Matis und Holz (2004) erzielten aus 686 nachkontrollierten Biomécanique Prothesen bei 97,4 % ein gutes bis sehr gutes Ergebnis. Bei 2,6 % trat eine intermittierende oder permanente Lahmheit auf.

Ab dem Jahr 2010 gibt es erste Veröffentlichungen über die Erfahrungen mit der Micro- und Nano-Prothesen für sehr kleine Hunderassen und Katzen von BioMedtrix. Liska (2010) gab an, dass von 66 Micro-BioMedtrix Prothesen 91 % ein sehr gutes Ergebnis erzielten.

II. Literaturübersicht

Die Studie von Guillamot et al. (2012) über 50 Dual Mobility Prothesen zeigte, dass 68 % ein sehr gutes und 10 % ein gutes Ergebnis vorwiesen.

Tabelle 1: Ergebnisse klinischer und radiologischer Studien nach Totalendoprothese des Hüftgelenks

Autor Jahr	Hunde (n) TEP (n)	Nachus. Hunde (n) TEP (n)	Modell	Zeitraum Ø	Unters.	Kriterien	Ergebnis (n) / (%)
Leighton 1979 exp.	9	8	Richards	7,4 Mo (2–12Mo)	K, R	Sehr gut: Aktivität uneingeschränkt (Rennen, Springen), keine Gangveränderung Gut: Aktivität uneingeschränkt, leichte Gangveränderung	7 1
Olmstead, Hohn 1980	85 103	100	Richards	1 Mo–3,7 a	K, R	Sehr gut: immer volle Belastung Gut: zeitweise steif/lahm Schlecht: konstante Lahmheit Sehr gut + gut:	80 11 9 91%
Konde et al. 1982	72 86	72 86	Richards	3 a	R	Feine Aufhellungslinien um Implantate Periostale Proliferation	51 49
Olmstead, Hohn, Turner 1983	190 221	216	Richards	6,3 Mo	K, R, B	Sehr gut: volle Belastung, normaler Gang + Aktivität, schmerzfrei, normaler Bewegungsradius Gut: wie sehr gut + temporäre Steifheit, Veränderungen d. Gangbildes nach schwerer Belastung/ langer Ruhe Befriedigend: ggr. lahm, meist reduzierte Belastung Unbefriedigend: permanent lahm	172/79,6% 25/11,7% 8/3,7% 11/5,1%

Autor Jahr	Hunde (n) TEP (n)	Nachus. Hunde (n) TEP (n)	Modell	Zeitraum Ø	Unters.	Kriterien	Ergebnis (n) / (%)
Parker et al. 1984b	20 23	20 23	Richards	6 Mo–4,5 a	K, R	Sehr gut: Volle Belastung Gut: ggr. lahm oder abnormer Gang Befriedigend: mgr. Lahm Schlecht: hgr. lahm	8 (35%) 10 (43%) 2 (9%) 3 (13%)
Olmstead 1987 1. Studie	221	216	Richards	min. 4 Wo	K, R, B	Befriedigend: schmerz- und lahmfrei, freier Bewegungsradius, erhöhte Muskelmasse, zeitweise Steifheit Unbefriedigend: Lahmheit, teilweise oder keine Belastung	91,2% 8,8%
Olmstead 1987 2. Studie	174	146	Richards	min. 4 Wo	K, R, B	Befriedigend: schmerz- und lahmfrei, freier Bewegungsradius, gesteigerte Muskelmasse, zeitweise Steifheit Unbefriedigend: Lahmheit, teilweise oder keine Belastung	95,2% 4,8%
Kerschbaumer 1991 exp.	6 6	6 6	Spezielle Pfanne Aesculap Schaft	min. 5 a 2 Mo	K, R, P- H	Feste Verankerung Pfanne, Schaft: Instabilität Pfanne und/oder Schaft:	4 2
De Young et al. 1992	92 100	100	PCA	min. 3 Mo (3Mo–2a)	K, R	Erfolgreich: volle Gewichtsaufnahme bei normaler physischer Aktivität Komplikation:	98 6

Autor Jahr	Hunde (n) TEP (n)	Nachus. Hunde (n) TEP (n)	Modell	Zeitraum Ø	Unters.	Kriterien	Ergebnis (n) / (%)
Massat, Vasseur 1994	84 96	K: 58 R: 66	Richards Biomécanique	K: 25 Mo R: min. 6 Mo	K, R	Sehr gut: schmerz- und lahmheitsfrei, frei beweglich, normale Aktivität, gute Bemuskelung Gut: wie sehr gut + zeitweise steif, ggr. eingeschränkt in Extension Befriedigend: ggr. schmerzhaft und eingeschränkt in Beweglichkeit, Muskelatrophie, temporär lahm Unbefriedigend: mgr. Schmerzhaft, hgr. eingeschränkt in Beweglichkeit, hgr. Muskelatrophie, permanent lahm Sehr gut + gut: Aufhellungslinien um Pfanne: Aufhellungslinien um Schaft:	42 15 1 98% 59/89% 17/26%
Kosfeld 1996	207 258	K: 109 R: 205	Richards Biomécanique	K: 22 Mo R: 22 Mo	K, R, B, G	Keine Lahmheit: Temporär lahm: Permanent lahm: R: Pfanne Gut: Befriedigend: Unbefriedigend: R: Schaft Gut: Befriedigend; Unbefriedigend:	91/83% 3/3% 15/14% 173/84,4% 27/13,2% 5/2,4% 194/94,6% 8/3,9% 3/1,5%

Autor Jahr	Hunde (n) TEP (n)	Nachus. Hunde (n) TEP (n)	Modell	Zeitraum Ø	Unters.	Kriterien	Ergebnis (n) / (%)
Marcellin-Little et al. 1999a	41 59	37 46	PCA	K: 5,3 a R: 6 a	K, R	Normale Funktion: keine Lahmheit Abnormale Funktion: Lahmheit vorhanden R: Aufhellungslinien Pfanne: Aufhellungslinien Schaft:	37 9 30 8
Holz 2002	372 486	K: 365 R: 479	Biomécanique	K: 3 a R: 3 a	K, R, B	Lahmheitsfrei: Temporär lahm: Permanent lahm: R: Pfanne Gut: Befriedigend: Unbefriedigend: R: Schaft Gut: Befriedigend: Unbefriedigend:	236/66,3% 77/21,6% 43/12,1% 432/90,2% 38/7,9% 9/1,9% 457/95,4% 14/2,9% 8/1,7%

Autor Jahr	Hunde (n) TEP (n)	Nachus. Hunde (n) TEP (n)	Modell	Zeitraum Ø	Unters.	Kriterien	Ergebnis (n) / (%)
Perslow et al. 2002	136 154	K: 147 R: 17	Richards	K: 1,6 a R: 3,3 a	K, R	Lahmheitsfrei: zu keinem Zeitpunkt lahm Temporär lahm: ggr. zeitweise lahm Permanent lahm: R: Pfanne Gut: Befriedigend: Unbefriedigend: R: Schaft Gut: Befriedigend: Unbefriedigend:	89,8% 6,8% 3,4% 29,4% 52,9% 17,6% 82,4% 17,6% -
Matis, Holz 2004	546 686	546 686	Biomécanique	3,7 a (6Wo-13a)	K, R	Gut – sehr gut: Intermittierende oder permanente Lahmheit:	97,4% 2,6%
Bardet 2004	595	335 379	Biomécanique Porte	mind. 10 Wo (10Wo- 14,5a)	K, R	Gut – sehr gut: Befriedigend – unbefriedigend:	94% 6%
Skurla, James 2005	29 38	29 38	Richards BioMedtrix (zementiert)	0,7–11,7 a	R, M	Mechanische Prüfung Pfanne Locker: Grenzwertig: Fest:	52,6% 15,8% 31,6%

Autor Jahr	Hunde (n) TEP (n)	Nachus. Hunde (n) TEP (n)	Modell	Zeitraum Ø	Unters.	Kriterien	Ergebnis (n) / (%)
Frankel et al. 2004	29 38	35	Richards, BioMedtrix (zementiert)	6,4 a	R	Kontaktröntgen: Fest implantiert: Gelockert:	40 % 60 %
Skurla et al. 2005	29 38	29 38	Richards BioMedtrix (zementiert)	0,7-11,7 a	R, M	Mechanische Prüfung Schaft Grob locker: Mechanisch locker: an beiden Grenzflächen Fest (K/Z) + locker (Z/I): Fest: an beiden Grenzflächen Aseptische Lockerung:	23,7% 18,4% 21,1% 36,8% 63,2%
Matis et al. 2008	929 1215	714 908	Richards Biomécanique Porte	4,1 a (6Wo-13a)	K, R, G	Gut – hervorragend: selten Episoden von Lahmheit Häufigere oder permanente Lahmheit:	94% 6%
Hach 2009	23 23	23 23	Helica	6 Wo	K, R	Feste Verankerung: Lockerung Schaft: Knochenresorption:	22 1 0
Matis 2009	65 80	52 64	Biomécanique Porte	1 a	K, R	Keine Lahmheit oder seltene Perioden von Lahmheit	93 %
Liska 2010 [8 Katzen in 57]	57 66	57 66	BioMedtrix Micro (zementiert)	R: 2 a	K, R	Sehr gut: Sitzen, Stehen normal, Gehen, Springen ohne Analgetikum Schlecht: Explantation	60/91% 6

Autor Jahr	Hunde (n) TEP (n)	Nachus. Hunde (n) TEP (n)	Modell	Zeitraum Ø	Unters.	Kriterien	Ergebnis (n) / (%)
Gemmill et al. 2010	71 78	K: 77 R: 67	Hybrid BioMedtrix: Pfanne zementiert, Schafft zementlos	K: 3 Mo R: 3 Mo	K, R, B	Lahmheit: besser als prä op Lahmheit unverändert: Lahmheit schlechter als prä op: R: Migration: Sklerose Acetabulum: Verdickung Kortikalis: Schwache Aufhellungslinien:	68 8 1 0 50 60 25
Marino et al. 2011 [2 Katzen in 43]	43 49	49	BioMedtrix Micro (zementiert)	3 Mo	K, R	1: keine Lahmheit 2: größtenteils Belastung, ggr. Schonung 3: Belastung mittel, Schonung deutlich 4: nur Zehenspitze fußt 5: keine Belastung 1+2: sehr gut + gutes Ergebnis 3-5: unakzeptables Ergebnis	39/80% 6/12% 4/8% - - 45/92%
Ireifej et al. 2011a	12	12	BioMedtrix Nano (zementiert)	3 Mo	K, R	1: keine Lahmheit 2: Belastung größtenteils, ggr. Schonung 3: Belastung mittel, Schonung deutlich 4: nur Zehenspitze fußt 5: keine Belastung R: Implantate selbe Position wie post op	8 4 - - - 12

Autor Jahr	Hunde (n) TEP (n)	Nachus. Hunde (n) TEP (n)	Modell	Zeitraum Ø	Unters.	Kriterien	Ergebnis (n) / (%)
Jankovits et al. 2011	7 7	7 7	BioMedtrix Micro (zementiert)	R: 24,1 Mo	K, R, B, G	R: Implantatstabilität, Hinweise auf aseptische Lockerung Stabile Implantate: G: Keine Differenz zur kontralateralen Seite:	7 7
Kalis et al. 2011	25 27	25 27 R: 25 G: 14	BioMedtrix (Micro, CFX, BFX, Hybrid)	K+R: 2,9 a G: 3,2 a	K, R, B, G	Keine Lahmheit: Ggr. Lahmheit: R: Grenzflächen, Position o.B.: Veränderungen: G: Kein Unterschied zur kontralat. Seite:	23 2 19 6 14
Guillamot et al. 2012	50	50	Dual Mobility	14,4 Mo (6- 38 Mo) R: 14,2 Mo	K, R	Sehr gut: volle Gewichtsaufnahme, normaler Gang, Aktivität, Bewegungsradius, schmerzfrei Gut: wie sehr gut + zeitweise steif oder abnormer Gang v.a. nach langer Ruhe oder starker Belastung + NSAID Gabe Befriedigend: ggr. lahm, meist verminderte Gewichtsaufnahme + NSAID Gabe Schlecht: permanent lahm, ständige NSAID Gabe, Explantation, Euthanasie	34 (68%) 10 (20%) 3 (6%) 3 (6%)

Abkürzungen

B	Besitzerauskünfte
BFX	BioMedtrix zementfreie TEP
CFX	BioMedtrix zementierte TEP
G	Ganganalyse
Geschw.	Geschwindigkeit
K	Klinische Untersuchung
kontralat.	Kontralateral
K/Z	Knochen-Zement-Grenze
M	Mechanische Prüfung
Nachus.	Nachuntersuchung
NSAID	Nichtsteroidales Antiphlogistikum
Op	Operationem
PCA	Porous-coated anatomic total hip arthroplasty
P-H	Pathologisch-histologische Untersuchung
R	Radiologische Untersuchung
Spezielle Pfanne	Kohlenstoffaserverstärkte Kunststoffschraubpfanne
Unters.	Untersuchungen
Z/I	Zement-Implantat-Grenze

4. Ergebnisse klinischer und radiologischer Langzeitstudien nach Totalendoprothese des Hüftgelenks

Da sich diese Arbeit mit Spätergebnissen nach zementierter Totalendoprothese beim Hund beschäftigt ist in Tabelle 2 eine Übersicht über Langzeitkontrollen, die eine Mindeststandzeit von fünf Jahren aufweisen, aus der Literatur dargestellt.

Bei der Dissertation von Kerschbaumer (1991) handelte es sich um eine experimentelle Studie. Sechs Hunde erhielten im diesem Rahmen eine Totalendoprothese, wobei sich nach einer Standzeit von fünf Jahren und sechs Monaten zwei Prothesen als aseptisch gelockert erwiesen.

Eine weitere Langzeitstudie stammte aus dem Jahr 1999 und wurde von Marcellin-Little et al. (1999a) mit der zementlosen PCA Prothese durchgeführt. 46 künstliche Hüftgelenke konnten nachkontrolliert werden, wobei die Hüften eine Standzeit von mindestens fünf Jahren aufwiesen. 37 Gelenke zeigten eine normale und neun eine abnormale Funktion. Aufhellungslinien um die Pfanne waren bei 30 Pfannen und bei acht Schäften evident.

Matis und Holz (2004) stellten in ihrer Studie 81 Biomécanique Prothesen mit einer Standzeit von fünf bis 13 Jahren dar. Die Rate der aseptischen Lockerungen betrug 3 %.

Frankel et al. (2004) untersuchten 38 zementierte Totalendoprothesen mit einer Standzeit von 6,2 Jahren und stellten fest, dass 63,2 % der Implantate eine aseptische Lockerung aufwiesen.

In der jüngsten Langzeitstudie mit 160 Tieren ist aus dem Jahr 2008, wiederum von Matis et al., waren drei verschiedene Prothesenmodelle involviert, wobei der Beobachtungszeitraum fünf bis 13 Jahre umfasste. Die Rate der klinischen Beschwerden lag bei 2 %.

Tabelle 2: Ergebnisse klinischer und radiologischer Langzeitstudien nach Totalendoprothese des Hüftgelenks

Autor Jahr	TEP (n)	Modell	Typ	Standzeit	K Rate (%)	K Formen (n) / (%)	Funkt. / Radiolog. Ergebnis
Kerschbaumer 1991 (exp.)	6	Spezielle Pfanne, Aesculap-Schaft	Zementlos Zementiert	mind. 5 a 2 Mo.	50%	As. Lockerung: 2 Luxation: 1	Prothesen fest: 4 Prothesen instabil: 2
Marcellin-Little et al. 1999a	46	PCA	Zementlos	mind. 5 a	8,7 %	Luxation: 3 Osteosarkom: 1	Normale Funktion: 37 Abnormale Funktion: 9
Frankel et al. 2004	38	Richards BioMedtrix	Zementiert	6,2 a	63,2 %	As. Lockerung	Prothesen locker: 24 (63,2%)

Abkürzungen

as.	aseptisch
exp	experimentell
Funkt.	funktionell
K Rate	Komplikationsrate
K Formen	Komplikationsformen
PCA	Porous-coated anatomic total hip arthroplasty
Radiolog	radiologisch
Spezielle Pfanne	Kohlenstoffaserverstärkte Kunststoffschraubpfanne
TEP	Totalendoprothese

5. Komplikationen

Grundsätzlich lassen sich Komplikationen in frühauftretende Komplikationen, z.B. intraoperativ oder zeitnah nach Implantation der Endoprothese, und spätauf tretende Komplikationen einteilen.

5.1. Frühe Komplikationen

5.1.1. Fraktur des Femur

Intraoperativ kann es durch das Vorbereiten des Implantatbettes in der Femurmarkhöhle zu Fissuren oder Frakturen kommen (Olmstead und Hohn 1980, Olmstead et al. 1983). Zu einer derartigen Komplikation kann es bei 2 – 6 % der zementierten Prothesen (DeYoung et al. 1992, Liska 2004) und bei 3 – 28 % zementloser Modelle (Schutzer et al. 1995) kommen.

Postoperative auftretende Frakturen können in Zusammenhang mit Traumata oder durch punktuelle Kraftübertrag auf den femoralen Kortex („stress-shielding“) entstehen.

Die Inzidenz für Frakturen, die in Zusammenhang mit einem Implantat stehen, liegt zwischen 1,5 und 3,5 %. Als prädisponierende Faktoren dafür wurde höheres Patientenalter und Osteopathien, sowie vorangegangene Operationen angegeben (Conzemius und Vandervoort 2005). Die Therapie erfolgt entweder konservativ im Sinne einer Ruhigstellung oder operativ durch Fixierung mittels Platten oder Cerclagen.

5.1.2. Luxation

Luxationen, nach caudoventral oder craniodorsal, werden von einigen Autoren als häufigste Komplikation nach einer Totalendoprothetik des Hüftgelenks beim Hund geführt. Die Häufigkeiten lagen in den Jahren 1980 / 83 bei 10,7 – 17,2 % (Olmstead und Hohn 1980, Olmstead et al. 1983). 1987 gaben diese Autoren bereits eine Rate von nur noch 2,9 % an, woran die gewachsene operative Erfahrung des Chirurgen im Sinne einer korrekten Positionierung der acetabulären Komponente, zu erkennen war (Olmstead 1987). Mit 2,2 % erzielten Matis et al. (1992) und

Holz (2002) mit 1,5 % die niedrigsten Luxationsraten. Falsche Positionierungen von Pfanne und Schaft (Olmstead und Hohn 1980, Dyce 2001), Laxizität des Weichteilgewebes sowie eine schwere Muskelatrophie zählen zu den Gründen, die eine Luxation zeitnah nach der Operation verursachen können. Meist werden die Patienten zusätzlich von ihren Besitzern nicht ausreichend ruhig gehalten. Luxationen die später auftreten, haben zum größten Teil eine traumatische Ursache (Montgomery et al. 1992, Kosfeld 1996). Die Versorgung erfolgt entweder als geschlossene oder offene Reponierung des luxierten Gelenkes. Ferner stehen ein Austausch der Pfanne oder als Ultima Ratio eine Explantation zur Auswahl (Olmstead et al. 1983).

5.1.3. Neurapraxie

Unter einer Neurapraxie versteht man eine Funktionsstörung eines Nerven, die durch übermäßigen Zug oder Druck entsteht. Der Prozentsatz einer Neurapraxie des N. ischiadicus aus der Literatur beträgt 2,2 – 9 % (Olmstead und Hohn 1980, Kosfeld 1996, Holz 2002). Andrews et al. (2008) gab eine Inzidenz von 1,9 % an. Zu einer Schädigung des N. ischiadicus während der Operation kann es nicht nur durch eine mechanische Überbeanspruchung aufgrund von Manipulationen während der Operation, sondern auch durch die exotherme Reaktion des Knochenzementes, die dieser beim Aushärten ins umliegende Gewebe abgibt, kommen (Olmstead et al. 1983, Massat und Vasseur 1994). Das klinische Bild der betroffenen Hunde zeigt eine verminderte Propiozeption, sowie einen verminderten Flexorreflex. Die selbstständige Erholung des Nervs kann bis zu knapp vier Monate in Anspruch nehmen (Massat und Vasseur 1994).

5.1.4. Prothesenbruch

Prothesenbrüche kommen beim Hund selten vor. Der Prozentsatz bewegt sich zwischen 0,6 – 3,4 % (Perslow 2001, Gervers et al. 2002, Yates et al. 2010). Als Ursachen hierfür sind Materialfehler der Implantate, falsche Prothesengrößen, sowie Ermüdungserscheinung des Materials zu nennen (Gervers et al. 2002).

5.1.5. Thromboembolie

Beim Einbringen des Knochenzements und des Prothesenschafts in die vorbereitete Femurmarkhöhle kommt es zu einer intramedullären Druckerhöhung. Knochenmarksteilchen, Fettzellen, Koagel, Luft oder kleine Zementteilchen können in das venöse System abgeführt werden und nach der Passage des rechten Herzens in der Lunge zum Verschluss von Gefäßen führen (Reindl 1995, Reindl und Matis 1998, Liska 2001, Conzemius und Vandervoort 2005). Als Todesursache in Verbindung mit Implantation eines künstlichen Hüftgelenks kommt die Thromboembolie beim Hund selten vor. Zwei Studien belegten vier Todesfälle aufgrund von Thromboembolie aus insgesamt 375 Hunden (Otto und Matis 1994, Reindl 1995).

5.2. Späte Komplikationen

5.2.1. Aseptische Lockerung

Die aseptische Lockerung des künstlichen Hüftgelenks zählt zu den wichtigsten Langzeitkomplikationen beim Hund und weist eine Häufigkeitsrate von 1,5 – 63,2 % auf (Edwards et al. 1997, Skurla und James 2005). Das Acetabulum ist dabei häufiger betroffen als der Schaft (Olmstead et al. 1983, Parker et al. 1984a).

Als Ursachen kommen mechanische und biologische Faktoren in Frage. Einer aseptischen Lockerung der Pfanne, die ein paar Monate nach Implantation auftritt, liegen mechanische Ursachen an der Knochen-Zement- oder Zement-Prothesengrenzfläche zugrunde. Gründe hierfür können ein ungenügend vorbereitetes Knochenbett oder eine schlechte Positionierung der künstlichen Pfanne sein.

Eine Lockerung der Pfanne, die Jahre nach der Implantation zustande kommt, hat sekundäre biologische Gründe. Es entstehen im Gelenk Abriebpartikel der Polyäthylenpfanne. Diese dringen in die Grenzfläche zwischen Knochen und Zement ein und sorgen damit für eine Aktivierung von Makrophagen. Durch diese hervorgerufene Entzündungsreaktion und dadurch freigesetzte Entzündungsmediatoren kommt es zur Osteolyse am angrenzenden Knochen (Kosfeld 1996).

Am Schaft ist die Ursache für eine Lockerung mechanisch bedingt. Es treten Relativbewegungen zwischen der Prothese und dem Zement auf, was auch als Debonding bezeichnet wird. Durch ausgeprägtes Debonding kommt es wiederum zu Mikrobewegungen und damit zur Entstehung von Abriebpartikeln aus Zement oder Metall. Dadurch wird eine Entzündungsreaktion hervorgerufen. Teil dieser Reaktion sind wiederum Enzyme und Entzündungsmediatoren, die ihrerseits eine Knochenresorption vom umliegenden Knochen auslösen (Holz 2002).

Unabhängig von der Ursache einer aseptischen Lockerung kommt es schlussendlich zur sogenannten Teilchenkrankheit an der Knochen-Zement-Grenzfläche und das Implantat ist nicht mehr fest im Knochen verankert. Typischerweise findet sich eine bindegewebige Membran mit Abriebpartikeln zwischen Knochen und Zement (Montgomery et al.1992, Tanyol 2011).

In weiterer Folge der Teilchenkrankheit, können sich durch Austritt von Partikeln ins umliegende Gewebe Fremdkörpergranulome entwickeln (Palmisano et al. 2003).

5.2.2. Septische Lockerung

Die Infektion stellt die schwerste Komplikation in der Endoprothetik dar. Die Inzidenz reicht von 0,5 bis 8,3 % (Gutbrod und Festl 1995, Iwata et al. 2008). Prädisponierende Faktoren sind eine lange Operationsdauer (Ireifej et al. 2011b), sowie vorangegangene Operationen (Olmstead et al. 1983). Für Revisionsoperationen liegt die Häufigkeit bei 25,8 %, während sie für Ersteingriffe 4,7 % beträgt (Kosfeld 1996). Das Mittel der Wahl stellt bei einer infizierten Prothese die Explantation der Implantate dar.

5.2.3. Ektopische Ossifikation

Die ektopische Ossifikation stellt eine Kalzifizierung von Weichteilgeweben dar, die unabhängig von Periost geschieht. Es gibt zwei Theorien zum Entstehungsmechanismus. Knochenmarkszellen werden intraoperativ ins Weichteilgewebe eingebracht oder Knochenvorläuferzellen im Bindegewebe werden durch äußere Reize zur Differenzierung angeregt (Sell et al. 2000). Kosfeld (1996) stellte eine Inzidenz von 6,3% ektopischen Ossifikationen fest. Sie benötigen beim Hund in der Regel keinerlei Therapie und stellen sich als klinisch unproblematisch dar (Holz 2002).

5.2.4. Osteosarkom

Das Osteosarkom stellt eine seltene Spätkomplikation dar und kann durch eine chronische Entzündung begünstigt werden. In einer Studie von Marcellin-Little et al. (1999a) entwickelte ein Hund nach einer Standzeit von fünf Jahren ein Osteosarkom distal der Schaftspitze. Vorberichtlich erlitt dieser Hund nach Einsatz der PCA Prothese an dieser Stelle einen Knocheninfarkt. Es gibt in der Literatur wenige Berichte über das Auftreten eines Knocheninfarkts und die spätere Entwicklung von Osteosarkomen (Marcellin-Little et al. 1999b).

5.3. Komplikationen nach Totalendoprothese des Hüftgelenks

Die Angaben zum Auftreten von Komplikationen gehen weit auseinander, und finden sich in Tabelle 3 zusammengefasst. Olmstead und Hohn (1980) erreichten eine Komplikationsrate bei der Richards Prothese von 28 %, mit der sie Luxationen (10,7 %) relativ häufig in Kauf nehmen mussten. DeYoung et al. (1992) erreichten mit der PCA Prothese eine Komplikationsrate von 6 %. Bardet (2004) verzeichnete bei der Verwendung von Biomécanique- und Porte Prothesen eine Häufigkeit von 19 %, wobei hier die Luxation und die aseptische Implantatlockerung die Hauptursachen darstellten.

In einer post-mortem Studie von Skurla und James (2005) wurden 38 Richards und BioMedtrix Pfannen postmortal einer Prüfung auf mechanische Stabilität unterzogen. Mehr als die Hälfte, 52,6 % der Implantate waren locker und 15,8 % wurden als grenzwertig bezüglich ihrer Stabilität bewertet. Analog prüften Skurla et al. (2005) die dazugehörigen 38 Schäfte und zeigte, dass 63,2 % aseptisch gelockert waren. Mit einer Studie über die BioMedtrix Micro Prothese erreicht Liska (2010) eine Komplikationsrate von 18 %, wobei wiederum als häufigste Form die Luxation auftrat.

Tabelle 3: Komplikationen nach Totalendoprothese des Hüftgelenks

Autor Jahr	H TEP (n)	K (%) (n)	Modell	Lux. (n) (%)	As. Lo. Pfanne/Schaft (n)	Infektion Pfanne/Schaft (n)	Fraktur Fem. (n) (%)	Neurapr. (n)	Bruch (n) (%)	Sonstiges
Leighton 1979	9	11%	Richards			1/-				
Olmstead, Hohn 1980	85 103	28% 23	Richards	11 10,7%	1/-	7	4	4		1 Implantat verbogen
Konde et al. 1982	72 86	15,2%	Richards	12	2/-	6				
Olmstead, Hohn, Turner 1983	190 221	20,3%	Richards	38	8/-	17	7	5		75 K/46 TEP
Parker et al. 1984b	20 23	30,4%	Richards		3/-	2		2		
Olmstead 1987 1. Studie	221	20,3%	Richards	38	8/-	17	7	5		75 K/46 TEP
Olmstead 1987 2. Studie	174	6,3%	Richards	5	5/4	2				13 K/11 TEP

Autor Jahr	H TEP (n)	K (%) (n)	Modell	Lux. (n) (%)	As. Lo. Pfanne/ Schaft (n)	Infektion Pfanne/ Schaft (n)	Fraktur Fem. (n) (%)	Neurapr. (n)	Bruch (n) (%)	Sonstiges
Bardet, Matis 1990	90 100	21%	Richards	4	4/-	5	3	1	2 2%	Embolie 2
Kerschbaume r 1991	6 6	50%	Spezielle Pfanne Aesculap Schaft	1	1/2				3 Pfanne	
DeYoung et al. 1992	92 100	6%	PCA	1			2			
Matis et al. 1992	154 181	12%	Richards	4 2,2%	2/-	2 1,1%	5 5%	3	2 1,1%	Embolie 4
Massat, Vasseur 1994	84 96	9,5%	Richards, Bioméc.	1	3/-		3	3		11 K/11 TEP
Bardet, Letournel 1995	205 220	10,2%	Bioméc.	6	5/1	2	4			
Gutbrod, Festl 1995	162 199	8% 16	Aesculap	5 2,5%	8/- 4%	1 0,5%	1 0,5%			Osteolyse 1
Olmstead 1995a	51 52	3,8% 2	Richards BioMedtrix	1						Hämatom im Becken 1

Autor Jahr	H TEP (n)	K (%) (n)	Modell	Lux. (n) (%)	As. Lo. Pfanne/ Schaft (n)	Infektion Pfanne/ Schaft (n)	Fraktur Fem. (n) (%)	Neurapr. (n)	Bruch (n) (%)	Sonstiges
Kosfeld 1996	207 258	20,2%	Richards, Bioméc.	7	8/9	5 1,9%	6	5	3 1,2%	
Marcellin- Little et al. 1999a	37 46	8,7%	PCA	3 6,5%						Osteosark om 1
Olmstead 2001 1. Studie	307	10,1%	BioMedtrix zementiert	16	1/5	3	2	2		Lahmheit 2 31 K/307 TEP
Olmstead 2001 2. Studie	257	7,8%	BioMedtrix zementiert	12	2/1	3	2			20 K/257 TEP
Holz 2002	479	10,9% 48	Biomec.	7 1,5%	19	8	4	4		
Perslow et al. 2002	136 154	18,2%	Richards	8	7	5 3,2%	1	3	1 Pfanne 0,6%	28 K/154 TEP
Gervers et al. 2002	123 145	29%	Bioméc., Theiss, Aesculap, Richards, Synthes	10	13/6	3	5		5 Schaft	53 K/145 TEP
Warnock et al. 2003	17 18	22% 4	BioMedtrix Miniature	2	1/1					4 K/18 TEP

Autor Jahr	H TEP (n)	K (%) (n)	Modell	Lux. (n) (%)	As. Lo. Pfanne/ Schaft (n)	Infektion Pfanne/ Schaft (n)	Fraktur Fem. (n) (%)	Neurapr. (n)	Bruch (n) (%)	Sonstiges
Matis, Holz 2004	546 686	7,6%	Bioméc.	1,6%	1,8%/ 1,4%	1,2%	0,7%	0,7%		Patellaluxa tion 0,1% Quadrizep skontraktur 0,1%
Bardet 2004	335 379	19% 72 B:61 P:11	277 Bioméc. 102 Porte	B:5 P:3	B:12/3 P:1/1	B:2 0,7%	B:5 P:3			Sonstige K: B:34 P:3
Skurla, James 2005	29 38	52,6%	Richards, BioMedtrix CFX		20/-					
Skurla et al. 2005	29 38	63,2%	Richards, BioMedtrix CFX		-/24					
Bergh et al. 2006	97 108	14/97	BioMedtrix CFX	11,8%	5	4	1	1		
Matis et al. 2008	908 714	12%	Richards, Bioméc., Porte	R:2,7% B+P: 2,1%	R:3,5% B+P: 3,1%	R:1,9% B+P:1,3 %	R:2,3% B+P: 1,2%		R:1% Schaft	Embolie R: 1,6% B+P: 0%

Autor Jahr	H TEP (n)	K (%) (n)	Modell	Lux. (n) (%)	As. Lo. Pfanne/ Schaft (n)	Infektion Pfanne/ Schaft (n)	Fraktur Fem. (n) (%)	Neurapr. (n)	Bruch (n) (%)	Sonstiges
Hach, Delfs 2009	39 40	22,5%	Helica		4/1		1 Fissur 1 Fraktur	1		
Matis 2009	52 64	7,5 %	Bioméc. Porte	2,5 %	3,7%					Patellaluxa tion 1,3%
Liska 2010	55 66	18% 12	BioMedtrix Micro	9	1/-			1		
Gemmill et al. 2010	71 78	5% 4	Hybrid BioMedtrix	1	-/1		1		1 Schaft	
Marino et al. 2011	43 49	12%	BioMedtrix Micro	5 10%			1 2%			
Guillamot et al. 2012	50	18%	Dual Mobility		2/-	3	2	1		Fraktur Acetabulu m 2

III. MATERIAL UND METHODEN

1. Studiendesign

Diese Arbeit entstand im Rahmen einer Kooperation zwischen der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik und der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München. In den Jahren 1983 bis 2011 wurden an der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München ungefähr 1500 Endoprothesen von ein und derselben Chirurgin implantiert. Das Archiv der Röntgenbilder beherbergte Patientenakten ab dem Jahr 1988. Somit stand für diese retrospektive Arbeit ein Zeitraum von 26 Jahren, vom Jahr 1988 bis zum Jahr 2014 zur Verfügung. Als Kriterium zum Einschluss in diese Langzeitstudie wurde eine Mindeststandzeit des Hüftgelenkersatzes von fünf Jahren festgesetzt. Zur Auswertung der Röntgenbilder wurden die Programme Osirix (OsiriX Imaging Software, Los Angeles, USA) und Endomap (Both Siemens, Medical Solutions, Erlangen, Deutschland) herangezogen.

2. Patientendaten

Die Daten zu den Patienten, die Krankengeschichten und Operationsberichte waren zum größten Teil in digitalisierter Form vorhanden und konnten mit dem Softwareprogramm der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik ermittelt werden. Fehlende Informationen sind aus den handschriftlichen Archiven entnommen worden, wobei fehlende Angaben in Kauf genommen werden mussten.

Die Angaben zu den Patienten und ihren künstlichen Hüftgelenken umfassten: Anzahl der Hunde, Anzahl der Totalendoprothesen, Anzahl der einseitig- und beidseitig operierten Hunde, Anzahl der rechts- und linksseitigen künstlichen Hüften, Rasse-, Geschlechts- und Gewichtsverteilung, Standzeit der künstlichen Hüftgelenke, verwendete Prothesenmodelle, Indikation und Altersverteilung bei der Erstimplantation, Indikation und Altersverteilung beim Ersatz des

kontralateralen Hüftgelenks, Angaben zur klinischen Vor- und Nachuntersuchung, aufgetretene Komplikationen und Anzahl der Patienten mit zusätzlicher Operation aufgrund einer orthopädischen Problematik.

3. Angaben zu den Röntgenbildern

Für jeden Patienten mussten neben der geforderten Standzeit prä- und postoperative Röntgenaufnahmen der Hüfte in den Projektionen ventrodorsal (vd) und laterolateral (ll) zur Verfügung stehen, um die Einschlusskriterien zu erfüllen. Die präoperativen Aufnahmen waren zeitnah vor der Operation angefertigt worden. Die postoperativen Bilder stammten vom Tag der Operation bzw. aus dem Jahr der Operation sowie zumindest fünf Jahre nach Implantation des künstlichen Hüftgelenks. Von den meisten Hunden lagen zusätzliche Röntgenbilder vor, die aufgrund von Verlaufskontrollen angefertigt wurden. Der Großteil der Röntgenbilder war in analoger Form vorhanden. Sie wurden mittels Scanner (Epson Expression 10000XL, SEIKO Epson Corporation, Japan) digitalisiert, wobei für die Auflösung 1200 dpi und das Format jpeg gewählt wurde. Anschließend wurden die eingescannten Bilder skaliert und in das Dicom-Format umgewandelt. Ein kleinerer Teil der Bilder stand in digitaler Form zur Verfügung. Die Beurteilung und Auswertung der Röntgenbilder erfolgte mit den Programmen Osirix (OsiriX v.4.1 32-bit, OsiriX Imaging Software, Los Angeles, USA) und Endomap (Both Siemens, Medical Solutions, Erlangen, Deutschland).

4. Komplikationen und Revisionsoperationen

Unterschieden wurden Kurzzeit- und Langzeitkomplikationen. Zu den Kurzzeitkomplikationen zählten Femurfrakturen, sowie Luxationen, die kurz nach der Operation aufgetreten waren. Als klassische Langzeitkomplikationen zählten die aseptisch Lockerung und das Osteosarkom. Ergebnisse, Therapie, sowie mögliche

Revisionsoperationen als auch Explantationen wurden zu den jeweiligen Komplikationen angegeben.

5. Radiologische Beurteilung

5.1. Radiologische Beurteilung der Pfanne

5.1.1. Postoperative Beurteilung der Pfanne

Postoperativ wurden an der Pfanne folgende Parameter bestimmt:

Position der Pfanne,

Winkel der Ante- oder Retroversion,

Winkel des lateralen Öffnungsgrades,

Aufhellungslinien an der Knochen-Zement- und Zement-Prothesen-Grenze,

Austritt von Zement in die Beckenhöhle.

Die Position der Pfanne in der Sagittalebene wird bestimmt, indem man den Pfannendraht als Indikator heranzieht. Um die künstliche Polyäthylenpfanne ist ein feiner Markierungsdraht gewunden. Dieser ist im Gegensatz zum Polyäthylen auf dem Röntgenbild sichtbar und wird als Hilfsmittel zur Bestimmung der Pfannenposition verwendet. Die Position der acetabulären Komponente kann sich neutral, ventral offen oder dorsal offen darstellen (Konde et al. 1982). Man beurteilt sie sowohl in der vd- als auch in der II-Projektion. Eine Pfanne war nach ventral offen, wenn sich ihr Draht in der vd-Projektion kreisrund darstellte und zusätzlich in der II-Projektion schmal oval präsentierte. Eine Pfanne war nach dorsal geöffnet, wenn sie sich in der vd-Projektion schmal oval projizierte und zusätzlich in der II-Projektion kreisrund war. Neutral war die Pfanne, wenn sie sowohl in vd- als auch in der II-Projektion eine ovale Form aufwies, wie Abbildung 1 zeigt.

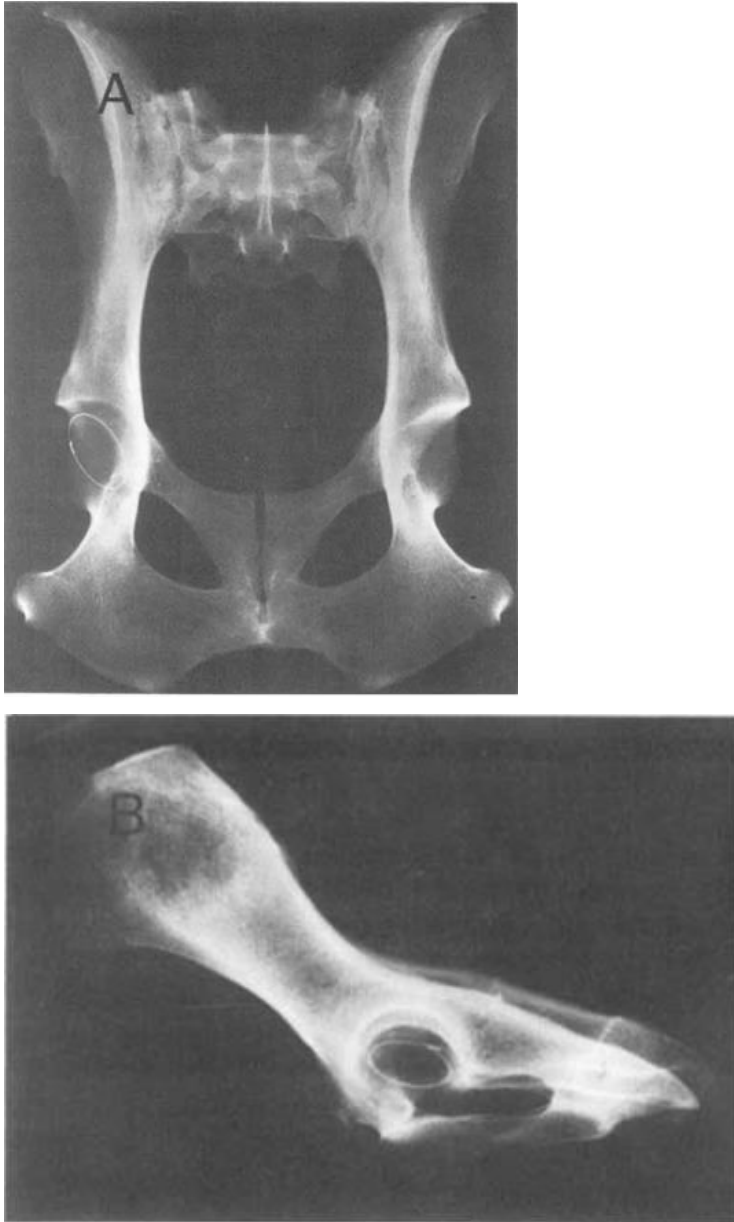


Abbildung 1: Konde et al. (1982)

A: Der Pfannendraht stellt sich in der vd-Projektion oval dar

B: Der Pfannendraht stellt sich in der II-Projektion oval dar

Die Bestimmung des Winkels der Ante- oder Retroversion in der Transversalebene erfolgte nach Konde et al. (1982) und Kosfeld (1996) auf der vd-Aufnahme. Die Abbildung 2 veranschaulicht die einzelnen Schritte. Eine Referenzlinie wird durch die cranialsten Punkte der Foramina obturatoria gelegt. Auf diese Referenzlinie fällt man ein Lot. Daraufhin bestimmt man den am weitesten dorsal und ventral gelegenen Punkt des Pfannendrahtes. Verbindet man diese zwei Punkte erhält man

die Längsachse des Pfannendrahtes. Der Winkel zwischen Längsachse des Pfannendrahtes und Referenzlinie wird ausgemessen. Dieser gemessene Winkel, subtrahiert von 90° ergibt den Winkel der Ante- oder Retroversion der Pfanne. Weist der Winkel 90° auf, so ist die Pfanne in einer neutralen Position. Misst er weniger als 90° so handelt es sich um eine retrovertierte Pfanne und ist er größer als 90° befindet sich die Pfanne in einer antevertierten Position. Eine korrekt implantierte Pfanne weist eine neutrale Position oder eine Retroversion bis 20° auf.

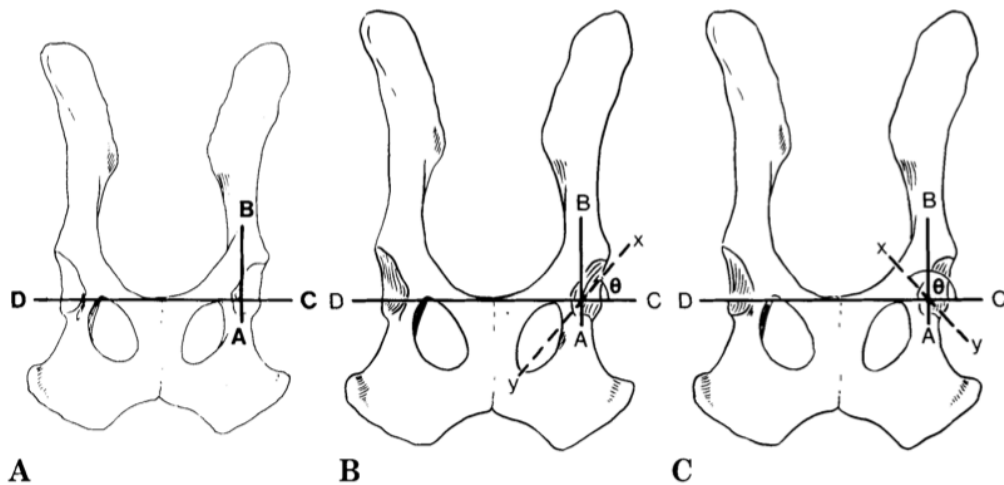


Abbildung 2: Ante- bzw. Retroversion der Pfanne (Konde et al. 1982)

Strecke AB: Lot auf die Referenzlinie, Strecke CD: Referenzlinie durch die cranialsten Punkte der Foramina obturatoria, Strecke xy: Längsachse des Pfannendrahts, θ : Winkel der Ante- bzw. Retroversion

A: Die Längsachse des Pfannendrahts steht im 90° Winkel auf der Referenzlinie; die Pfanne befindet sich in neutraler Position

B: Die Längsachse des Pfannendrahtes (Strecke xy) ergibt einen kleineren Winkel als 90° ; die Pfanne ist retrovertiert

C: Die Längsachse des Pfannendrahtes (Strecke xy) ergibt einen größeren Winkel als 90° ; die Pfanne ist antevertiert.

Der Winkel des lateralen Öffnungsgrades wurde nach Dyce et al. 2001 berechnet. Dafür wird eine Ellipse über den Pfannendraht gelegt und die Strecke der Längsachse des Pfannendrahtes ausgemessen. Die Längsachse wird in ihrer Mitte von der kurzen Achse, die auf ihr senkrecht

steht halbiert. Die Länge der kurzen Achse wird ebenfalls ausgemessen. Anhand der Formel $\theta = \cos^{-1} a/b$ erhält man den lateralen Öffnungswinkel. Abbildung 3 veranschaulicht die Berechnung des Winkels. Optimalerweise sollte der Winkel zwischen 35 – 55° betragen.

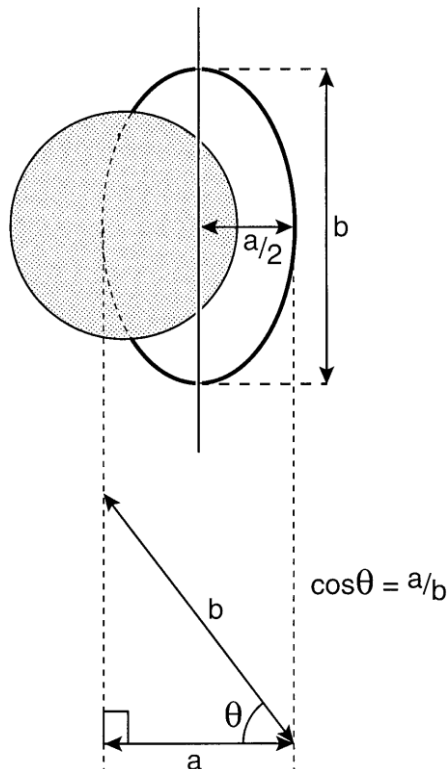


Abbildung 3: Berechnung des lateralen Öffnungswinkels (Dyce et al. 2001)

Grauer Kreis: Prothesenkopf

Weisse Ellipse: Ellipse um den Pfannendraht

Bei der Vorbereitung des Pfannenbettes wurden bei einigen Patienten Verankerungslöcher in den Beckenknochen gebohrt. Dabei war es möglich, dass die innere Beckenkortikalis perforiert wurde. Somit kam es zum Austritt von Zement in die Beckenhöhle. Gelegentlich wurde in einem derartigen Fall ein Metallnetz in das Pfannenbett eingelegt, um weiteren Austritt von Zement zu verhindern. Lag Austritt von Zement in die

Beckenhöhle vor, wurde dessen Ausdehnung auf der vd-Aufnahme gemessen.

5.1.2. Grenzflächen des Pfannenimplantats

Für die radiologische Beurteilung erfolgte die Einteilung der Pfanne in drei Zonen, nach DeLee und Charnley aus dem Jahr 1976, wie die Abbildung 4 veranschaulicht.

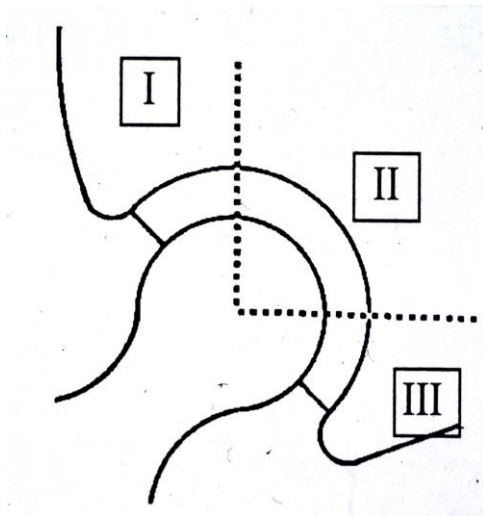


Abbildung 4: Einteilung der Pfanne nach DeLee und Charnley (1976)

Sowohl die Knochen-Zement- als auch die Zement-Prothesen-Grenze wurden beurteilt. Eine Aufhellungslinie, die sich breiter als 1 mm darstellte und mit der Zeit an Breite zunahm, also eine Progredienz aufwies, wurde als verdächtig für den Vorgang der aseptischen Lockerung beurteilt. Linien, die kleiner 1 mm maßen und sich im Verlauf unverändert zeigten, wurden als normal angesehen (Konde et al. 1982).

5.1.3. Verhalten der Pfanne im Verlauf

Das Verhalten der Pfanne im Verlauf der Zeit wurde nach folgenden Kriterien beurteilt: Lokalisation und Zunahme von Aufhellungslinien an Knochen-Zement- und Zement-Prothesen-Grenze, Hinweise auf Migration und Hinweise auf Infektion.

5.2. Schaft

5.2.1. Postoperative Beurteilung des Schafts

Postoperativ wurden am Schaft folgende Parameter bestimmt:

Position des Schaftes,

Sitz des Prothesenkragens,

horizontales Offset,

Aufhellungslinien an der Knochen-Zement- und Zement-Prothesen-Grenze,

Zementfüllung der Femurmarkhöhle,

Beschaffenheit des Zementmantels um die Schaftprothese und die Dicke der medialen und lateralen Kortikalis.

Die Position der Schaftkomponente wurde in der ventrodorsalen Projektion bestimmt und teilt sich in neutral, varus und valgus ein. Eine neutrale Position bedeutet, dass der Schaft in der Mitte der Femurmarkhöhle zu liegen kommt. Eine Varus-Stellung liegt vor, wenn die Spitze des Prothesenschafts nahe an der lateralen Femurkortikalis liegt, oder diese sogar berührt. Eine Valgus-Stellung dagegen heisst, dass die Spitze des Schafts nahe an der medialen Femurkortikalis zu liegen kommt, oder diese berührt (Kosfeld 1996).

Der Prothesenkragen wurde anhand der medialen knöchernen Auflage folgendermaßen beurteilt: dem Knochen eng anliegend oder freischwebend bzw. teils mit Zement unterfüttert. Wünschenswert ist eine Auflage des Prothesenkragens auf dem Calcar femoris (Kosfeld 1996).

Die Zementfüllung des Femurschaftes wurde in der II-Projektion beurteilt. Dabei wurde die Strecke zwischen dem Ende der Prothesenspitze bis zum distalen Ende der Zementfüllung gemessen. Eine Schaftfüllung von 10 bis 30 mm wurde als ideal angesehen (Kosfeld 1996).

Für die qualitative Beurteilung des Zementmantels um den Prothesenschaft diente die Einteilung von Frankel et al. (2004):

Sehr gut (1): „weiss“ zwischen Prothesenschaft und Femurkortikalis; keine Luftblasen innerhalb von 1 cm des Implantats.

Gut (2): Aufhellungslinie am Knochen-Zement-Interface < 0,25 mm breit; keine Luftblasen größer als 1/3 des Femurdurchmessers innerhalb von 1

cm des Implantats; keine Luftblasen mit Kontakt zum Implantat; weniger als 5 Luftblasen kleiner als $\frac{1}{3}$ des Femurdurchmessers.

Befriedigend (3): Aufhellungslinie am Knochen-Zement-Interface $> 0,25$ mm und $< 1,0$ mm breit; keine Luftblasen größer als $\frac{1}{3}$ des Femurdurchmessers innerhalb von 1 cm des Implantats; keine Luftblasen mit Kontakt zum Implantat; weniger als 5 Luftblasen kleiner als $\frac{1}{3}$ des Femurdurchmessers innerhalb von 1 cm des Implantats.

Unbefriedigend (4): Aufhellungslinie am Knochen-Zement-Interface $> 1,0$ cm breit; Luftblase(n) größer als $\frac{1}{3}$ des Femurdurchmessers innerhalb von 1 cm des Implantats; Luftblase(n) mit Kontakt zum Implantat; Aufhellungslinie am Zement-Prothesen-Interface; mehr als 5 Luftblasen innerhalb von 1 cm des Implantats.

Die Dicke der Femurkortikalis wurde auf Höhe der Prothesenschaftspitze medial und lateral bestimmt.

Das horizontale Offset (Abbildung 5) ist definiert als die Länge der Strecke zwischen der Schaftachse des Femur und dem Mittelpunkt des Femurkopfes (Schmidutz et al. 2012).

Da jedoch durch das Ausfräsen des Pfannenbettes die künstliche Pfanne weiter medial zu liegen kommt, wurde das horizontale Offset bis zur medialen Kompakta des Beckenknochens definiert. Dazu wurde die Schaftachse des Femurs, der Mittelpunkt des Femurkopfes und die mediale Kompakta des Beckenknochens bestimmt. Anschließend wurde die Länge der Strecke zwischen der Schaftachse des Femur und der medialen Kompakta gemessen. Referenzwerte waren hier beim Hund aus der Literatur bisher noch nicht bekannt. Zur Bestimmung des horizontalen Offsets wurde bei jedem Patienten das Röntgenbild mit der besten Lagerung des Hundes herangezogen.

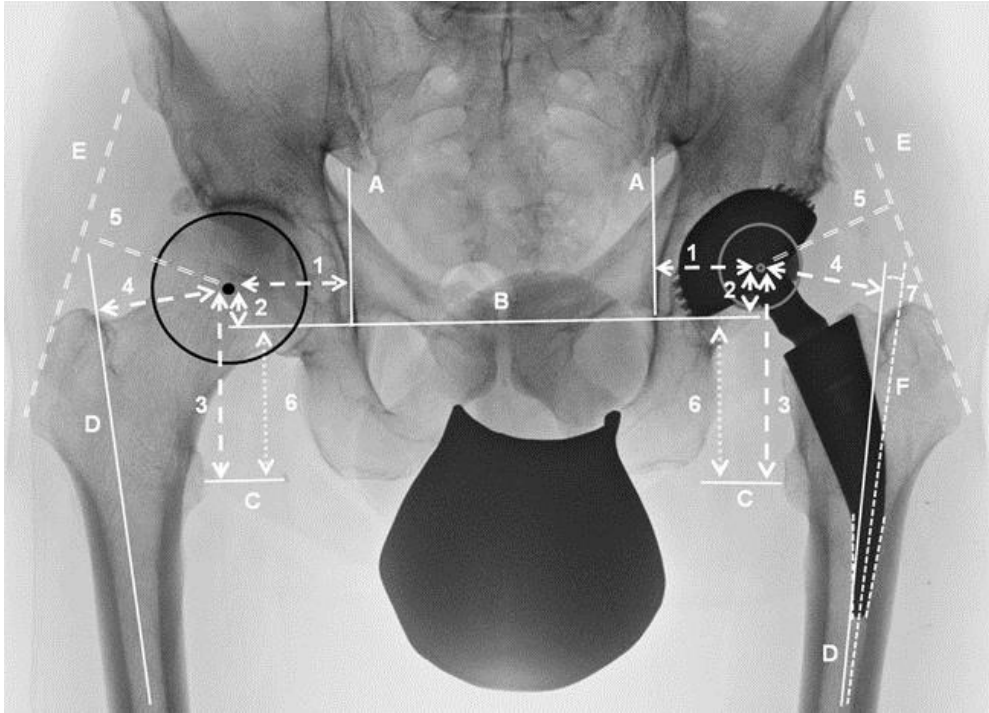


Abbildung 5: Messung des horizontalen Offsets (Schmidutz et al. 2012)

1: Horizontales Hüftrotationszentrum, 2: Vertikales Hüftrotationszentrum, 3: Vertikales Femuroffset, 4: Horizontales Femuroffset, 5: Abduktor-Hebelarm, 6: Beinlänge, 7: Stamm-Schaft-Winkel, A: Vertikale Tränenlinie, B: Horizontale Tränenlinie, C: Mittellinie Trochanter minor, D: Schaftachse des Femur, E: Tangentiale zum Trochanter, F: Stammachse

5.2.2. Grenzflächen des Schaftimplantats

Der Schaft wurde zur Auswertung nach Gruen et al. (1979) in sieben Zonen eingeteilt, wie in Abbildung 6 zu sehen ist.

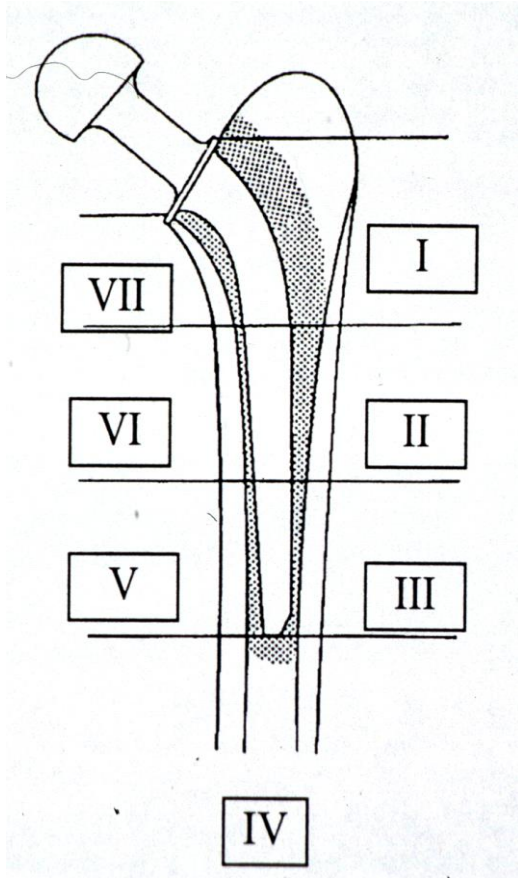


Abbildung 6: Einteilung des Schafts nach Gruen et al. (1979)

Die Grenzflächen des Schaftes an Knochen-Zement und Zement-Prothese wurden analog zur Pfanne beurteilt. Eine Aufhellungslinie, die breiter als 1 mm war und sich mit der Zeit verbreiterte, wurde als verdächtig für den Vorgang der aseptischen Lockerung beurteilt. Linien, die kleiner 1 mm maßen und sich im Verlauf unverändert zeigten, wurden als normal angesehen (Konde et al. 1982).

5.2.3. Verhalten des Schafts im Verlauf

Im Verlauf der Beurteilung der Schaftprothese wurde auf folgende Punkte Wert gelegt:

Aufhellungslinien an der Knochen-Zement- und Zement-Prothesen-Grenze,

Hinweis auf Migration,

Hinweis auf Infektion,

Kortikalishypertrophie (mehr als 1 Jahr post operationem),

Periostale Reaktion (bis zu 1 Jahr post operationem),
Zementbrüche,
ektopische Ossifikation,
auf dem Röntgenbild sichtbare Muskelatrophie im Vergleich zur
kontralateralen Seite.

War eine Dickenzunahme von Kompakta und Periost innerhalb eines
Jahres nach der Operation vorhanden, sprach man von einer periostalen
Reaktion. Stellten sich Kompakta und Periost nach mehr als einem Jahr
dicker dar, so handelte es sich um eine Kortikalishypertrophie.

5.3. Radiologische Kriterien für eine aseptische Prothesenlockerung

Folgende Kriterien galten als Hinweis auf eine aseptische
Implantatlockerung: progrediente Aufhellungslinien an der Knochen-
Zement-Grenze, bzw. progrediente Aufhellungslinien an der Zement-
Prothesen-Grenze, starke asymmetrische Reaktion der Femurkortikalis
auf Höhe der Prothesenspitze (vd-Aufnahme) und das Vorliegen einer
Schaftsinterung, auch als Subsidence bezeichnet.

Bei Hüften, bei denen eine aseptische Lockerung vorlag, respektive die
sich sehr verdächtig für einen solchen Prozess darstellten, wurde die
Schaftsinterung, also das Absinken des Prothesenschaftes gemessen. Die
Messung der Subsidence erfolgte in einer an den Hund angepassten
Form, wie sie aus der Humanmedizin als EBRA-FCA Analyse bekannt ist
(Graf, 2012). Da allerdings der Hund im Gegensatz zum Menschen nie
plan und mit einer Hüftstreckung von 180° für die ventrodorsale
Röntgenaufnahme zu liegen kommt, ist bei der Interpretation der
Ergebnisse Vorsicht geboten, da durch die Kippung des Beckens die
Messwerte verfälscht sein können. Für die Messung wurde auf der
postoperativen Aufnahme die Schaftachse des Femur, der Durchmesser
des Prothesenkopfes, eine Hilfslinie, die im 90° Winkel zur Schaftachse
steht und den Prothesenschulter schneidet, sowie eine weitere Hilfslinie
die im 90° Winkel zur Schaftachse steht und den höchsten Punkt des
Trochanter major schneidet bestimmt. Anschließend wurde die Länge der
Strecke zwischen den zwei Strecken ausgemessen (Abbildung 7). Der

gleiche Vorgang erfolgte auf der für eine aseptische Lockerung verdächtigen Aufnahme und die Längen der Strecken wurden miteinander verglichen. War die Strecke gleichlang, lag kein Einsinken des Prothesenschaftes vor. War sie jedoch größer, konnte ein Absinken des Schaftes vermutet werden.

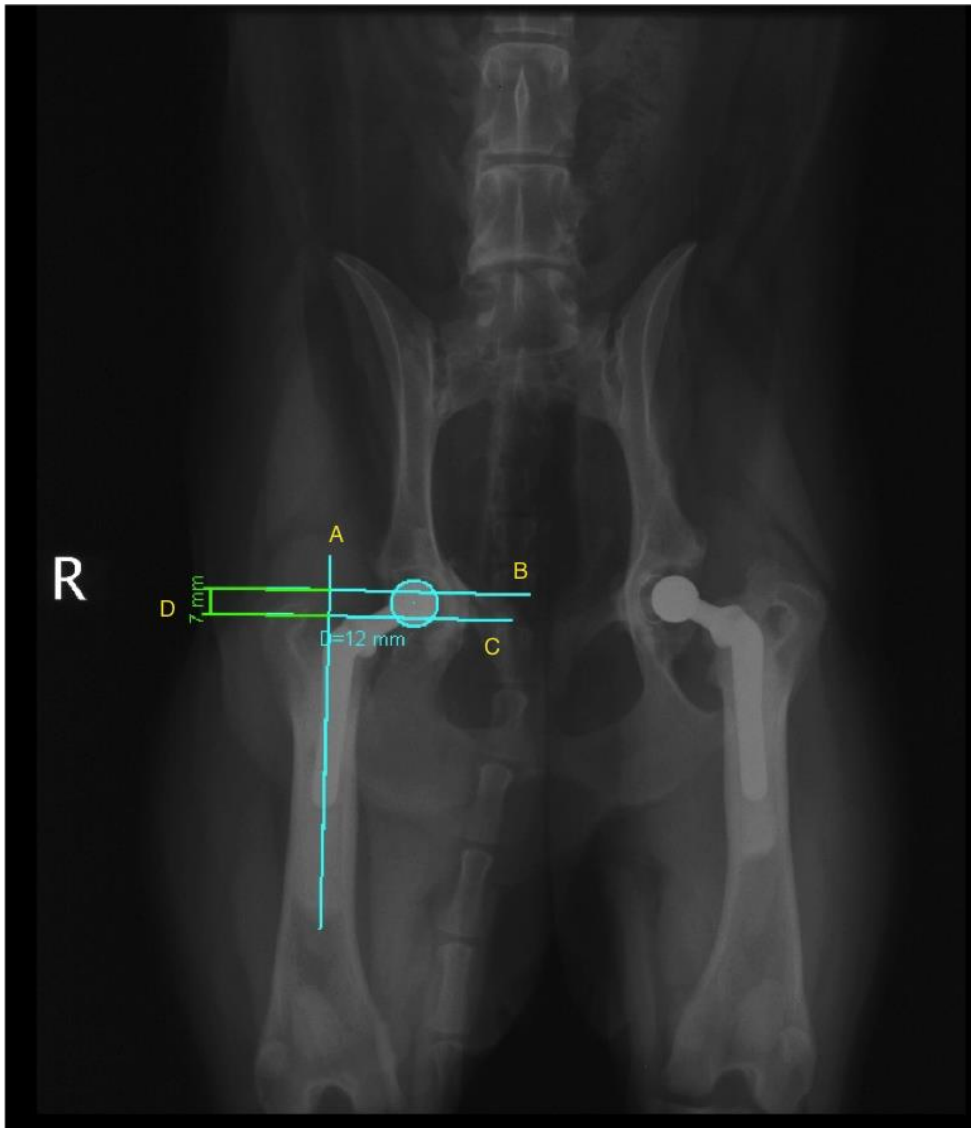


Abbildung 7: Messung der Schaftsinterung (Subsidence)

A: Schaftachse des Femur, B: Hilfslinie, die den höchsten Punkt des Trochanter major schneidet, C: Hilfslinie, die Prothesenschulter schneidet, D: Messstrecke

6. Funktionelles Ergebnis

Für das funktionelles Ergebnis wurden die Angaben über die klinischen Befunde aus den Patientenakten herangezogen. Dabei wurde besonderer Augenmerk auf Lahmheit und Muskelatrophie der operierten Gliedmaße gelegt. Aufgrund des langen Erhebungszeitraumes von 26 Jahren stellten sich diese Angaben zu den Nachuntersuchung jedoch als unvollständig dar. Es wurden deshalb auch Vergleichsbeurteilungen der Muskulatur beider Oberschenkel im Röntgenbild herangezogen.

7. Datenanalyse (Statistik)

Für die statistische Datenanalyse kam eine binär logistische Regressionsanalyse zur Verwendung. Ferner wurde mittels der Pearson Korrelation die Abhängigkeit der Variablen überprüft, um eine Verfälschung der Modelle auszuschließen. Die statistische Signifikanz wurde mit $p < 0,05$ festgesetzt. Zudem wurde eine deskriptive Standardstatistik erstellt. Die Auswertung umfasste die Modelle Femurfraktur, Luxation der Prothese sowie die aseptische Prothesenlockerung.

Die Parameter Zementfüllung der Femurmarkhöhle, das Auftreten von Zementbrüchen und das Vorliegen von aseptischen Lockerungen wurden in Zusammenhang mit dem Auftreten von Femurfrakturen überprüft. Die Pfannenposition (dorsal geöffnet, ventral geöffnet, lateraler Öffnungswinkel), die Schaftposition und die Prothesenkopfgröße wurden auf das Begünstigen von Luxationen analysiert. Als Einflussgrößen auf eine aseptische Lockerung waren folgende Parameter von Interesse: Winkel der Ante- bzw. Retroversion, lateraler Öffnungswinkel, Pfannengröße, Aufhellungslinien um das Pfannenimplantat, Schaftposition, Sitz des Prothesenkragens, Beschaffenheit des Zementmantels, Aufhellungslinien um das Schaftimplantat, Revisionsoperationen und die Standzeit der Implantate.

Vor der Durchführung der binär logistischen Regressionsanalyse

wurde in allen drei Modellen (Femurfraktur, Luxation, aseptische Lockerung) untersucht, ob die einzelnen Variablen untereinander Korrelationen aufwiesen. Bei der Regressionsanalyse für die Luxation zeigten die Parameter lateraler Öffnungswinkel, eine nach dorsal geöffnete Pfanne, die Prothesenkopfgröße und die Position des Prothesenschafts eine stark signifikante Korrelation ($p = 0,000$ bzw. $p = 0,007$). Um zu verhindern, dass sich der Einfluss der Variablen auf die abhängige Variable gegenseitig vergrößerte, wurden die Variablen Winkel des lateralen Öffnungsgrades und die Position des Prothesenschafts aus dem binär logistischen Regressionsmodell gestrichen.

Die gleiche Voruntersuchung für das Modell aseptische Lockerung führte zur Streichung der Variablen des Winkel der Ante- bzw. Retroversion (korrelierte mit dem lateralen Öffnungswinkel $p = 0,000$ und der Pfannengröße $p = 0,010$), der Pfannengröße (korrelierte mit der Pfannengröße $p = 0,010$ und der Schaftposition $p = 0,007$), der Aufhellungslinien um Prothesenpfanne (korrelierte mit Revisionsoperation $p = 0,001$ und Aufhellungslinien um den Prothesenschaft $p = 0,000$).

Beim Modell für die Fraktur bestanden keine Korrelationen. Hier erwiesen sich die Variablen als voneinander unabhängig.

Anhand der Modellergebnisse konnte man am Wert β ablesen, wie sich der Einfluss auf die abhängige Variable darstellte. War der Wert β für eine unabhängige Variable positiv, so erhöhte das die Chance auf das Eintreten der abhängigen Variable. War der Wert β negativ verringerte sich die Wahrscheinlichkeit.

IV. ERGEBNISSE

1. Patientendaten

1.1. Anzahl der Hunde sowie Anzahl der uni- und bilateralen Hüftprothesen

Die Anzahl der Hunde, die eine Mindeststandzeit des Hüftgelenkersatzes von fünf Jahren aufwiesen, belief sich auf 97 Patienten mit 125 Endoprothesen. Von 125 Totalendoprothesen waren 69 einseitig (55,2 %) und 56 beidseitig (44,8 %) implantiert. Insgesamt 65 Prothesen (52 %) lagen auf der linken und 60 (48 %) auf der rechten Seite. Auf die Anzahl der Hunde (n = 97) bezogen, trugen damit 69 (71,2 %) einseitig und 28 (28,9 %) beidseitig eine künstliche Hüfte. Insgesamt 26 Hunde trugen beidseits einen Hüftgelenkersatz, der eine Standzeit von weniger als einem Jahr bis vier Jahren aufwies, und daher nicht in die Studie eingeschlossen wurde. Das heißt, von 97 Hunden trugen insgesamt 54 (55,7 %) beidseitig ein künstliches Hüftgelenk.

1.2. Hunderassen

Von 97 Hunden waren die vorherrschenden Rassen absteigend folgendermaßen verteilt: Mischling 27,8 %, Deutscher Schäferhund 19,5 %, Berner Sennenhund 7,2 %, Golden Retriever 6,2 %, Labrador Retriever 5,2 %, etc. (Tabelle 5).

Tabelle 5: Verteilung der Hunderassen

	Anzahl	Prozent (%)
Mischling	27	27,8
Sonstige Rassen	19	19,5
Dt. Schäferhund	16	16,5
Berner Sennenhund	7	7,2
Golden Retriever	6	6,2
Labrador Retriever	5	5,2
Rottweiler	5	5,2

	Anzahl	Prozent (%)
Chow-Chow	3	3,1
Border Collie	3	3,1
Gordon Setter	2	2,1
Presso de Mallorquin	2	2,1
Keine Angabe	2	2,1
Gesamt	97	100

Die Sonstigen Rassen schlüsselten sich mit je einem Vertreter wie folgt auf: Airedale Terrier, Bobtail, Bordeaux Dogge, Briard, Cane Corso, Deutscher Boxer, Deutsch Drahthaar, Foxterrier, Großer Münsterländer, Hovawart, Irish Setter, Landseer, Neufundländer, Shiba Inu, Sibirischer Husky, Springer Spaniel, Staffordshire Bullterrier, Tibet Terrier. Für zwei Tiere war keine Angabe der Rasse vorhanden.

1.3. Geschlechtsverteilung

In der Geschlechtsverteilung war der Rüde mit 37 Patienten am häufigsten vertreten. Die Anzahl der weiblichen unkastrierten Hündinnen betrug 27 und der kastrierten 22. Die kastrierten Rüden traten mit 11 Tieren am seltensten auf (Tabelle 6).

Tabelle 6: Geschlechtsverteilung

	Anzahl	Prozent (%)
Männlich	37	38,1
Weiblich kastriert	27	27,8
Weiblich	22	22,7
Männlich kastriert	11	11,3
Gesamt	97	100

1.4. Gewichtsverteilung

Von 83 Patienten standen Gewichtsangaben zum Zeitpunkt der Implantation des künstlichen Hüftgelenks zur Verfügung. Bei 14 Hunden lag keine Angabe zum Gewicht vor. Das durchschnittliche Gewicht betrug

31,1 kg (Median: 30,6 kg), wobei der leichteste Hund 13,9 kg und der schwerste 55,9 kg wog.

1.5. Altersverteilung

Das durchschnittliche Alter der Hunde am Tag der Operation lag bei 49 Monaten, also 4,1 Jahren (Median: 48 Monate). Der jüngste Patient wurde im Alter von fünf Monaten und der älteste mit 10,5 Jahren operiert.

1.6. Operationsindikationen

Die Indikationen für einen Hüftgelenkserersatz finden sich in Tabelle 7. Der häufigste Grund, bzw. die häufigste röntgenologische Diagnose, lag dabei im Komplex der Hüftgelenkdysplasie (HD) in Verbindung mit einer Coxarthrose und einer Subluxationsstellung des Gelenks. Dies war bei 71,1 % der Hunde der Fall. Eine Luxatio ossis femoris in Verbindung mit einer Coxarthrose lag bei 18,6 % der Hunde vor. Eine reine Luxation des Gelenkes, ohne arthrotische Veränderung kam bei 4,1 % der Hunden vor. Seltener Gründe waren Femurhalsfrakturen, Epiphyseolysen des Femurkopfes, ein verkürzter Femurhals, sowie eine Resektionsarthroplastik.

Tabelle 7: Operationsindikationen

	Anzahl (n)	Prozent (%)
HD / Coxarthrose / Subluxation	69	71,1
Coxarthrose + Luxation	18	18,6
Luxation	4	4,1
Femurhalsfraktur	2	2,1
Epiphyseolyse	2	2,1
Nach FKHR	1	1,0
Verkürzter Femurhals	1	1,0
Gesamt	69	100

1.7. Altersverteilung bei Operation des kontralateralen Hüftgelenks

Das durchschnittliche Alter bei der Operation des zweiten Hüftgelenks betrug 47,2 Monate (Median: 46 Monate), also 3,9 Jahre. Der jüngste Hund wurde im Alter von acht Monaten und der älteste mit 10 Jahren und 10 Monaten auch am kontralateralen Gelenk operiert.

1.8. Operationsindikationen des kontralateralen Hüftgelenks

Der häufigste Grund, bzw. die häufigste röntgenologische Diagnose hierfür war ebenfalls im Komplex der Hüftgelenksdysplasie in Verbindung mit einer Coxarthrose und einer Subluxationsstellung des Gelenks einzuordnen. Dies war bei 82,1 % der Hunde der Fall. Bei 17,9 % der Tiere lag eine Coxarthrose in Verbindung mit einer Luxation des Gelenks vor (Tabelle 8).

Tabelle 8: Operationsindikationen des kontralateralen Hüftgelenk

	Anzahl (n)	Prozent (%)
HD / Coxarthrose / Subluxation	23	82,1
Coxarthrose + Luxation	5	17,9
Gesamt	28	100

1.9. Zusätzliche orthopädische Operationen

Auf 50 Hunde verteilten sich 70 zusätzliche orthopädische Operationen. Die Aufschlüsselung lässt sich aus Tabelle 9 entnehmen.

Tabelle 9: Zusätzliche orthopädische Operationen

	Anzahl (n)
TEP kontralateral rechts	13
TEP kontralateral links	13
TPLO kontralateral	3
TPLO ipsilateral	10
Laminektomie	7
Proc. coron. ulnae kontralateral	3
Proc. coron. ulnae ipsilateral	3
KBR kontralateral	1
KBR ipsilateral	3
Fraktur Femur ipsilateral	2
Tarsus kontralateral	1
Tarsus ipsilateral	1
FKHR kontralateral	2
Trochanterabriss ipsilateral	1
Entfernung Drahtzuggurtung	1
Gelenksmaus Talus ipsilateral	1
Gelenksmaus Carpus ipsilateral	1
Korrekturosteotomie Femur ipsilateral	1
Fraktur Tibia ipsilateral	1
Desmotomie M. semitendinosus ipsilateral	1
Resektion Sesambeine ipsilateral	1
Gesamt	70

2. Prothesendaten

Die Prothesenmodelle von 125 künstlichen Hüftgelenken teilten sich folgendermaßen auf: 92 Biomécanique Prothesen, 25 Richard's Canine II Prothesen und acht Porte Prothesen.

2.1. Richard's Canine II Prothese

Die Richard's Canine II Prothese fand in den Jahren von 1983 bis 1993 Verwendung, wobei sich ein fließender Übergang mit der Biomécanique Prothese ab dem Jahr 1992 einstellte. In Tabelle 10 ist die Größenverteilung von 25 implantierten Richard's Prothesen dargestellt. Einmal wurde eine Richard's Schaftprothese mit einer Biomécanique-Pfanne kombiniert.

Tabelle 10: Richard's Canine II Prothesen

S	A (n)	P (%)	Pf	A (n)	P (%)
SNN	1	4	Klein	1	4
MNN	3	12	Mittel	11	44
MLN	8	32			
LNN	8	32	Groß	12	48
LLN	5	20	19 mm-Bioméc	1	4
Gesamt	25	100	Gesamt	25	100

S	Schaft
A (n)	Anzahl (n)
P (%)	Prozent (%)
Pf	Pfanne
19 mm-Biomec	19 mm Biomécanique-Pfanne

2.2. Biomécanique Prothese

Die modulare Biomécanique Prothese löste die Festkopfprothese im Jahr 1992 ab, wobei 92 Prothesen zur Auswertung gelangten. Die Größenverteilung von Schaft, Kopf und Pfanne, stellen sich in Tabelle 11 dar.

Tabelle 11: Biomécanique Prothesen

S	A (n)	P (%)	Pf	A (n)	P (%)	K	A (n)	P (%)
4,0	1	1,1	12mm	6	6,5	12+3	2	2,2
5,0	1	1,1	16mm	54	58,7	12+0	4	4,3
6,0	11	12,0	19mm	12	13,0	16+0 Porte	1	1,1
7,5	32	34,8	16-Dys	13	14,1	16+0	12	13,0
9,0	47	51,8	19-Dys	4	4,3	16+3	52	56,2
			16- Porte	3	3,3	16+4	2	2,2
						16+6	3	3,3
						19+0	2	2,2
						19+3	13	14,1
						19-3	1	1,1
Gesamt	92	100	Gesamt	92	100	Gesamt	92	100

S	Schaft
A (n)	Anzahl (n)
P (%)	Prozent (%)
Pf	Pfanne
K	Kopf
16-Dys	16 mm Dysplasie-Pfanne
19-Dys	19 mm Dysplasie-Pfanne

2.3. Porte Prothese

Die Porte Prothese wurde ab dem Jahr 2006 verwendet, wobei acht Prothesen in die Auswertung aufgenommen werden konnten. Die Aufschlüsselung der verwendeten Größen findet sich Tabelle 12. Zweimal kam ein Biomécanique-Kopf mit einer Porte-Pfanne zur Verwendung.

Tabelle 12: Porte Prothesen

S	A (n)	P (%)	Pf	A (n)	P (%)	K	A (n)	P (%)
6,0	2	25	14mm	2	25	14+3	2	25
7,5	3	37,5	16mm	5	62,5	16+2	2	25
9,0	3	37,5	19mm	1	12,5	16+3	2	25
						16+3 B.	1	12,5
						19+6 B.	1	12,5
Gesamt	8	100	Gesamt	8	100	Gesamt	8	100

S	Schaft
A (n)	Anzahl (n)
P (%)	Prozent (%)
Pf	Pfanne
K	Kopf

2.4. Standzeiten der Prothesen

Die Standzeiten der 125 Hüftgelenke, wobei 60 rechts und 65 links eingesetzt worden sind, lassen sich aus Tabelle 13 entnehmen. 50 Hüften (40 %) wiesen eine Standzeit von 5 Jahren auf. Im sechsten und siebten Jahr der Tragzeit befanden sich 46 Hüften (36,8 %). Insgesamt 19 Hüften (15,2 %) befanden sich im achten und neunten Jahr. Bei zehn Hüften (8 %) war es möglich sie bis zu einer Standzeit von zehn bis zwölf Jahren zu kontrollieren.

Tabelle 13: Standzeiten der Prothesen

	Rechts	Links	Gesamt	Prozent (%)
5 Jahre	24	26	50	40,0
6 Jahre	9	14	23	18,4
7 Jahre	12	11	23	18,4
8 Jahre	5	4	9	7,2
9 Jahre	7	3	10	8,0
10 Jahre	2	4	6	4,8
11 Jahre	1	1	2	1,6
12 Jahre	-	2	2	1,6
Gesamt	60	65	125	100

2.5. Standzeiten der kontralateralen Prothesen mit weniger als fünf Jahren

Zur Vervollständigung der Daten sind in Tabelle 14, die Standzeiten kontralateraler Hüftprothesen von unter einem Jahr bis vier Jahren aufgelistet, die keinen Einzug in die Arbeit erhalten haben.

Tabelle 14: Standzeiten der kontralateralen Prothesen mit weniger als fünf Jahre

	Rechts (n)	Links (n)
< 1 Jahr	1	2
1 Jahr	2	1
2 Jahre	1	1
3 Jahre	3	2
4 Jahre	6	7
Gesamt	13	13

3. Radiologische Ergebnisse

3.1. Postoperative Ergebnisse

3.1.1. Postoperative Ergebnisse der Pfanne

Position der Pfanne

112 Pfannen (89,6 %) wurden in korrekter Position implantiert. Das heißt, dass sich der Pfannendraht in der ventrodorsalen, sowie in laterolateralen Projektion in 112 Fällen als oval darstellte. Sechs Pfannen (4,8 %) erwiesen sich als dorsal offen eingesetzt und sieben Pfannen (5,6 %) waren ventral offen (Tabelle 15).

Tabelle 15: Pfannenposition

	Anzahl (n)	Prozent (%)
Korrekt	112	89,6
Dorsal offen	6	4,8
Ventral offen	7	5,6
Gesamt	125	100

Ante- bzw. Retroversionswinkel der Pfanne

Beim Vermessen des Ante- bzw. Retroversionswinkels der Pfannen ergab sich ein Durchschnittswinkel von 11,6° Retroversion (Median: 11,4°). Der kleinste Winkel maß dabei -8,5° und der größte 42,5°. Die Aufschlüsselung der Pfannen in Bezug auf ihren Ante- bzw. Retroversionswinkel sind aus Tabelle 16 zu entnehmen. 107 Pfannen (85,6 %) wurden in einem Winkel von 1° bis 20° retrovertiert eingesetzt.

Tabelle 16: Winkel der Ante- bzw. Retroversion

Winkel (°)	Anzahl (n)	Prozent (%)
(-10) - (-5)	2	1,6
(-4) - 0	6	4,8
1 - 5	16	12,8
6 - 10	34	27,2
11 - 15	30	24,0
16 - 20	27	21,6
21 - 25	8	6,4
26 - 30	1	0,8
31 - 35	-	-
36 - 40	-	-
41 - 45	1	0,8
Gesamt	125	100

Lateraler Öffnungswinkel der Pfanne

Bei der Bestimmung des lateralen Öffnungswinkels ergab sich ein Durchschnittswert von 48,3° (Median: 48,2°). Dabei maß der kleinste Winkel 22,1° und der größte 69,6°. 55 Pfannen (44 %) wurden in einem Winkel von 41° - 50° implantiert (Tabelle 17).

Tabelle 17: Lateraler Öffnungswinkel

Winkel (°)	Anzahl (n)	Prozent (%)
21 - 25	2	1,6
26 - 30	2	1,6
31 - 35	7	5,6
36 - 40	14	11,2
41 - 45	28	22,4
46 - 50	27	21,6
51 - 55	15	12,0
56 - 60	19	15,2
61 - 65	4	3,2
66 - 70	7	5,6

Aufhellungslinien um das Pfannenimplantat

Auf den postoperativen Aufnahmen kamen keine Aufhellungslinien vor, die sich breiter als 1 mm darstellten.

Zementextrusion in die Beckenhöhle

Ein Austritt von Zement in die Beckenhöhle war 71 Mal (56,8 %) festzustellen. In 16 Fällen (12,8 %) wurde ein Metallnetz eingelegt. Bei 38 Hüften (30,4 %) kam es zu keinem der beiden Ereignisse (Tabelle 18).

Tabelle 18: Zementextrusion in die Beckenhöhle

	Anzahl (n)	Prozent (%)
Zementextrusion	71	56,8
Metallnetz	16	12,8
Kein Ereignis	38	30,4
Gesamt	125	100

3.1.2. Postoperative Ergebnisse des Schafts

Position des Schafts

Unter den 125 Schäften ergab sich folgende Verteilung an Schaftpositionen (Tabelle 19): 72 Schäfte in Varus-Position (57,6 %), 48 Schäfte zentriert (38,4 %) und fünf Schäfte in Valgus-Position (4 %).

Tabelle 19: Schaftposition

	Anzahl (n)	Prozent (%)
Varus	72	57,6
Zentriert	48	38,4
Valgus	5	4,0
Gesamt	125	100

Prothesenkragen

Der Prothesenkragen war in 117 Fällen aufliegend (93,6 %), teils mit Zement unterfüttert in fünf Fällen (4,0 %), sowie drei Mal (2,4 %) freischwebend (Tabelle 20).

Tabelle 20: Prothesenkragen

	Anzahl (n)	Prozent (%)
Aufliegend	117	93,6
Teils auf Zement	5	4,0
Freischwebend	3	2,4
Gesamt	125	100

Aufhellungslinien um das Schaftimplantat

Auf den postoperativen Röntgenbildern zeigten sich keine Aufhellungslinien, die breiter als 1 mm waren.

Zementfüllung distal des Schafts

Die Zementfüllung der Markhöhle unterhalb der Prothesenspitze betrug durchschnittlich 4,7 cm (Median 4,8 cm), wobei der kleinste Wert bei 0,8 cm und der größte Wert bei 8,5 cm lag. 33 Markhöhlen (26,4 %) wiesen eine distale Zementfüllung von 1 bis 3 cm auf (Tabelle 21).

Tabelle 21: Zementfüllung distal des Schafts

	Anzahl (n)	Prozent (%)
1 cm	8	6,4
2 cm	6	4,8
3 cm	19	15,2
4 cm	18	14,4
5 cm	31	24,8
6 cm	22	17,6
7 cm	14	11,2
8 cm	7	5,6

Gesamt	125	100
--------	-----	-----

Zementmantel um den Prothesenschaft

Die Qualität des Zementmantels ist in Tabelle 22 dargestellt. 74,4 % von 125 künstlichen Hüftgelenken zeigten nach der Implantation der Schaftprothese einen optimalen Zementmantel.

Tabelle 22: Qualität des Zementmantels

	Anzahl (n)	Prozent (%)
Sehr gut (1)	93	74,4
Gut (2)	8	6,4
Befriedigend (3)	6	4,8
Unbefriedigend (4)	18	14,4
Gesamt	125	100

Horizontales Offset

Für das horizontale Offset auf der nichtoperierten Seite wurde ein Durchschnittswert von 31,6 mm ermittelt (Median: 31,5 mm). Der kleinste Wert lag bei 20,5 mm und der größte bei 44 mm. Im Gegensatz dazu maß das horizontale Offset auf der Seite des Gelenkersatzes im Durchschnitt 34,8 mm (Median: 35 mm), wurde also um 3,5 mm vergrößert. Das Minimum lag bei 21 mm und das Maximum bei 46,5 mm. Insgesamt 46 künstliche Hüftgelenke wiesen nach der Operation ein horizontales Offset von 34 – 37 mm auf (Tabelle 23).

Tabelle 23: Horizontales Offset

Offset Normal (mm)	Anzahl (n)	Offset TEP (mm)	Anzahl (n)
21	2	21	1
23	2	23	2
24	2	25	1
25	6	26	4
26	5	27	1
27	3	28	4
28	3	29	6
29	7	30	3
30	7	31	7
31	9	32	7
32	8	33	8
33	7	34	11
34	9	35	11
35	6	36	11
36	4	37	13
37	5	38	9
38	3	39	6
39	4	40	4
40	2	41	4
41	1	42	6
42	1	43	2
44	1	44	1
		45	2
		47	1
Gesamt	97	Gesamt	125

3.2. Ergebnisse im Verlauf

3.2.1. Ergebnisse der Pfanne im Verlauf

Aufhellungslinien, die breiter als 1 mm waren und eine Progredienz aufwiesen, traten nur in Zusammenhang mit einer aseptischen Lockerung der Pfanne auf. Eine Migration der Pfanne in Kombination mit einer aseptischen Lockerung kam in einem Fall vor. Hinweise auf eine septische Lockerung der Pfanne wurden nicht beobachtet.

3.2.2. Ergebnisse des Schafts im Verlauf

Aufhellungslinien, die breiter als 1 mm waren und eine Progredienz aufwiesen, traten nur in Zusammenhang mit einer aseptischen Lockerung des Schafts auf. Hinweise auf eine Migration des Prothesenschaftes konnten drei Mal (2,4 %) beobachtet werden. Zementbrüche des Zementmantels kamen bei fünf Hunden (4 %) vor. Hinweise auf septische Lockerungen des Schafts oder ektopische Ossifikationen traten nicht auf.

Periostale Reaktion und Kortikalishypertrophie

Von 125 künstlichen Hüftgelenken war bei 77 (61,6 %) der Patient zum Zeitpunkt der Operation älter und bei 48 (38,4 %) jünger als 24 Monate.

Patienten älter als 24 Monate

Bei Patienten, die älter als 24 Monate zum Zeitpunkt der Operation waren, reagierten Periost und Kompakta nicht immer mit einer Dickenzunahme. Von 77 künstlichen Hüftgelenken lag bei 60 (77,9 %) eine entsprechende Reaktion vor, während bei 17 (22,1 %) keine derartige Veränderung nachzuweisen war (Tabelle 24).

Tabelle 24: Periostale Reaktion bei Hunden älter als 24 Monate

	Anzahl (n)	Prozent (%)
Reaktion vorhanden	60	77,9
Keine Reaktion	17	22,1
Gesamt	77	100

Eine periostale Reaktion innerhalb eines Jahres post operationem war bei 36 der Femora (46,7 %) nachzuweisen. In sechs Fällen (7,8 %) lag keine periostale Reaktion vor. Eine Kortikalishypertrophie, nach mehr als einem Jahr nach der Operation kam 24 Mal (31,2 %) vor, wobei bei elf (14,3 %) der Femora keine Hypertrophie vorlag (Tabelle 25).

Tabelle 25: Periostale Reaktion und Kortikalishypertrophie bei Hunden älter als 24 Monate

	Anzahl (n)	Prozent (%)
Periostale Reaktion	36	46,7
Keine periostale Reaktion	6	7,8
Kortikalishypertrophie	24	31,2
Keine Kortikalishypertrophie	11	14,3
Gesamt	77	100

Patienten jünger als 24 Monate

Das Periost bei Patienten, die jünger als 24 Monate zum Zeitpunkt der Operation waren, reagierte stets mit einer Dickenzunahme (Tabelle 26).

Tabelle 26: Periostale Reaktion bei Hunden jünger als 24 Monate

	Anzahl (n)	Prozent (%)
Reaktion vorhanden	48	100,0
Keine Reaktion	0	-
Gesamt	48	100

Eine periostale Reaktion, innerhalb eines Jahres post operationem war bei 32 (66,7 %) der Femora nachzuweisen. Eine Kortikalishypertrophie, mehr als einem Jahr nach der Operation, kam 16 Mal (33,3 %) vor (Tabelle 27).

Tabelle 27: Periostale Reaktion und Kortikalishypertrophie bei Hunden jünger als 24 Monate

	Anzahl (n)	Prozent (%)
Periostale Reaktion	32	66,7
Keine periostale Reaktion	1	2,1
Kortikalishypertrophie	16	33,3
Keine Kortikalishypertrophie	0	-
Gesamt	48	100

Periostale Reaktion

Die Tabellen 28 und 29 zeigen die Werte der periostalen Reaktionen und stellen gleichzeitig die zwei Altersgruppen einander gegenüber. Im Mittel fiel die periostale Reaktion bei den jungen Hunden stärker aus als bei den älteren.

Tabelle 28: Periostale Reaktionen (PR) medial und lateral

	PR medial < 24 Monate	PR medial > 24 Monate	PR lateral < 24 Monate	PR lateral > 24 Monate
Mittelwert (mm)	2,27	1,18	1,56	1,20
Median (mm)	1,94	1,10	1,74	0,71
Minimum (mm)	0,73	0,23	0,17	-0,09
Maximum (mm)	4,51	2,05	2,63	5,88

Tabelle 29: Periostale Reaktionen (PR) cranial und caudal

	PR cranial < 24 Monate	PR cranial > 24 Monate	PR caudal < 24 Monate	PR caudal > 24 Monate
Mittelwert (mm)	2,23	0,83	1,44	1,13
Median (mm)	1,00	0,92	1,2	0,93
Minimum (mm)	0,24	-0,43	-0,07	-0,67
Maximum (mm)	2,69	1,74	4,07	3,84

Kortikalishypertrophie

Die Tabellen 30 und 31 zeigen die Werte der Kortikalishypertrophie und stellen gleichzeitig die zwei Altersgruppen einander gegenüber. Im Mittel fiel die Kortikalishypertrophie bei den jungen Hunden stärker aus als bei den älteren.

Tabelle 30: Kortikalishypertrophie (KH) medial und lateral

	KH medial < 24 Monate	KH medial > 24 Monate	KH lateral < 24 Monate	KH lateral > 24 Monate
Mittelwert (mm)	1,61	1,29	0,93	0,98
Median (mm)	1,65	1,22	1,04	0,98
Minimum (mm)	1,09	-0,24	-0,44	0,30
Maximum (mm)	2,25	3,62	1,62	2,03

Tabelle 31: Kortikalishypertrophie (KH) cranial und caudal

	KH cranial < 24 Monate	KH cranial > 24 Monate	KH caudal < 24 Monate	KH caudal > 24 Monate
Mittelwert (mm)	0,87	0,53	1,11	0,80
Median (mm)	0,88	0,39	1,20	0,82
Minimum (mm)	-0,18	-0,51	-0,03	-0,79
Maximum (mm)	2,60	1,72	2,40	1,99

4. Funktionelle Ergebnisse

Beim Großteil der Hunde lag keine Angabe in den Patientenakten bezüglich Lahmheit und Muskelatrophie jeweils vor und nach der Operation vor. Nach der Operation standen Angaben für 46 Hüften (36,8 %) zur Verfügung. Davon zeigten 35 keine Lahmheit (76,1 %). Bei elf (23,9 %) war noch eine Lahmheit zu beobachten (Tabelle 32).

Tabelle 32: Lahmheit vor und nach Hüftgelenksersatz

Lahmheit vor TEP	Anzahl (n)	Prozent (%)	Lahmheit nach TEP	Anzahl (n)	Prozent (%)
Keine Lahmheit	3	2,4	Keine Lahmheit	35	28
Lahmheit	6	4,8	Lahmheit	1	0,8
Ggr.	22	17,6	Ggr.	10	8
Mgr.	11	8,8			
Hgr.	1	0,8			
Keine Angabe	82	65,6	Keine Angabe	79	63,2
Gesamt	125	100	Gesamt	125	100

Nach der Operation stand für 34 Gliedmaßen (27,2 %) eine Angabe zur Entwicklung der Oberschenkelmuskulatur zur Verfügung. Bei 18 Gelenken (52,9 %) lag keine Atrophie vor und bei 15 Gelenken (44,1 %) war mehr Muskelmasse vorhanden als vor der Operation (Tabelle 33). Bei einem Hund lag eine stärker ausgeprägte Atrophie als vor der Operation vor.

Tabelle 33: Muskelatrophie vor und nach Hüftgelenksersatz

Muskelatrophie vor TEP	Anzahl (n)	Prozent (%)	Muskelatrophie nach TEP	Anzahl (n)	Prozent (%)
Keine Atrophie	3	2,4	Keine Atrophie	18	14,4
Atrophie	1	0,8	Zunahme Muskelmasse	15	12,0
0,5 cm	2	1,6	Abnahme Muskelmasse	1	0,8
1,0 cm	3	2,4			
1,5 cm	3	2,4			
2,0 cm	9	7,2			
2,5 cm	1	0,8			
3,0 cm	2	1,6			
4,0 cm	3	2,4			
5,0 cm	1	0,8			
10,0 cm	1	0,8			
Ggr.	1	0,8			
Mgr.	3	2,4			
Hgr.	1	0,8			
Auf Röntgenbild sichtbar	27	21,6			
Keine Angabe	64	51,2	Keine Angabe	91	72,8
Gesamt	125	100	Gesamt	125	100

5. Aufgetretene Komplikationen

Bei 17 (13,6 %) der künstlichen Hüftgelenke traten Komplikationen auf, die aus Tabelle 34 ersichtlich sind. Die aseptische Prothesenlockerung stellte dabei die häufigste Komplikation dar.

Tabelle 34: Aufgetretene Komplikationen

	Anzahl (n)	Prozent (%)
Aseptische Lockerung	13	10,4
Fraktur	1	0,8
Prothesenbruch Pfanne	1	0,8
Luxation	1	0,8
Osteosarkom	1	0,8
Gesamt	17	13,6

Eine Femurfraktur trat vier Tage nach der Operation auf. Der Hund erhielt eine Osteosynthese und war bei der letzten Kontrolle beschwerdefrei. Eine Luxation nach caudoventral geschah drei Tage post operationem und wurde einer erfolgreichen Nachoperation, bei der ein neuer Prothesenkopf eingesetzt wurde, unterzogen. Der Hund der an einem Osteosarkom erkrankte, erhielt keine weitere Therapie, sondern wurde aufgrund der infausten Prognose euthanasiert.

Aseptische Lockerung

13 Mal trat eine aseptische Lockerung des künstlichen Hüftgelenks auf. Hiervon waren fünf Richards (20 %), sechs Biomécanique (6,8 %) und eine Porte Prothese (12,5 %) betroffen. Bei sieben Patienten konnte schon früher Verdacht auf die Entwicklung einer aseptischen Lockerung anhand der Röntgenverlaufskontrollen geschöpft werden. Die restlichen fünf Hunde wurden erst zum Zeitpunkt einer Lockerung vorgestellt. In 11 Fällen war der Schaft betroffen und zwei Mal lag eine Kombination aus Schaft- und Pfannenlockerung vor. Bei einer gelockerten Pfanne kam es auch zur Pfannenmigration. Bei einem Hund war alleine die Pfanne betroffen (Tabelle 35).

Tabelle 35: Aseptische Lockerungen

Aseptische Lockerungen	Anzahl (n)	Prozent (%)
Pfanne	2	1,6
Schaft	9	7,2
Pfanne und Schaft	2	1,6
Gesamt	13	10,4

Tabelle 36 stellt synoptisch mit Patienten- und Implantatdaten eine Übersicht über die aufgetretenen Lockerungen dar. Aus dieser ist außerdem ersichtlich zu welchem Zeitpunkt eine aseptische Lockerung auftrat, ob der Hund auch eine Muskelatrophie oder Lahmheit der betroffenen Gliedmaße zeigte und ob zusätzliche orthopädische Operationen vorgenommen worden sind. Die Erklärungen sowie die verwendeten Abkürzungen sind im Anhang zu finden.

Tabelle 36: Synoptische Übersicht der aufgetretenen aseptischen Lockerungen

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
13	1991	1 a 3 M m	Tib Terrier 15	R re	-8,5° 42,2° vr a 1	2 a - n n	7 a - n +	9 a AP n + Rev			
15	1991	7 M w	Bobtail 29	R re	42,5° 60,5° z a 1	2 a AS n n Rev Sch vr a 1	4 a - + n Op Zugg	5 a - n n THR li	9 a - n +		
22	1994	5 a 5 M m	DSH 30	R li	4,6° 57,5° vg a 1	4 a APS n n	5 a APS + + Expl				
23	1994	1 a 2 M w	Gold Retr	R li	3° 44,4° vr a 4	6 M - n n THR re	1 a - n n	10 a AS + -			
24	1995	4 a 10 M wk	Mischling 27	R li	23° 57,9° vr a 1	1 a - n n	2 a - n n	6 a AS n n			
26	1996	1 a 4 M m	Mischling 27	R li	8,5° 42,7° z a 1	2 M - n n	4 a AS + -	10 a AS n -			
43	1997	1 a 3 M m	Rottw 40	B re	12,9° 39,8° z a 1	9 M - n n	4 a - - +	11 a APS - -			
46	1997	8 M w	Mischling 17	B re	13,6° 48,6° z a 2	1 a - n n	3 a Zb + +	5 a AS n +			
53	1998	11 M m	Bern Senn 35	B li	14,9° 62,3° vr a 1	5 M - n -	6 a AS n n				

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
77	2000	8 M M	DSH 30	B li	11° 44,7° vr a 4	6 M ---	1 a ---	2 a ---	3 a -++	5 a AS--	8 a AS--
98	2003	3 a 11 M Mk	Presso 38	B re	4,5° 59,9° vr a 1	1 a - n n Laminek	2 a AS n n	3 a AS n n	4 a AS n n	6 a AS n +	
111	2005	2 a 8 M W	DSH 37	B li	17,7° 51° vr a 1	5 a AP ++ Rev Pfa	6 a ---	7 a ---			
124	2008	5 a 10 M Wk	Mischling 21	P re	6,8° 33,1° vr a 1	2 M Zb --	1 a Zb --	5 a AS n - Fkhr li			

IV. Ergebnis

Aus Tabelle 37 geht hervor in welchem Jahr der Standzeit der Implantate eine aseptische Lockerung beobachtet wurde.

Tabelle 37: Aseptische Lockerungen und Standzeit

Zeitpunkt (Jahre)	Anzahl Lockerungen (n)
2	1
5	4
6	3
8	1
9	1
10	2
11	1
	Gesamt: 13

Aufhellungslinien

Von 13 aseptischen Lockerungen zeigten zwölf eine Progredienz der Aufhellungslinien an der Knochen-Zement- bzw. an der Zement-Prothesen-Grenze. Bei einem Fall fehlte das Röntgenbild, das die aseptische Lockerung zeigte und wurde somit als nicht beurteilbar bewertet (Tabelle 38).

Tabelle 38: Progredienz der Aufhellungslinien

Aufhellungslinien	Anzahl (n)
Progredienz vorhanden	12
Nicht beurteilbar	1
Gesamt	13

IV. Ergebnis

Tabelle 39 zeigt die Verteilung der Aufhellungslinien am Pfannenimplantat in Abhängigkeit des Zeitpunkts der Diagnose einer aseptischen Lockerung. Bei vier von insgesamt vier gelockerten Pfannen war ein kontinuierlicher Aufhellungssaum zu finden.

Tabelle 39: Aufhellungslinien um das Pfannenimplantat

Pfanne	2 a	5 a	6 a	8 a	9 a	10 a	11 a
1 Zone							
2 Zonen							
Kontinuierlich		2			1		1

Tabelle 40 zeigt die Verteilung der Aufhellungslinien um das Schaftimplantat in Abhängigkeit des Zeitpunkts der Diagnose einer aseptischen Lockerung. Am häufigsten war ein Aufhellungssaum, der sich über fünf Zonen zog, zu beobachten. Ein kontinuierlicher Aufhellungssaum lag nur bei zwei Implantaten vor. Bei einem Fall fehlte das Röntgenbild, das die aseptische Lockerung zeigte und wurde somit als nicht beurteilbar bewertet.

Tabelle 40: Aufhellungslinien um das Schaftimplantat

Schaft	2 a	5 a	6 a	8 a	9 a	10 a	11 a
2 Zonen		1				1	
4 Zonen			1				
5 Zonen		1	1				1
6 Zonen		1		1			
Kontinuierlich			1			1	
Nicht beurteilbar	1						

Bei sieben von elf gelockerten Schäften war in der vd-Projektion eine starke asymmetrische periostale Reaktion zu erkennen, die sich wie eine Ausbeulung des lateralen Kortex in Höhe der Prothesenspitze darstellte (Tabelle 41).

Tabelle 41: Asymmetrische periostale Reaktion

Asymmetrische Reaktion	Anzahl (n)
Reaktion vorhanden	7
Reaktion nicht vorhanden	4
Gesamt	11

In zwei Fällen wies der Zementmantel einen Zementbruch auf (Tabelle 42).

Tabelle 42: Zementbrüche

Zementbruch	Anzahl (n)
Zementbruch	2
Kein Zementbruch	9
Gesamt	13

Schaftsinterung (Subsidence)

Bei der Messung von elf aseptisch gelockerten Prothesenschäften bezüglich der Schafsisinterung fiel das Ergebnis der Messung in sieben Fällen (63,6 %) positiv aus. Das heisst, bei sieben Prothesenschäften konnte mittels der EBRA-FCA-Analyse ein Absinken des Implantatschafts im Zementköcher festgestellt werden. Die Auswertung der Analyse ist in Tabelle 43 dargestellt.

Tabelle 43: Schafsisinterung

Patientennummer	Subsidence (mm)
22	1
24	3
26	6
43	4
46	2
53	9
98	6

In den restlichen vier Fällen ergab die Analyse keinen Hinweis auf das Auftreten einer Schafsisinterung.

Zum Zeitpunkt der aseptischen Lockerung lahmten drei Hunde, von den übrigen acht lag keine Lahmheitsbeurteilung vor (Tabelle 44).

Tabelle 44: Lahmheit zum Zeitpunkt der aseptischen Lockerung

Lahmheit	Anzahl (n)
Vorhanden	2
Nicht vorhanden	3
Nicht beurteilbar	8
Gesamt	13

Fünf Hunde wiesen eine Muskelatrophie der betroffenen Gliedmaße auf. Bei zwei Tieren lag keine Angabe zur Bemuskelung vor (Tabelle 45).

Tabelle 45: Muskelatrophie zum Zeitpunkt der aseptischen Lockerung

Muskelatrophie	Anzahl (n)
Muskelatrophie	5
Keine Atrophie	6
Nicht beurteilbar	2
Gesamt	13

5.1. Revisionsoperationen der Totalendoprothesen

Revisionsoperationen waren bei sieben (5,6 %) der insgesamt 125 Hüften durchgeführt worden. Drei dieser Revisionsoperationen zählten nicht zu den Komplikationen, da sie nicht mit der Endoprothese in Verbindung standen.

Beim ersten Fall wurden Pfanne und Schaft einer Richards Prothese (Größe: SNN) aufgrund einer aseptischen Lockerung mit folgender Migration der Pfanne neun Jahre nach der Implantation gegen eine kleine Biomécanique Prothese (Schaft: 4, Kopf: +6, Pfanne 12 mm) eingetauscht.

Der zweite Hund wies zwei Jahre nach der Operation eine aseptische Lockerung des Schaftes einer Richards Prothese (Größe LLN) auf und erhielt die gleiche Prothese ein zweites Mal.

Der dritte Fall erlitt eine Luxation nach caudoventral drei Tage post operationem, nachdem eine Biomécanique Prothese mit der Pfannengröße 16 mm und ein 16+3 Kopf eingesetzt worden waren. Der laterale Öffnungswinkel der Pfanne maß $59,2^\circ$, der Retroversionswinkel $10,8^\circ$, so dass die Pfanne in korrekter Position implantiert war. Es erfolgte eine offene Reposition, bei der nochmals ein neuer Prothesenkopf der selben Größe implantiert wurde.

Beim vierten Fall handelte es sich um eine aseptische Pfannenlockerung fünf Jahre nach der Operation, bei der eine Biomécanique Pfanne der Größe 16 mit einem 16+3 Kopf implantiert worden war. Im Zuge der Revision erhielt der Hund eine 19 mm Biomécanique Pfanne, sowie den dazu passenden Kopf mit der Halslänge +9.

Der fünfte und sechste und siebte Fall waren Revisionsoperationen, die unter anderem aufgrund ihres zeitlichen Auftretens nicht zu den Komplikationen zu rechnen waren.

Bei der fünften Revision handelte es sich um eine traumatische Femurfraktur, die drei Jahre nach Implantation des künstlichen Hüftgelenks aufgetreten war. Der Hund wurde chirurgisch mit einer Platte und Cerclagen versorgt und zeigte im Verlauf keine weiteren Beschwerden.

Der sechste Fall stellte eine traumatische Luxation nach craniodorsal dar, die sechs Jahre nach Implantation der Prothesen entstanden war. Dieser Patient erhielt eine neue Pfanne der gleichen Größe und war danach beschwerdefrei.

Beim letzten Fall handelte es sich um eine traumatisch bedingte Fraktur des Trochanter major acht Jahre nach Ersatz des Hüftgelenks. Dieser Patient wurde chirurgisch mittels einer Platte versorgt und zeigte im Verlauf keine weiteren Beschwerden.

5.2. Prothesenexplantationen

Von 125 Totalendoprothesen mussten nur in zwei (1,6 %) Fällen die Implantate entfernt werden.

Im ersten Fall handelte es sich um eine aseptische Lockerung einer Richards Prothese, bei der nach einer Standzeit von fünf Jahren alle Implantate entfernt wurden.

Der zweite Fall war ein Pfannenbruch einer Porte Prothese, die nach den Aufzeichnungen im Operationsbericht a priori nicht ganz einwandfrei erschien. Entweder war die Pfanne in zwei Teile zerbrochen oder durch Abrieb vom Kopf durchstoßen worden. Die Anamnese konnte bei diesem Hund nicht mehr erfragt werden, da der Besitzer verstorben war. Durch die Zerstörung der Pfanne hatten sich extraossäre Granulome gebildet, die acht Jahre nach der Operation gemeinsam mit der zerstörten Pfanne und deren Zementmantel entfernt wurden. Lockerungsmerkmale waren weder im Pfannenlager, noch am Schaft nachweisbar. Da der Hund trotz der Pfannenzerstörung kaum klinische Beschwerden zeigte und der Prothesenkopf schon über längere Zeit direkt mit dem Beckenknochen artikuliert, wurde hier auf das Einsetzen einer neuen Pfanne verzichtet.

6. Statistische Ergebnisse

Die statistische Analyse hinsichtlich des Auftretens von Femurfrakturen erbrachte keinen signifikanten Einfluss der überprüften Variablen. Da die Femurfraktur als Komplikation nur einmal (0,8 %) auftrat, schien die Anzahl zu gering um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten.

Zum gleichen Ergebnis kam die Auswertung der Parameter, die für das Auftreten von Implantatluxationen von Interesse waren. Auch hier stellte sich die Fallzahl mit einer Luxation (0,8 %) zu gering dar, um eine statistische Aussage treffen zu können.

Die Variablen, die auf ihren Einfluss eine aseptische Lockerung zu begünstigen überprüft wurden, ergaben ebenfalls kein statistisch relevantes Ergebnis, obwohl eine Fallzahl von 13 aseptischen Lockerungen (10,4 %) vorlag.

Die Modellergebnisse zeigten anhand des Wertes β , dass in allen drei Modellen kein signifikanter Einfluss einer unabhängigen Variable auf die Zielvariable festgestellt werden konnte.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass es für keine der aufgetretenen Komplikationen möglich war, einen signifikanten Einfluss der statistisch überprüften Parameter festzustellen.

V. DISKUSSION

In der Literatur finden sich nur wenige Spätkontrollen zur zementierten sowie zementlosen Totalendoprothetik des Hüftgelenks beim Hund. Ziel dieser Studie war es, Langzeitkontrollen zementierter Hüftgelenksprothesen kritisch zu dokumentieren. Seit dem Jahr 1983 wurden an der Chirurgischen Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München viele Hüftprothesen beim Hund implantiert. Daher bot es sich an aus dem großen Patientenpool, von 1988 bis 2014, gezielt Langzeitkontrollen mit einer Mindeststandzeit von fünf Jahren herauszufiltern und kritisch analytisch zu beurteilen. Aus dem 26 jährigen Untersuchungszeitraum wurden 125 Totalendoprothesen in die Untersuchung aufgenommen. Viele frühere Fälle, die sicherlich aufgrund ihrer Standzeit hätten mit beurteilt werden können, standen aufgrund einer Archivauflösung der Jahrgänge 1983 bis 1987 nicht mehr zur Verfügung. Da alle untersuchten Endoprothesen von einer Chirurgin implantiert wurden, konnten individuelle Variabilitäten der Operationstechnik ausgeschlossen werden (Gervers et al. 2002). Die persönliche Operationserfahrung eines Chirurgen spiegelt sich somit in der Aussagekraft der ermittelten Parameter wieder. Daher beweisen die sehr guten Erfolgsraten von 97 % (Matis und Holz 2004) und 98 % (Matis et al. 2008), wie wichtig eine derart lückenlose Perfektion bei diesem komplizierten, mehrstündigen Eingriff de facto ist. Dies wurde von mehreren Autoren bestätigt (DeYoung et al. 1992, Olmstead 1995a, Bardet und Letournel 1995, Kosfeld 1996, Gervers et al. 2002).

Grundsätzlich stand bei dieser Arbeit die radiologische Beurteilung der künstlichen Hüftgelenke im Mittelpunkt. Funktionelle Ergebnisse der Patienten stellten sich als lückenhaft dar. Da die Hunde zum Zeitpunkt der letzten Kontrolle orthopädisch oft multimorbid waren und 50 von insgesamt 97 Patienten sich weiteren Operationen am Bewegungsapparat unterziehen mussten, war es häufig nicht möglich, das funktionelle Ergebnis allein der Leistungsfähigkeit der Hüftprothesen zuzuordnen. Für die Beurteilung einer langfristigen Implantatintegration erschien diese

Frage auch von untergeordneter Bedeutung, da aseptische Lockerungen als häufigste Komplikation stumm verlaufen können.

Zur Methodik der Arbeit ist herauszuheben, dass für die radiologische Beurteilung von 125 künstlichen Hüftgelenken ein einziges Schema zur Verwendung kam und zudem alle Röntgenbilder von einer Person ausgewertet worden sind. Zudem wurden computer-basierte Auswertungen vorgenommen. Für fragliche Fälle wurde ein zweiter Begutachter hinzugezogen. Kritisch zu betrachten ist allerdings die Vergleichbarkeit der Röntgenbilder untereinander. Zum größten Teil handelte es sich um analoge Röntgenbilder, die für eine computer-basierte Vermessung zuerst digitalisiert werden mussten und trotz dieser Bearbeitung qualitativ mit digitalen Bildern nicht zu vergleichen sind. Zudem ergab sich dadurch eine gewisse Unsicherheit in Bezug auf die Maßstäbe zwischen den ehemals analogen und den digitalen Bilder. Nach DeYoung und Schiller (1992) lassen sich Lockerung und Migration von Prothesen genau anhand von progressiven Veränderungen an den Grenzflächen beurteilen. Da für alle Bewertungen ein einheitliches Schema herangezogen wurde und Komplikationen ungeachtet der unterschiedlichen Bildqualitäten erkennbar waren, erschien die eingeschränkte Vergleichbarkeit der Röntgenbilder jedoch irrelevant.

Die Einteilung der Pfanne in drei Zonen nach DeLee und Charnley (1976) besitzt noch heute Gültigkeit und wurde als Grundlage für die Beurteilung der Pfannenintegration herangezogen (Marcellin-Little et al. 1999a, Kosfeld 1996, Holz 2002, Perslow 2001). Die Einteilung der Schaftregion in sieben Zonen nach Gruen et al. (1979) ist ebenfalls nach wie vor als aktuell anzusehen und zugleich Basis für einen Vergleich mit radiologischen Bewertungen anderer Autoren (Edwards et al. 1997, Kosfeld 1996, Perslow 2001, Holz 2002, Skurla et al. 2005, Mostafa et al. 2012).

Ferner orientierte sich die Beurteilung der Prothesen an etablierten Positionsparametern, wie zum Beispiel dem Ante- bzw. Retroversions- sowie dem lateralen Öffnungswinkel der Pfanne, der Schaftstellung in der Markhöhle und der Beurteilung des Zementmantels (Konde et al. 1982, Dyce 2001, Frankel et al. 2004). Des Weiteren wurden in der Tiermedizin

auf diese Weise bisher noch nicht berücksichtigte Messungen, dem aktuellen Standard der Humanmedizin entsprechend eingeschlossen, um zu prüfen, ob diese Parameter für die radiologische Beurteilung des Hüftgelenksersatzes beim Hundes dienlich sein können. Dazu zählten die Messung des horizontalen Offsets und der als Subsidence bezeichneten Schaftsinterung (Schmidutz et al. 2012, Graf 2012), Es ist natürlich nicht von der Hand zu weisen, dass die Beurteilung von Röntgenbildern anhand festgesetzter Messpunkte einer gewissen Subjektivität unterlagen. Da alle 125 Fälle von einer Person ausgewertet worden sind, konnte die subjektive Varianz in der Auswertung aber minimiert werden. Die Kontrollzeitpunkte zu denen die Patienten vorgestellt worden sind, waren allein von den Besitzern abhängig. Ihnen wurden nach dem Einsatz des künstlichen Hüftgelenks zwar Empfehlungen für Kontrolltermine gegeben. Diese wurden jedoch rein willkürlich wahrgenommen.

In der Humanmedizin wird der zementierte Hüftgelenksersatz insbesondere bei älteren Personen mit einer schlechten Knochenqualität bevorzugt, da diese Patienten möglichst schnell nach der Operation mobilisiert werden müssen und der zementierte Gelenksersatz die größere Primärstabilität gewährleistet. Zementlose Implantate werden bei jüngeren Patienten mit guter Knochenqualität verwendet. Die Standzeiten der zwei Systeme erweisen sich als beinahe ebenbürtig. Aus dem schwedischen Hüftregister (2011) der Humanmedizin geht hervor, dass zementierte Pfannen eine höhere Lebensdauer aufweisen, als zementlose Hüftgelenkspfannen. Zwar unterliegen zementierte Pfannen einem höherem Risiko sich zu lockern, aber einer geringeren Gefahr gegenüber Infektion und Dislokation. Zementierte Schäfte schneiden in der Humanmedizin bis zu einer Standzeit von acht Jahren besser ab als zementlose, da die zementfreien in diesem Zeitraum häufiger eine Revisionsoperation erfordern. Ab einer Implantationsdauer von acht bis 16 Jahren zeigen die zementlosen Schäfte ein besseres Ergebnis. Um diesbezüglich eine Aussage für die Tiermedizin zu treffen, sind Langzeitstudien unentbehrlich.

Grundsätzlich ist es schwierig verschiedene Studien miteinander zu vergleichen, da sie sich unter anderem in Parametern wie der Standzeit

der künstlichen Hüften, der Berücksichtigung von Besitzerauskünften, der Erfahrung des Chirurgen, der Prothesenart, der Implantationstechnik, etc. unterscheiden. Als vergleichbare Studien bezüglich der radiologischen Auswertung baten sich die Arbeiten von Kosfeld (1996), Holz (2002) und Perslow (2002) an, da ihnen die gleichen Beurteilungskriterien zugrunde liegen.

In der vorliegenden Untersuchung hatten die Ante- oder Retroversionsgrade der Pfanne keinen Einfluss auf das Integrationsverhalten. Zu diesem Schluss gelangten auch Parker et al. (1984b), Massat und Vasseur (1994) sowie Kosfeld (1996), Gervers (1998), Cross et al. (2000), Holz (2002) und Perslow (2001). Im Gegensatz dazu stellten Frankel et al. (2004) fest, dass Pfannen mit einem Retroversionswinkel, der kleiner -6° maß, einer größeren Lockerungswahrscheinlichkeit unterlagen. Diese Beobachtung konnte in den eigenen Erhebungen nur anhand eines Falles, dessen Retroversionswinkel $-8,5^\circ$ maß, bestätigt werden. Der Einfluss, den der Grad des lateralen Öffnungswinkels auf die Häufigkeit des Auftretens von Luxationen hat, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Cross et al. (2000) kamen zu dem Schluss, dass der laterale Öffnungswinkel kein geeigneter Indikator für das Risiko einer Luxation darstellte. Dyce et al. (2000) fanden heraus, dass Pfannen, mit einem lateralen Öffnungswinkel von mehr als 60° einer statistisch signifikanten höheren Luxationsgefahr ausgesetzt waren. Allerdings stellte der Grad des lateralen Öffnungswinkels nicht die einzige Determinante für das Auftreten einer Luxation dar (Dyce et al. 2000). Die einzige Luxation, die in dieser Studie auftrat, wies einen lateralen Öffnungswinkel von $59,2^\circ$ auf. Andererseits waren zehn Pfannen mit einem Winkel größer als 60° implantiert worden ohne dass es zur Luxation kam, womit das Ergebnis der vorliegenden Studie mit der Erkenntnis von Cross et al. (2000) übereinstimmt. In den eigenen Untersuchungen ließ sich im Gegensatz zu anderen Studien auch kein Zusammenhang zwischen Luxationshäufigkeit und nach ventral oder dorsal offener Pfannenposition herstellen. Perslow (2001) fand bei 13,9 % der ventral offenen und bei 25 % der dorsal offen eingesetzten Pfannen eine Luxation, dagegen nur 1,7 % der korrekt positionierten

Prothesenpfannen. Eine Zementextrusion in die Beckenhöhle hatte in den eigenen Fällen keine Nachteile. Auch bei Kosfeld (1996) waren 78 % der Fälle ohne klinische Folgen geblieben. Perslow (2001) beschrieb bei zwei von 77 Fällen bei Zementaustritt in die Beckenhöhle das Auftreten einer Neurapraxie und vermutet als Ursache eine Nervenschädigung durch die exotherme Reaktion des Knochenzements. Bezüglich der Aufhellungslinien an den Grenzflächen zwischen Zement und Knochen, bzw. zwischen Zement und Prothese, ließ sich bestätigen, dass ausschließlich progrediente Aufhellungssäume im Sinne einer aseptischen Lockerung relevant waren. Dies galt sowohl für das Pfannen-, als auch für das Schaftimplantat. Zu dieser Feststellung kamen auch Parker et al. (1984b), Olmstead (1987), Montgomery et al. (1992), Massat und Vasseur (1994), Gervers et al. (2002). Frankel et al. (2004) stellten einen statistisch relevanten Zusammenhang zwischen Aufhellungssäumen an den Grenzflächen und dem Auftreten von aseptischen Lockerungen her. Dieser Zusammenhang konnte in den eigenen statistischen Analysen nicht bestätigt werden. Varus-Positionen des Schafts führten nach Kosfeld (1996) und Gervers (1998) zu einer Häufung von Aufhellungslinien und einer Verdickung der Kortikalis lateral in Höhe der Prothesenspitze (Zone drei). Nachdem von elf gelockerten Schäften sieben in einer Varus-Stellung implantiert worden sind und ebenfalls sieben eine starke asymmetrische periostale Proliferation in Zone drei aufwiesen, konnte hier durchaus ein Zusammenhang hergestellt werden. Palmisano et al. (2003) beschrieben diesen radiologischen Befund ebenfalls als Indiz für einen chronisch aseptisch gelockerten Schaft. Auch nach Edwards et al. (1997) führte eine initiale Varus-Position der Schaftprothese zu einer starken periostalen Reaktion in Höhe der Schaftspitze vergesellschaftet mit einer aseptischen Lockerung. Kosfeld (1996) fand, dass in 16,7 % seiner Fälle ein schlecht aufliegender Prothesenkragen für Prothesenbrüche verantwortlich war. Da in dieser Studie keine Brüche der Schaftprothese auftraten, kann dazu keine Stellung bezogen werden. Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Lockerungen des Schafts und einem frei schwebenden oder teils mit Zement unterfütterten Kragen bestanden nicht, da alle aseptisch gelockerten Schäfte einen aufliegenden

Prothesenkragen aufwiesen. Ein zu kleines horizontales Offset führt laut Peck et al. (2013) zu einer verminderten Spannung des umliegenden Weichteilgewebes. Durch diese Laxizität kann eine Luxation des künstlichen Hüftgelenks hervorgerufen werden. Bei der eigenen Messung des horizontalen Offsets, zeigte sich dass dieses im Mittel um 3,5 mm vergrößert wurde. Betrachtet man nun die Luxationshäufigkeit mit 0,8 % lässt sich die Annahme von Peck et al. (2013) durchaus untermauern.

In Übereinstimmung mit Kosfeld (1996) und Holz (2002) hatte die Zementmenge in der Femurmarkhöhle keinen Einfluss auf das Auftreten von radiologischen Befunden oder Komplikationen. Die qualitative Beschaffenheit des Zementmantels zeigte ebenfalls keinen deutlichen Zusammenhang mit dem Auftreten von Schaftlockerungen. Von elf gelockerten Schäften war der Zementmantel in zwei Fällen von unbefriedigender Beschaffenheit. Zementbrüche traten in der vorliegenden Studie insgesamt bei 4 % der Zementmäntel auf. In zwei von elf Fällen (18,2 %) war ein Zementbruch mit einer aseptischen Lockerung vergesellschaftet. Dies steht im Einklang mit Frankel et al. (2004), die zeigten, dass Zementbrüche mit einer höheren Wahrscheinlichkeit zu einer aseptischen Lockerung führten und diese damit zu den Indikatoren für eine aseptische Schaftlockerung zählten. Reaktionen von Periost und Kompakta traten in Übereinstimmung mit Kosfeld (1996) vermehrt bei jungen Hunden auf und stärker als bei Hunden, die über zwei Jahre alt waren.

Trotz der Einschränkung, dass die erhobenen Daten zum funktionellen Ergebnis lückenhaft waren und sich nicht immer der Prothesenoperation zuordnen ließen, zeigte sich dennoch, dass die Lahmheitshäufigkeit nach dem Hüftgelenksersatz sank und die Oberschenkelmuskulatur zunahm.

So wiesen von 46 auch funktionell gut dokumentierten Fällen 35 nach der Implantation keine Lahmheit mehr auf und von 34 Hunden mit Angaben zur präoperativen Muskelatrophie ließen 33 bei der Nachuntersuchung diesen Befund nicht mehr erkennen.

Die Komplikationsrate dieser Studie lag mit 13,6 % im unteren Bereich der aus der Literatur angegebenen Werte. Diese reichten bei Kurzzeitstudien (vgl. Tabelle 3) von 3,8 % (Olmstead 1995a) bis 29 % (Grevers et al.

2002). In drei dagegen direkt vergleichbaren Langzeitstudien reichte die Komplikationshäufigkeit (vgl. Tabelle 2) bei zementlosen Endoprothesen von 8,7 % (Marcellin-Little et al. 1999a), über 50 % (Kerschbaumer 1991) bis zu 63,2 % (Frankel et al. 2004) bei zementiertem Hüftgelenkersatz. Bei den Untersuchungen von Kerschbaumer (1991) handelte es sich um eine experimentelle Studie, weswegen man das Ergebnis nur mit Vorsicht mit anderen Angaben vergleichen darf, da die Belastung der Totalendoprothese beim Familienhund im Vergleich zum Versuchstier deutlich höher einzuschätzen ist. Als klassische Spätkomplikation fand sich in den eigenen Untersuchungen die aseptische Prothesenlockerung mit einer Rate von 10,4 % am häufigsten. Dabei schnitt die Richards Prothese mit fünf aseptischen Lockerungen von insgesamt 25 Implantaten (20 %) am schlechtesten ab. Ein ähnliches Ergebnis der Richards Prothese beschrieben Kosfeld (1996) mit 20,2 %, sowie Perslow (2001) mit einer Komplikationsrate von 18,2 %. Die Porte Prothese stand in der Reihenfolge der Lockerungshäufigkeit, mit einer aus insgesamt acht Prothesen (12,5 %), an zweiter Stelle. Die Biomécanique Prothese war mit 6,5 % (sechs von 92 Prothesen) am seltensten betroffen. Holz (2002) berichtete bei der Biomécanique Prothese von einer Komplikationsrate von 10,9 %. Vier von 13 aseptischen Lockerungen konnten nach einer Standzeit von fünf Jahren detektiert werden. Nur in einem Fall wurde eine Lockerung nach zwei Jahren festgestellt. Das bedeutet, dass für einen objektiven Vergleich nur Langzeitstudien herangezogen werden sollten, da Studien mit einer Laufzeit von weniger als fünf Jahren vermutlich eine realistische Häufigkeit von aseptisch gelockerten Implantaten schlichtweg nicht erfassen können. Bei den drei direkt vergleichbaren Langzeitstudien trat bei Kerschbaumer (1991) die aseptische Lockerung mit einer Rate von 33,3 % auf. Marcellin-Little et al. (1999a) hingegen beschrieben für die zementlose PCA Prothese keine derartige Lockerung in ihrer Studie. Frankel et al. (2004) berichteten von einer Lockerungshäufigkeit in Höhe von 63,2 %. Interessant sind an dieser Stelle auch die Ergebnisse der Post-mortem-Studie von Skurla et al. (2005), die in 63,2 % der untersuchten Femora (Standzeit 0,7 bis 11,7 Jahre) aseptische Lockerungen fanden. Die dazugehörigen Pfannen, ebenfalls mit einer

Standzeit von 0,7 bis 11,7 Jahren, zeigten eine Lockerungsrate von 52,6 % (Skurla und James 2005). Aufgrund dieser Angaben ist anzunehmen, dass weitaus mehr Implantate einer Lockerung unterliegen, die am lebenden Patienten nicht diagnostiziert werden. Matis und Holz (2004) stellten in einer Studie mit 81 Biomécanique-Prothesen, die eine Standzeit von 5 bis 13 Jahren aufwiesen, lediglich eine Lockerungsrate von 3 % fest.

In anderen Studien waren die Pfannen von einer aseptischen Lockerung häufiger betroffen, als die Schäfte (Olmstead et al. 1983, Olmstead 1987, Bardet et al. 1995, Gervers et al. 2002, Bardet 2004). In der vorliegenden Arbeit waren hingegen die Schäfte häufiger gelockert als die Pfannen. Diese Beobachtung deckte mit sich einer späteren Studie von Olmstead (2001) sowie den Untersuchungen von Kerschbaumer (1991), Kosfeld (1996), Skurla et al. (2005). Für eine aseptische Lockerung besonders charakteristisch sind progrediente Aufhellungen an den Grenzflächen (Konde et al. 1982, Parker et al. 1984b, Olmstead 1987, Montgomery et al. 1992, Massat und Vasseur 1994, Gervers et al. 2002). Eine Progredienz der Aufhellungssäume war in den eigenen Untersuchungen in zwölf von 13 Lockerungen feststellbar. In einem Fall stand kein Röntgenbild, das die aseptische Lockerung zeigte zur Verfügung. Während bei aseptischen Lockerungen der Pfanne stets eine kontinuierliche, alle drei Zonen erfassende Aufhellungslinie zu erkennen war, (vgl. Tabelle 39), konnte bei einer Lockerung des Schafts nur in zwei von elf Fällen ein kontinuierlicher Aufhellungssaum entdeckt werden (vgl. Tabelle 40). Diese Beobachtung deckte sich mit den Ergebnissen von Massat und Vasseur (1994), Bardet und Letournel (1995), Kosfeld (1996), Gervers (1998), Perslow (2001) und Holz (2002). Die Messung der Subsidence erwies sich durchaus als hilfreich, kann jedoch nicht als alleiniger Parameter für die Bewertung der aseptischen Schaftlockerung herangezogen werden. Es wäre wünschenswert diese Analyse an einer größeren Fallzahl in Form von Langzeitstudien durchzuführen. Dies dürfte zu einer besser fundierten Aussage führen. Die eigenen Ergebnisse zeigten, dass bei sieben von elf gelockerten Schäften eine Schaftsinterung nachgewiesen werden konnte.

Sowohl die Luxations-, als auch die Frakturhäufigkeit fielen in der vorliegenden Arbeit vergleichsweise gering aus. Dieses Ergebnis lässt sich mit der Operationserfahrung der Chirurgin vereinbaren (De Young et al. 1992, Olmstead 1995b, Bardet und Letournel 1995, Kosfeld 1996).

Die Luxationsrate dieser Studie lag bei 0,8 %. Eine ansatzweise Übereinstimmung der Luxationshäufigkeit findet sich nur bei Studien, die aus dem selben Haus und von der selben Chirurgin stammten. So berichtete Holz (2002) eine Luxationsrate von 1,5 % und Matis und Holz (2004) 1,6 %. Durch eine Vergrößerung des Offsets ist ein strammerer Sitz der Prothese gewährleistet, wodurch einer Luxation vorgebeugt wird. Da das Offset bei 125 künstlichen Hüften deutlich größer war, als auf der nicht operierten kontralateralen Seite, konnte an dieser Stelle ein Zusammenhang hergestellt werden. Auf der anderen Seite ist anzumerken, dass durch die Vergrößerung des horizontalen Offsets bei Hunden, die eine Prädisposition für eine Patellaluxation aufweisen, diese begünstigt werden könnte. Durch die Vergrößerung des horizontalen Offsets übt der Quadrizeps medial einen stärkeren Zug auf die Kniescheibe aus und könnte somit eine mediale Patellaluxation hervorrufen. Diese Hypothese sollte durch weitere klinische Untersuchungen abgeklärt werden.

Die Frakturhäufigkeit lag in dieser Studie bei 0,8 %. Eine ähnlich niedrige Rate von Femurfrakturen erreichten Gutbrod und Festl (1995) mit 0,5 %, sowie Matis und Holz (2004) mit 0,7 %. Liska (2010), mit einer Frakturrate von 2,9 %, kam zu dem Ergebnis, dass ältere Hunde, die eine zementierte Totalendoprothese erhielten, einer höheren Wahrscheinlichkeit unterlagen, eine Femurfraktur zu erleiden als jüngere Patienten. Diese Beobachtung konnte anhand der durchgeführten statistischen Analyse nicht belegt werden.

Das Osteosarkom als Spätkomplikation des Hüftgelenkersatzes wird bei Marcellin-Little et al. (1999b) als Fallbericht aufgearbeitet. Vor der Entstehung des Osteosarkoms war bei diesem Hund ein Knocheninfarkt sichtbar und die Autoren vermuteten, dass dieser generell als prädisponierender Faktor eine Rolle spielen könnte. Beim vorliegenden Osteosarkom konnte kein Knocheninfarkt festgestellt werden.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass der zementierte Hüftgelenksersatz beim Hund ein gutes Langzeitresultat aufweist. Dies ist unter anderem damit zu untermauern, dass von 97 Patienten 55,7 % beidseitig ein künstliches Hüftgelenk erhalten haben. Diese Tatsache spricht für ein gutes Langzeitergebnis, als auch für eine hohe Besitzerzufriedenheit.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Diese Studie, eine Zusammenarbeit der Chirurgischen Kleintierklinik und der orthopädischen Klinik und Poliklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München, stellt Langzeitergebnisse nach zementierter Totalendoprothetik des Hüftgelenks beim Hund dar. Aus einem Erhebungszeitraum von 26 Jahren, von 1988 bis 2014, wurden die Röntgenbilder von Hunden, mit einer Mindeststandzeit des Hüftgelenksersatzes von fünf Jahren, ausgewählt und radiologisch von einem Untersucher nach einem einheitlichen Schema beurteilt. Die Beurteilungen umfassten unter anderem die Position der Pfanne (Winkel der Ante- bzw. Retroversion, lateraler Öffnungsgrad), die Position des Schafts (zentriert, varus, valgus, horizontales Offset, Auflage des Prothesenkragens) und die Qualität des Zementmantels. Im Verlauf wurden Aufhellungslinien an den Grenzflächen von Pfanne und Schaft und Veränderungen der Implantatpositionen beurteilt. Ein funktionelles Ergebnis wurde, soweit es vorhanden war, erfasst. Die statistische Auswertung erfolgte mit einer binär logistischen Regressionsanalyse. Zur Auswertung gelangten 125 Totalendoprothesen bei 97 Hunden (28 bilateral versorgt), mit einer durchschnittlichen Standzeit von 6 Jahren, wobei alle Implantate von einer Chirurgin eingesetzt wurden. Unter den 125 Implantaten fanden sich 25 Richards-Canine-II Prothesen, 92 Biomécanique Prothesen und acht Porte Prothesen. Die Komplikationsrate lag bei 13,6 %, wobei die aseptische Lockerung mit 10,4 %, als klassische Langzeitkomplikation vorherrschte. Weitere Komplikationen waren eine Femurfraktur (0,8 %), ein Bruch des Pfannenimplantats (0,8 %), eine Luxation (0,8 %) sowie ein Osteosarkom (0,8 %). Die Komplikationshäufigkeiten anderer Studien, die eine Mindeststandzeit von fünf Jahren aufwiesen, reichte bei der zementlosen PCA Prothese von 8,7 % (Marcellin-Little et al. 1999a), über 50 % in einer experimentellen Studie (Kerschbaumer 1991), bis zu 63 % bei zementierten Prothesen (Frankel et al. 2004). Radiologisch-funktionelle Langzeitstudien sind in der Endoprothetik von großer Bedeutung, um einerseits den Erfolg einer Endoprothese zu belegen, als auch, um

Prävalenzen der aseptischen Lockerung fest zu stellen. Zusammenfassend ist zu sagen, dass der zementierte Hüftgelenksersatz beim Hund ein gutes Langzeitresultat aufweist. Dies ist unter anderem damit zu untermauern, dass von 97 Patienten 55,7 % beidseitig ein künstliches Hüftgelenk erhalten haben. Diese Tatsache spricht für ein gutes Langzeitergebnis, als auch für eine hohe Besitzerzufriedenheit.

VII. SUMMARY

This study represents long-term results after cemented total hip replacement (THR) in the dog. Medical records from 1988 until 2014 from dogs that underwent THR at the Clinic of Veterinary Surgery at the Ludwig-Maximilians-Universität in Munich were selected. Criteria for inclusion were a radiographic follow-up for at least five years after THR. Radiographs were evaluated by one investigator using computer-aided measurements and a standard evaluation. Assessment included position of the acetabular component (angles of anteversion, retroversion and lateral opening) and the femoral stem (central, varus, valgus, horizontal femoral offset, collar of femoral component), the quality of the femoral cement mantle and filling, and any changes in implant position, cement mantle and bone remodeling that were recognised during the comparison of postoperative and follow-up radiographs. For statistic analysis a binary logistic regression was used. 125 THR surgeries in 97 dogs (28 dogs analysed had bilateral THR) met the criteria. The prostheses used were Canine Richards II in 25 cases, Biomécanique in 92 and Porte prostheses in eight. The outcome was evaluated after a median postoperative period of 6 years (range 5 to 12 years) and all implants were carried out by the same surgeon using a standardized technique. 17 (13,6 %) long-term complications consisted predominantly of aseptic loosening (10,4 %), one osteosarcoma (0,8%), one broken cup (0,8%), one luxation (0,8%) and one fracture of the femur (0,8%). The long-term complication rate was in the lower end of reported ranges in the veterinary literature. Three other long-term evaluations reported a complication rate of 8,7 % after cementless PCA prosthesis (Marcellin-Little et al. 1999a), greater than 50 % in an experimental study (Kerschbaumer 1991) and up to 63,2 % (Frankel et al. 2004) after clinical application of cemented stems. Critical assessment of aseptic loosening of hip replacement implants requires radiographic long-term evaluations because implant loosening is not always functionally apparent and its occurrence increases with increasing service life of the implant. The success of prosthetics is measured by the long-term outcome of the procedure.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

AGILITY Medizintechnik. Produkte. [Homepage on internet]. [cited on 2014 May 1]. Available from: <http://www.agility-medtec.com/index.html>.

Andrews CM, Liska WD, Roberts DJ. Sciatic Neurapraxia As a Complication in 1000 Consecutive Canine Total Hip Replacements. *Vet Surg* 2008; 37: 254-262.

Bardet JF. Design Rationale: The Biomechanique Total Hip System. Contemporary Issues in Canine Hip Replacement, Walt Disney World Swan and Dolphin Resort, 2001 June 15-16; Orlando, Florida, USA.

Bardet JF. Cemented Total Hip Replacement: Experience In France With The Porte Prosthesis. Proceedings ESVOT Pre-Congress Total Hip Replacement Seminar, Munich 2004 9 Sept; Germany.

Bardet JF, Letournel E. Prothèse totale de la hanche chez le chien. *Prat Méd Chir Anim Comp* 1995; 30: 555-569.

Bardet JF, Matis U. La prothèse totale cimentée de la hanche chez le chien. *Prat Méd Chir Anim Comp* 1990; 25: 457-461.

B. Braun Vet Care GmbH. Hüftgelenksendoprothese für Hunde. [Homepage on internet] 2014. [cited on 2014 May 2]. Available from: <http://www.bbraun-vetcare.de>.

Bergh MS, Gilley RS, Shofer FS, et al. Complications and radiographic findings following cemented total hip replacement. A retrospective evaluation of 97 dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2006; 3: 172-179.

BioMedtrix – Innovation, Education, Support. [Homepage on internet]. 2014. [cited on 2014 April 25, 2014 May 1]. Available from: www.biomedtrix.com.

Braden TD, Olivier NB, Blaiset MA, et al. Objective evaluation of total hip replacement in 127 dogs utilizing force plate analysis. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2004; 17: 78-81.

Conzemius MG, Vandervoort J. Total Joint Replacement in the Dog. *Vet Clin Small Anim* 2005; 35:1213-1231.

Cross AR, Newell SM, Chambers JN, et al. Acetabular Component Orientation as an Indicator of Implant Luxation in Cemented Total Hip Arthroplasty. *Vet Surg* 2000; 29: 517-523.

DeLee J, Charnley J. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res* 1976; 121: 20-32.

DeYoung DJ, DeYoung BA, Aberman HA, et al. Implantation of an Uncemented Total Hip Prosthesis Technique and Initial Results of 100 Arthroplasties. *Vet Surg* 1992; 21(3): 168-177.

DeYoung DJ, Schiller RA. Radiographic Criteria for Evaluation of Uncemented Total Hip Replacement in Dogs. *Vet Surg* 1992; 21(2): 88-98.

Duniv NF, Pratola L, Yeadon R, et al. Total Hip Replacement after Failed Femoral Head and neck Excision in Two Dogs and Two Cats. *Vet Surg* 2011; 41: 136-142.

Dyce J. Complications: Luxation and Cup Position. *Contemporary Issues in Canine Hip Replacement, Walt Disney World Swan and Dolphin Resort, 2001 June 15-16; Orlando, Florida, USA.*

Dyce J, Wisner ER, Schrader SC, et al. Radiographic Evaluation of Acetabular Component Position in Dogs. *Vet Surg.* 2001; 30: 28-39.

Dyce J, Wisner ER, Wang Q, et al. Evaluation of risk factors for Luxation after Total Hip Replacement in Dogs. *Vet Surg* 2000; 29: 524-532.

Edwards MR, Egger EL, Schwarz PD. Aseptic loosening of the femoral implant after cemented total hip arthroplasty in dogs: 11 cases in 10 dogs (1991-1995). *J Am Vet Med Assoc* 1997; 211(5): 580-586.

Frankel DJ, Pluhar E, Skurla CP, et al. Radiographic evaluation of mechanically tested cemented total hip arthroplasty femoral components retrieved post-mortem. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2004; 17: 216-224.

Gemmill TJ, Pink J, Renwick A, et al. Hybrid Cemented/Cementless Total Hip Replacement in Dogs: Seventy-eight Consecutive Joint Replacements. *Vet Surg* 2011; 40: 621-630.

Gervers M. Untersuchungen zur Hüftgelenksendoprothetik bei Hunden unter besonderer Berücksichtigung der Komplikationen. [Dissertation]. TiHo Hannover; 1998.

Gervers M, Nolte I, Alt F, et al. Komplikationen nach Implantation eines modularen Endoprothesen-Sets im Vergleich zu Festkopfprothesen. *Berl Münch Tierärztl Wschr* 2002; 115: 412-419.

Graf T. Migrationsanalyse der Metha®-Kurzschaftprothese mittels EBRA-FCA [Dissertation]. LMU München; 2012.

Gruen TA, Mc Neice GM, Amstutz HC. „Modes of failure“ of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop* 1979; 141: 17-27.

Guillaumot P, Autefage A, Dembour T, et al. Outcome and complications after dual mobility total hip replacement. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2012; 6: 511-517.

Guillaumot P, Autefage A, Palierne S, et al. Dual mobility canine total hip prosthesis: Implant characteristics and surgical procedure. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2012; 6: 506-510.

Gutbrod F, Festl D. Praktische Anwendung und klinische Ergebnisse der Hüftgelenk-Totalendoprothese für Hunde Modell Aesculap. *Kleintierpraxis* 1995; 40(10): 793-804.

Hach V. Die HELICA-Endoprothese – eine neue zementlose Hüft-Endoprothese beim Hund. *Tierärztl Prax* 2009; 37(K): 69-74.

Hach V, Delfs G. Initial experience with a newly developed cementless hip endoprosthesis. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2009; 22: 153-158.

Holz I. Erfahrungen mit der Biomecanique-Prothese. Klinische und radiologische Untersuchungen in den Jahren 1991 bis 2001. [Dissertation]. LMU München; 2002.

Innoplant veterinary Implants. Hip-system overview. [Homepage on internet]. [cited on 2014 May 1]. Available from: <http://www.innoplant-vet.de/seite2.html>.

Ireifej S, Marino D, Loughin C. Nano Total Hip Replacement in 12 Dogs. *Vet Surg* 2011a; 41: 130-135.

Ireifej S, Marino DJ, Loughin CA. Risk Factors and Clinical Relevance of Positive Intraoperative Bacterial Cultures in Dogs with Total Hip Replacement. *Vet Surg* 2011b; 41: 63-68.

Iwata D, Broun HC, Preston CA, et al. Total hip arthroplasty outcomes assessment using functional and radiographic scores to compare canine systems. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2008; 21: 221-230.

Jankovits DA, Liska WD, Kalis RH. Treatment of Avascular Necrosis of the Femoral Head in Small Dogs with Micro Total Hip Replacement. *Vet Surg* 2012; 41: 143-147.

Kalis RH, Liska WD, Jankovits DA. Total Hip Replacement as a Treatment Option for Capital Physeal Fractures in Dogs and Cats. *Vet Surg* 2012; 41: 148-155.

Kerschbaumer S. Experimentelle Langzeitstudie zum totalen Hüftgelenkersatz beim Hund unter besonderer Berücksichtigung des klinischen Erscheinungsbildes sowie der Histomorphologie und des Einwachsverhaltens der zementierten Femurschaftprothese [Dissertation]. LMU München; 1991.

Königsee Implantate. Übersicht Artikel Hundehüften. [Homepage on internet]. [cited on 2014 April 25]. Available from: www.vet-implantate.de.

Konde LJ, Olmstead ML, Hohn, RB. Radiographic Evaluation Of Total Hip Replacement In The Dog. *Veterinary Radiol Ultrasound* 1982; 23(3): 98-106.

Kosfeld, HU. Der totale Hüftgelenkerstaz beim Hund. Klinische, röntgenologische und ganganalytische Erhebungen in den Jahren 1983 bis 1993 [Dissertation]. LMU München; 1996.

Leighton RL. The Richards Canine II total hip prothesis. *J Am Anim Hosp Assoc* 1979; 15: 73-76.

Liska, WD. Pulmonary thromboembolism associated with canine total hip replacement. In: *Contemporary Issues in Canine Hip Replacement*, Walt Disney World Swan and Dolphin Resort, 2001 June 15-16; Orlando, Florida, USA.

Liska, WD. Femur fractures associated with canine total hip replacement. *Vet Surg* 2004; 33: 164-172.

Liska WD. Micro Total Hip Replacement for Dogs and Cats: Surgical Technique and Outcomes. *Vet Surg* 2010; 39: 797-810.

Marcellin-Little DJ, DeYoung BA, Doyens DH, et al. Canine Uncemented Porous-Coated Anatomic Total Hip Arthroplasty: Results of a Long-Term Prospective Evaluation of 50 Consecutive Cases. *Vet Surg* 1999a; 28: 10-20.

Marcellin-Little DJ, DeYoung DJ, Thrall DE, et al. Osteosarcoma at the Site of Bone Infarction Associated With Total Hip Arthroplasty in a Dog. *Vet Surg* 1999b; 28: 54-60.

Marino DJ, Ireifej SJ, Loughin CA. Micro Total Hip Replacement in Dogs and Cats. *Vet Surg* 2012; 41: 121-129.

Massat BJ, Vasseur BP. Clinical and radiographic results of total hip arthroplasty in dogs: 96 cases (1986-1992). *J Am Vet Med Assoc* 1994; 205(3): 448-454.

Matis U. Cemented total hip replacement in small dogs – The European experience. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2009; A16.

Matis U, Holz I. Cemented Total Hip Replacement: Experience In Germany With The Biomecanique Prosthesis. Proceedings ESVOT Pre-Congress Total Hip Replacement Seminar, Munich 9 Sept 2004; Germany.

Matis U, Holz I, Kosfeld HU, et al. Zementierte TEP – noch aktuell? Proceedings 23. VÖK Jahrestagung 20-21 Sept 2008; Salzburg, Austria.

Matis U, Knobloch S, Off W. Der Hüftgelenkersatz beim Hund 9 Jahre Erfahrung an der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-universität München. 1. Seminar des AMC New York, 21 June 1992 June, Tegernsee, Germany.

Montgomery RD, Milton JL, Pernel R. Total hip arthroplasty for treatment of canine hip dysplasia. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1992; 22: 703-719.

Mostafa AA, Drüen S, Nolte I, et al. Radiographic Evaluation of Early Periprosthetic Femoral Bone Contrast and Prosthetic Stem Alignment after Uncemented and Cemented Total Hip Replacement in Dogs. *Vet Surg* 2012; 41: 69-77.

Müller A. Knochenmessungen zur Entwicklung einer anatomischen Hüftendoprothese für Hunde koxarthrotisch veranlagter Rassen [Dissertation]. LMU München; 1999.

Olmstead ML. Total Hip Replacement. *Vet Clin North Am: Small Anim Pract* 1987; 17(4): 943–955.

Olmstead ML. Canine cemented total hip replacements: State of the art. *J Small Anim Pract* 1995a; 36: 395-399.

Olmstead ML. The Canine Cemented Modular Total Hip Prosthesis. *J Am Anim Hosp Assoc* 1995b; 31: 109–124.

Olmstead ML. Complications: Removal and Revision Techniques. In: *Contemporary Issues in Canine Hip Replacement*, Walt Disney World Swan and Dolphin Resort, 2001 June 15-16; Orlando, Florida, USA.

Olmstead ML, Hohn RB. Ergebnisse mit der Hüfttotalendoprothese bei 103 klinischen Fällen an der Ohio State University. *Kleintierpraxis* 1980; 25: 407-415.

Olmstead ML, Hohn B, Turner TM. A five-year study of 221 total hip replacements in the dog. *J Am Vet Med Assoc* 1983; 183: 191-194.

Ota J, Cook JL, Lewis DD et al. Short-Term Aseptic Loosening of the Femoral Component in Canine Total Hip Replacement: Effects of Cementing Technique on Cement Mantle Grade. *Vet Surg* 2005; 34: 354-352.

Otto K, Matis U. Changes in cardiopulmonary variables and platelet count during anesthesia for total hip replacement in dogs. *Vet Surg* 1994; 23: 266-273.

Palmisano MP, Dyce J, Olmstead ML. Extrasosseous Cement Granuloma Associated With Total Hip Replacement in 6 Dogs. *Vet Surg* 2003; 32: 80-90.

Parker RB, Bloomberg MS, Bitetto W, et al. Canine Total Hip Arthroplasty: A clinical Review of 20 Cases. *J Am Anim Hosp Assoc* 1984a; 20: 97-104.

Parker RB, Spencer CP, Bloomberg MS et al. Canine Total Hip Arthroplasty: A Radiographic Correlation of Clinical Results in 20 Cases. *J Am Anim Hosp Assoc* 1984b; 20: 105-113.

Peck JN, Marcellin-Little DJ. *Advances In Small Animal Total Joint Replacement*. 1. Auflage. Ames, Iowa, USA: Wiley-Blackwell. 2013; 62.

Perot®. Perot® Products Line. [Homepage on internet]. [cited on 2014 April 25]. Available from: <http://www.perot.eu>.

Perslow M-B, *Der künstliche Hüftgelenkersatz beim Hund: Eine retrospektive Studie an der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der freien Universität Berlin in den Jahren 1993 bis 1998 [Dissertation]*. Freie Universität Berlin; 2001.

Perslow M-B, Kaiser S, Gussendorf C, et al. Der künstliche Hüftgelenksersatz beim Hund: Eine retrospektive Studie an der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der freien Universität Berlin in den Jahren 1993 bis 1998. *Kleintierpraxis* 2002; 47(3): 157-171.

Porte. *Vet. Implants et Instrumentation, Orthopédique Vétérinaire*. [Homepage on internet] 2010. [cited on 2014 April 25]. Available from: www.portevet.fr.

Reindl S. Nachweis venöser Embolien mittels transoesophagealer Echokardiographie bei Implantation von Hüfttotalendoprothesen mit Polymethylmethacrylat beim Hund [Dissertation]. LMU München; 1995.

Reindl S, Matis U. Detection of Embolic Events by Capnography and Transoesophageal Echocardiography during Total Hip Replacement. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1998; 11: 68-75.

Schmidutz F, Beierer M, Weber P, et al. Biomechanical reconstruction of the hip: comparison between modular short-stem hip arthroplasty and conventional total hip arthroplasty. *International Orthop (SICOT)* 2012; 36: 1341-1347.

Schutzer SF, GradyBenson J, Jasty M, et al. Influence of intraoperative femoral fractures and cerclage wiring on bone ingrowth into canine porous-coated femoral components. *J Arthroplasty* 1995; 10: 823-829.

Sell S, Schleh T, Handel M, et al. Heterotope Ossifikationen nach künstlichem Hüftgelenksersatz. *Operat Orthop Traumatol* 2000; 12(Heft 4): 328-340.

Skurla CP, James SP. Assessing the Dog as a Model for Human Total Hip Replacement: Analysis of 38 Postmortem-Retrieved Canine Cemented

Acetabular Components. J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater 73B 2005; 260-270.

Skurla CP, Pluhar GE, Frankel DJ, et al. Assessing the dog as a model for human total hip replacement. Analysis of 38 Canine Cemented Femoral Components Retrieved At Post-Mortem. J Bone Joint Surg (Br) 2005; 87-B(1): 120-127.

Swedish Hip Arthroplasty Register. [Homepage on internet]. 2011. [cited on 2014 September 11]. Available from: <http://www.shpr.se/en/Publications/DocumentsReports.aspx>.

Vidoni B. Hüftprothese Kyon Zürich Zementfreie Totalendoprothese. Proceedings 23. VÖK Jahrestagung 20-21 Sept 2008; Salzburg, Austria.

Warnock JJ, Dyce J, Pooya H, et al. Retrospective Analysis of Canine Miniature Total Hip Prostheses. Vet Surg 2003; 32: 285-291.

Yates GD, Wasik SM, Edwards GA. Femoral component failure in canine cemented total hip replacement: a report of two cases. Aust Vet J 2010; 88: 225-230.

Zurich Cementless Total Hip Replacement / Canine Totale Hip Replacement. [Homepage on internet]. 2009. [cited on 2014 May 1]. Available from: <http://www.kyon.ch/current-products/zurich-cementless-thr>.

IX. ANHANG

Tabelle 46: Synoptische Tabelle der Patienten- und Prothesendaten

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
1	1988	- w	DSH -	R re	2,8° 40,5° vr z 1	4 M Zb n +	6 M Zb n n	8 M Zb - -	6 a Zb n -		
2	1989	4a 6 M w	DSH -	R li	6° 32,3° vr a 1	5 M - - n	6 a - n -				
3	1988	3 a 8 M mk	Ch-Ch -	R li	2,1° 35° vr a 1	3 M - - n	6 a - n -				
4	1989	3 a 11 M mk	Ch-Ch -	R re	17,7° 48,8° vr a 1	5 a - n -					
5	1989	5 a 7 M wk	Gr Münst -	R re	9,8° 45° vr z 1	5 a - n n					
6	1989	3 a 10 M m	Irish Setter -	R li	11,6° 43,7° z a 1	3 M - n n	2 a - n -	3 a - n - THR re	5 a - n n		
7	1990	10 M m	Landseer -	R re	15,1° 67,3° vr a 1	4 a - n n	9 a - - -				
8	1990	3 a 10 M w	Ch-Ch 28	R li	13,2° 41,3° z a 1	2 M - + +	9 a - - +				
9	1990	5 a 6 M m	Ch-Ch -	R re	12,3° 36,7° z z 1 Kbr re	7 a - n n					

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
10	1990	5 a 6 M m	DSH 47	R li	25,7° 43,3° vr a 1	3 a - n +	6 a - n +				
11	1990	6 a 7 M m	DSH -	R li	14,7° 44,9° vr a 1	6 M - n +	4 a - n n	6 a - n -			
12	1991	7 a 3 M m	DSH -	R re	19,9° 45,8° z a 1	3 a - n n	5 a - n -				
13	1991	1 a 3 M m	Tib Terrier 15	R re	-8,5° 42,2° vr a 1	2 a - n n	7 a - n +	9 a AP n + Rev			
14	1991	1 a 1 M w	Rottw 44	R re	18,4° 58,3° z a 1	5 a - n - THR li					
15	1991	7 M w	Bobtail 29	R re	42,5° 60,5° z a 1	2 a AS n n Rev Sch vr a 1	4 a - + n Op Zugg	5 a - n n THR li	9 a - n +		
16	1991	1 a m	Mischling -	R li	21,9° 52,8° vr a 1	7 M - n -	4 a - n -	12 a - - +			
17	1992	1 a 7 M m	Mischling -	R re	20° 50,1° vr a 1	2 a - n -	11 a - - -				
18	1992	1a 3 M m	Bern Senn 33	R re	15,6° 43,5° z a 1	3 a - n -	5 a - + - Kbr				

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
19	1992	1 a 1 M wk	Bern Senn -	R re	7,9° 38,6° vr a 1	6 M - n n THR li	2 a - n -	4 a - n n	5 a - n n Tars re		
20	1992	10 M m	DSH 37	R re	0,6° 44,9° vr a 1	10 M - n n	4 a - n -	8 a - n n Trochab	9 a - n n		
21	1993	2 a 8 M m	DSH 37	B li	13,3° 69,6° z z 1	3 a - n -	7 a - n n	8 a - n n			
22	1994	5 a 5 M m	DSH 30	R li	4,6° 57,5° vg a 1	4 a APS n n	5 a APS + + Expl				
23	1994	1 a 2 M w	Gold Retr	R li	3° 44,4° vr a 4	6 M - n n THR re	1 a - n n	10 a AS + -			
24	1995	4 a 10 M wk	Mischling 27	R li	23° 57,9° vr a 1	1 a - n n	2 a - n n	6 a AS n n			
25	1996	5 a 10 M wk	Mischling 27	R re	10,7° 44° vr a 1	2 M - n n	5 a - n n				
26	1996	1 a 4 M m	Mischling 27	R li	8,5° 42,7° z a 1	2 M - n n	4a AS + -	10 a AS n -			
27	1993	1 a w	- 25	B li	10,3° 54,1° vr a 1	8 M - n n	4 a - n -	5 a - n n	6 a - n -	10 a - n n	

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
28	1993	6 a 2 M m	DSH 37	B li	3,3° 37,8° vr a 1	5 M - n n	2 a - n n	3 a - n - THR re	5 a - n n		
29	1993	5 a 11 M m	Lab Retr	B li	14,9° 52,6° vr f 1	5 a - n n	7 a - n n				
30	1993	1 a m	- -	B li	16,1°, 46,9° vr f 1	9 M - - n	8 a - - -	10 a - + -			
31	1993	1 a 9 M m	- -	B re	18,1° 40,1° vr a 1	8 a - - -	10 a - - -				
32	1994	5 a 7 M m	DSH 40	B li	12,5° 43° vr a 4	1 a - n n THR re	5 a - n -				
33	1996	2 a 1 M m	Gold Retr 28	B li	9,2° 29,2° z a 1 Pcu re	1 M - n n	2 a - n -	5 a - - - Pcu re			
34	1996	2 a 2 M w	DSH 33	B re	6,3° 36,7° vr a 1	1 M - n n THR li	5 a - - -				
35	1996	6 a 5 M w	Collie 29	B li	2,6° 41,5° z a 1	9 M - n -	2 a - - -	5 a - n n			
36	1997	4 a 6 M m	Spr Span 24	B re	17° 43,7° vr a 2	8 M - n n	1 a - n n	3 a - - n THR li	4 a - - -	5 a - + +	7 a - - -
37	1996	6 a 1 M wk	Mischling 24	B li	6,3° 45,4° vr a 4	1 M - n n	5 a - - +				

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
38	1996	10 a 6 M wk	Lab Retr 25	B re	6,3° 42,6° vr a 1	4 M - n -	2 a - n n	5 a - - -			
39	1996	10 a 10M wk	Lab Retr 25	B li	6,3° 41,5° z a 1	2 a - - n	5 a - - +				
40	1996	1 a 2 M mk	DSH 30	B li	10,8° 59,2° vr a 4 Rev Kopf	4 M - n n	5 M - n n	5 a - - -			
41	1996	1 a 6 M mk	DSH 30	B re	20,6° 50,4° vr a 1	1 M - n n	5 a - - -				
42	1997	1 a m	Rottw 40	B li	6,9° 22,1° z a 1	3 M - n n	1 a - n +	4 a - - -	11 a - - +		
43	1997	1 a 3 M m	Rottw 40	B re	12,9° 39,8° z a 1	9 M - n n	4 a - - +	11 a APS - -			
44	1997	2 a 3 M wk	Gord Sett 20	B re	11,2° 60,8° vr a 4	9 M - n -	3 a - n n	8 a - - - Fkhr li			
45	1997	1 a 2 M w	Sib Husky 20	B li	4,6° 53,3° z a 1	1 a - n - THR re	2 a - n -	3 a - n -	4 a - n -	5 a - - +	
46	1997	8 M w	Mischling 17	B re	13,6° 48,6° z a 2	1 a - n n	3 a Zb + +	5 a AS n +			
47	1997	2 a 9 M w	Hovaw 25	B li	10° 43,5° z a 4	1 M - n n	2 a Zb n n	5 a Zb - -	6 a Zb n -	7 a Zb n -	

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
48	1998	3 a 9 M w	Hovaw 25	B re	13,1° 57° vr a 2	5 M - n n	4 a - - -	6 a - - -			
49	1997	3 a 8 M w	Rottw 34	B li	20,9° 57,3° z a 1 Maus Talus	5 M - n -	8 a - - +				
50	1998	4 a 1 M w	Rottw 34	B re	22,8° 58° z a 1	7 a - - - MausCar					
51	1998	3 a 6 M wk	Mischling 27	B re	18,5° 51° z a 2	2 M - n n	1 a - n -	2 a - n n THR li	3 a - - -	5 a - - +	
52	1998	1 a 2 M m	Mischling	B li	13,5° 50,1° vr a 1	4 M - n + THR re	5 a - n -				
53	1998	11 M m	Bern Senn 35	B li	14,9° 62,3° vr a 1	5 M - n -	6 a AS n n				
54	1998	2 a 10 M mk	Rottw 42	B re	10,4° 22,4° vr a 1	7 M - n -	8 a - - -				
55	1999	3 a 4 M mk	Rottw 42	B li	22,5° 66,4° vr a 1	7 a - - -					
56	1998	4 a 3 M wk	Neufund 30	B li	-3,6° 42,9° vr a 1	10 M - n -	4 a - - -	5 a - - -	6 a - - +		
57	1999	5 a 1 M wk	Neufund 30	B re	10,9° 52,8° z a 1	3 a - - +	4 a - + -	5 a - - -			

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
58	1999	2 a 6 M w	Gold Retr 30	B re	5° 65,2° vr a 1	1 a - n - THR li	3 a - - -	5 a - - -			
59	1999	1 a 1 M m	Mischling 32	B re	7,3° vr a 1	9 M - n -	7 a - - n				
60	1999	4 a 10 M m	Gord Sett 33	B re	10,3° 31,6° vr a 1	1 a - n -	3 a - n -	7 a - - -			
61	1999	3 a 2 M wk	Mischling 29	B re	4,5° 39,4° z a 1	2 a - n -	3 a - - -	9 a - n -			
62	2002	5 a 11 M wk	Mischling 29	B li	21,9° 48,8° vr a 1	6 a - n -					
63	1999	9 a 7 M wk	Mischling 27	B li	6,7° 49,7° vr a 4	5 a - n n					
64	1999	4 a 9 M mk	Bord Dogg 56	B li	17° 32,2° z a 4	5 a - n n					
65	1999	8 M m	Mischling 26	B re	10,1° 68,7° vr a 4	6 a - - - Rev Pfa					
66	2000	6 a wk	Gold Retr 25	B li	1,6° 46,7° vr a 1 Tplo li	5 a - - - THR re	6 a - n - Pcu li				
67	1999	1 a 4 M wk	DSH 34	B li	22° 50,1° z a 4	6 M - n -	8 M - - n	6 a - n -			

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
68	2000	1 a 11 M wk	DSH 34	B re	21,1° 68,1° z a 4	5 a - n -					
69	2000	4 a 8 M wk	Dt Draht 37	B re	19,9° 53,2° vr a 1	1 a - n n	2 a - - -	5 a - n -			
70	2000	1 a 4 M wk	DSH 22	B li	17,3° 49,1° vg a 4 Korrektur	2 M - n n	1 a - + -	2 a - - -	4 a - - +	5 a - + +	
71	2000	1 a 6 M wk	DSH 22	B re	18,6° 40,2° vr a 2	1 a - - -	2 a - + + Tplo re	4 a - - -	5 a - - -		
72	2000	2 a wk	Bern Senn 40	B re	-3,5° 39,3° vr a 1	8 a - + n Tplo re Tib Fra					
73	2000	1 a 1 M wk	Bern Senn 28	B li	12,3° 66,9° z a 2	1 M - n n	6 a - n -	7 a - - -	9 a - - - Tplo li		
74	2000	3 a 11 M w	Lab Retr 31	B re	13,6° 43,2° z a 1	7 a - + +					
75	2000	4 a 3 M m	Bord Coll 35	B li	6,3° 42,7° z a 1	1 M - n n	1 a - - +	2 a - + +	4 a - n n	7 a - n n Laminek	
76	2000	4 a 4 M m	Bord Coll 35	B re	16,9° 47,1° z a 1	1 a - - -	2 a - + +	4 a - n n	7 a - - n		

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
77	2000	8 M m	DSH 30	B re	13,8° 51,8° vr a 4 Fem Fra	6 M - n +	1 a ---	2 a ---	3 a ---	5 a - + -	8 a - + +
78	2000	8 M m	DSH 30	B li	11° 44,7° vr a 4	6 M ---	1 a ---	2 a ---	3 a - + +	5 a AS - -	8 a AS - -
79	2000	3 a 9 M wk	DSH 40	B li	12,2° 50,8° vr a 1	1 a ---	5 a ---				
80	2000	4 a 2 M	DSH 40	B re	26,7° 53,4° z a 1	1 a ---	5 a - + -				
81	2000	8 a m	Aired Terr 30	B re	6,5° 38,7° vr a 1	3 M - n n	5 M - n n	5 a - - n			
82	2000	8 a 3 M m	Aired Terr 30	B li	6,3° 33,6° vr a 2	2 M - n n	1 a - n n	5 a - + n Tplo li			
83	2000	4 a 2 M m	Gold Retr 35	B li	20,4° 59,2° z a 1	2 M - - n	6 M - - n	8 a ---			
84	2000	9 M w	Bern Senn 31	B re	-3,4° 30,6° vr a 1	2 M - - +	1 a --- Pcu li	5 a --- THR li	9 a --- Pcu re		
85	2001	1 a 11 m mk	Presso 38	B re	-3,6° 58,8° z a 1 Tplo li	1 a - n - Kbr li	2 a + - n Tplo re	3 a + n +	4 a +++ Kbr re	7 a +++ Osteosa	

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
86	2001	5 M w	Mischling 14	B re	16,9° 49,8° vr f 1	8 a - - +					
87	2001	1 a 2 M m	Mischling 21	B re	15,2° 48,3° vr a 1	4 M - - -	12 a - n -				
88	2001	6 a w	DSH 30	B re	11,4° 62,4° vr a 3 Laminek	1 a - - -	2 a - - -	3 a - - -	5 a - + -		
89	2001	8 a wk	DSH 28	B re	9,7° 49,8° vr a 1	5 M - - - Laminek	1 a - - - THR li	2 a - - -	3 a - - n	5 a - - n	
90	2001	6 a 3 M w	DSH 37	B li	24,4° 44,1° vr a 1	2 a - - -	6 a - n n				
91	2002	4 a 2 M mk	Mischling 39	B li	12,2° 62,6° z a 1	2 a - n -	3 a - n n Fem Fra	5 a - + +			
92	2002	10 M m	Bern Senn 31	B li	16,9° 59,2° z a 1	3 M - n n	6 a - - -				
93	2002	1 a 1 M m	Bern Senn 31	B re	8,3° 53,2° z a 1	6 a - + +					
94	2002	4 a 8 M m	Shiba Inu 16	B re	9,2° 58,6° vr a 1	3 M - - -	4 a - - - THR li	5 a - - -			

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
95	2003	11 M w	Mischling 40	B re	12,5° 54,5° vg a 1	5 a --- THR li					
96	2003	3 a 4 M m	Bord Coll 26	B li	9,4° 32,5° vr a 1	1 a --- THR re	5 a ---				
97	2003	9 M w	Mischling 14	B li	1,2° 44,2° z a 3	5 a -- +					
98	2003	3 a 11 M mk	Presso 38	B re	4,5° 59,9° vr a 1	1 a - n n Laminek	2 a AS n n	3 a AS n n	4 a AS n n	6 a AS n +	
99	2003	2 a 3 M wk	Foxterr -	B li	19,4° 68,5° z a 1	2 M - n +	7 M - n -	5 a ---			
100	2003	8 M wk	Mischling 21	B re	17,2° 60,2° z a 4	7 M - - n	6 a - n -				
101	2004	1 a 3 M wk	Mischling 21	B li	18,4° 45,2° z a 4	5 a - n -					
102	2003	1 a 11 M wk	Mischling -	B re	18,8° 46,5° z a 4	3 M - n n	7 M - n n	5 a ---	7 a ---		
103	2004	2 a 6 M wk	Mischling -	B li	11,4° 49,9° z a 1	4 a -- +	6 a ---				

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
104	2004	3 a 11 M wk	Mischling -	B re	10,1° 42,2° z a 1	1 M - - +	2 a - - +	7 a - - - Tplo re THR li			
105	2004	5 a 7 M mk	Labr Retr 35	B re	3,3° 37,8° vg a 1	2 M - - +	4 a - - -	7 a - n -			
106	2004	2 a 7 M mk	Mischling -	B li	11,6° 46,3° vr a 1	7 M - - +	2 a - - -	4 a - - - Laminek	5 a - - -	6 a - n n Laminek	9 a - n n
107	2004	3 a mk	Mischling -	B re	7,2° 35,4° vr a 3	7 M - - -	2 a - + +	4 a - + -	5 a - + + Tplo re	6 a - n n	9 a - n n
108	2004	1 a 4 M m	Gold Retr 33	B li	11,3° 60,2° vr a 1	5 a - - - THR re					
109	2004	7 a 5 M m	Briard 51	B li	2,9° 46,6° vr a 1	6 M - - -	4 a Zb n n	5 a Zb n -			
110	2005	2 a 3 M w	DSH 37	B re	10,3° 60,2° z a 1	5 M - - -	5 a - - -	6 a - - -	7 a - - -		
111	2005	2 a 8 M w	DSH 37	B li	17,7° 51° vr a 1	5 a AP + + Rev Pfa	6 a - - -	7 a - - -			

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
112	2005	5 a 3 M m	DSH 42	B li	18,5° 50,5° vr a 1	1 a - n -	3 a - n -	4 a - n n Tplo li Desmot	a a - n +		
113	2005	5 a 3 M wk	Bord Coll 22	B re	-0,2° 48,2° z a 1	3 a - - -	4 a - n -	6 a - n -	8 a - n +		
114	2008	6 a 9 M wk	Bord Coll 22	P li	1,1° 38,9° vr a 1	9 M - - -	3 a - n -	7 a - n -			
115	2006	4 a 7 M wk	Dt Boxer 31	B li	8,8° 49,9° z a 1	6 M - - - THR re	5 a - n -				
116	2006	4 a 10 M m	Labr Retr 37	B li	4,7° 46,7° z a 1	6 M - n n Pcu li	2 a - - - THR re	3 a - n -	4 a - - -	5 a - - -	
117	2006	1 a 11 M mk	Staff Bullt 35	B li	12,8° 51,1° vr a 2	5 M - n n	2 a - - -	3 a - + + Tplo li	4 a - - +	6 a - - - Tplo re	7 a - n -
118	2006	1 a 11 M mk	Rottw 35	P re	6,2° 47,1° z a 1	7 M - - -	2 a - - - ResSes	3 a - - -	7 a - - - Tplo li		
119	2006	1 a 4 M mk	Mischling 31	B li	5,5° 53,7° vr a 1 Tarsus re	8 a + + + Expl Pfa					

N	Jahr	Alter Geschl	Rasse Gewicht	M S	Post Op R/LO P/Pk/Zm	1. K A/L/M O/Rev	2. K A/L/M O/Rev	3. K A/L/M O/Rev	4. K A/L/M O/Rev	5. K A/L/M O/Rev	6. K A/L/M O/Rev
120	2006	1 a 4 M w	Cane Cors 39	P li	15° 61° z a 3	1 a ---	2 a --- THR re	3 a ---	4 a ---	6 a ---+	
121	2007	2 a 3 M m	Mischling 36	P li	17,1° 50,8° vr a 3	5 M ---	7 a - n -				
122	2007	2 a 8 M	Mischling 36	P re	16° 52,4° z a 4	7 a - n -					
123	2007	7 a wk	Mischling 21	P re	9,2° 38,9° vr a 3	3 a --- THR li	4 a ---	6 a ---			
124	2008	5 a 10 M wk	Mischling 21	P re	6,8° 33,1° vr a 1	2 M Zb --	1 a Zb --	5 a AS n - Fkhr li			
125	2008	7 a 7 M wk	Mischling	P li	-2,3° 44,9° vg a 1	2 a - n - THR re	5 a - n -				

Erklärung:

1. Spalte:

N: Laufende Nummer des Patienten; sortiert nach Prothesentyp und chronologisch

2. Spalte:

Jahr: Jahr der TEP-Operation

3. Spalte:

Alter (oben): Alter des Patienten bei TEP-Operation

Geschlecht (unten): Geschlecht des Patienten

4. Spalte:

Rasse (oben): Rasse des Patienten

Gewicht (unten): Gewicht des Patienten bei TEP-Operation

5. Spalte:

M (oben): Prothesenmodell

S (unten): rechte oder linke Hinterextremität TEP-Operation

6. Spalte:

Messungen post operationem

R: Winkel der Retroversion

LO: Lateraler Öffnungswinkel

P: Position des Prothesenschaftes

Pk: Position des Prothesenkragens

Zm: Beschaffenheit des Zementmantels

7. Spalte:

1. Kontrolle: Zeitpunkt der ersten Kontrolle post operationem

A: Aufhellungslinie; Verdacht auf aseptische Lockerung

L: Lahmheit zum Zeitpunkt der Untersuchung

M: Muskelatrophie zum Zeitpunkt der Untersuchung

O: Zusätzliche orthopädische Operation

Rev / Expl: Revision oder Explantation

8. Spalte:

2. Kontrolle: Zeitpunkt der zweiten Kontrolle post operationem

9. Spalte:

3. Kontrolle: Zeitpunkt der dritten Kontrolle post operationem

10. Spalte:

4. Kontrolle: Zeitpunkt der vierten Kontrolle post operationem

11. Spalte:

5. Kontrolle: Zeitpunkt der fünften Kontrolle post operationem

12. Spalte:

6. Kontrolle: Zeitpunkt der sechsten Kontrolle post operationem

Zeile grau hinterlegt: Aseptische Lockerung vorhanden
Abkürzungen:

a:	Jahr
M:	Monat
w:	weiblich
wk:	weiblich kastriert
m:	männlich
mk:	männlich kastriert
DSH:	Deutscher Schäferhund
Ch-Ch:	Chow-Chow
Gr Münst:	Großer Münsterländer
Tib Terrier:	Tibet Terrier
Rottw:	Rottweiler
Bern Senn:	Berner Sennhund
Gold Retr:	Golden Retriever
Lab Retr:	Labrador Retriever
Collie:	Langhaarcollie
Spr Span:	Springer Spaniel
Hovaw:	Hovawart
Gord Sett:	Gordon Setter
Sib Husky:	Sibirischer Husky
Neufund:	Neufundländer
Bord Dogge:	Bordeaux Dogge
Dt Drahth:	Deutsch Drahthaar
Bord Coll:	Border Collie
Aired Terr:	Airedale Terrier
Presso:	Presso de Mallorquin
Foxterr:	Foxtierrier
Staff Bullt:	Staffordshire Bullterrier
Cane Cors:	Cane Corso
R:	Richards-Prothese
B:	Biomécanique-Prothese
P:	Porte-Prothese
re:	rechts
li:	links
vr:	varus
z:	zentriert
vg:	valgus
Zb:	Zementbruch
AP:	Aufhellungslinie Pfanne vorhanden
AS:	Aufhellungslinie Schaft vorhanden
APS:	Aufhellungslinie Pfanne und Schaft vorhanden
f:	frei
z:	teilweise mit Zement unterlegt

a: aufliegend
-: negativ, nicht vorhanden
+: positiv, vorhanden
n: nicht beurteilbar

1 – 4: Beurteilung des Zementmantels (Frank et al. 2004):

1: sehr gut: „weiss“ zwischen Prothesenschaft und Femurkortikalis; keine Luftblasen innerhalb von 1 cm des Implantats

2: gut: Aufhellungslinie am Knochen-Zement-Interface < 0,25 mm breit; keine Luftblasen größer als 1/3 des Femurdurchmessers innerhalb von 1 cm des Implantats; keine Luftblasen mit Kontakt zum Implantat; weniger als 5 Luftblasen kleiner als 1/3 des Femurdurchmessers

3: befriedigend: Aufhellungslinie am Knochen-Zement-Interface > 0,25 mm und < 1,0 mm breit; keine Luftblasen größer als 1/3 des Femurdurchmessers innerhalb von 1 cm des Implantats; keine Luftblasen mit Kontakt zum Implantat; weniger als 5 Luftblasen kleiner als 1/3 des Femurdurchmessers innerhalb von 1 cm des Implantats

4: unbefriedigend: Aufhellungslinie am Knochen-Zement-Interface > 1,0 cm breit; Luftblase(n) größer als 1/3 des Femurdurchmessers innerhalb von 1 cm des Implantats; Luftblase(n) mit Kontakt zum Implantat; Aufhellungslinie am Zement-Mantel-Interface; mehr als 5 Luftblasen innerhalb von 1 cm des Implantats

Kbr:	Kreuzbandruptur
THR re / li:	TEP auf der kontralateralen Seite, aber Standzeit < 5 Jahre
Rev:	Revision Schaft und Pfanne
Rev Sch:	Revision Prothesenschaft
Op Zugg:	Entfernung der Drahtzuggurtung
Tra Fib:	Transposition Fibulakopf
Tars:	Operation wegen Tarsitis
Trochab:	Trochanterabriss
Expl:	Explantation Schaft und Pfanne
Pcu:	Processus coronoideus ulnae
Rev Kopf:	Revision Prothesenkopf
Maus Talus:	Extraktion Gelenksmaus im Talus
Fkhr:	Resektionsarthroplastik
MausCar:	Extraktion Gelenksmaus im Carpus
Tplo:	Tibia Plateau Leveling Osteotomie
Korrektur:	Korrekturosteotomie alte Fraktur Femur
Tib Fra:	Tibiafraktur
Laminek:	Hemi- oder Laminektomie Wirbelsäule
Fem	Fra: Femurfraktur
Osteosa:	Osteosarkom
Desmot:	Desmotomie M. semitendinosus
ResSes:	Resektion von Sesambeinen
Expl Pfa:	Explantation Pfanne
Tarsus:	Abriss Seitenband

X. DANKSAGUNG

Herzlichst möchte ich mich bei Prof. Dr. Dr. med. vet. habil. Dipl. ECVS Köstlin für die Überlassung des Themas sowie für die fachliche Unterstützung bedanken.

Prof. Dr. med. vet. Andrea Meyer-Lindenberg gilt mein Dank für den Zugang zu den Archiven und der Bereitstellung des Materials der Chirurgischen Kleintierklinik.

Bei Prof. Dr. Dr. med. habil. Dipl.-Ing. Jansson möchte ich mich für die fachliche Unterstützung und Zusammenarbeit sehr bedanken.

Mein Dank gilt ebenfalls Dr. med. Schmidutz für die fachliche und praktische Unterstützung.

Herzlichen Dank möchte ich an Prof. Dr. Dr. med. vet. habil. Dipl. ECVS Matis für die umfassende fachliche Unterstützung richten.

Dem gesamten Team der Radiologie der Chirurgischen Kleintierklinik sei für die Hilfsbereitschaft gedankt.