

Aus der Klinik für kleine Haustiere  
des Fachbereiches Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

## **Felines High-rise Syndrom**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Veterinärmedizin  
an der  
Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
Annica Nerlich  
Tierärztin  
aus Berlin

Berlin 2015  
Journal-Nr.: 3843

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek  
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Leo Brunnberg  
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Christoph Lischer  
Dritter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Marcus Doherr

*Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):*

cats, trauma, fracture, falls, windows, underground structures, statistical  
analysis, data analysis

Tag der Promotion: 27.06.2016

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen  
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über  
<<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

ISBN: 978-3-86387-770-5

**Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2015**

Dissertation, Freie Universität Berlin

**D 188**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder  
Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in  
irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet,  
vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch  
ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der  
Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von  
jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written  
authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2016

Choriner Str. 85 - 10119 Berlin

[verlag@menschundbuch.de](mailto:verlag@menschundbuch.de) – [www.menschundbuch.de](http://www.menschundbuch.de)

## Inhalt

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| <b>1 Einleitung</b>                                | 1  |
| <b>2 Literaturübersicht</b>                        | 2  |
| High-rise Syndrom (HRS)                            | 2  |
| Vorkommen                                          | 2  |
| Häufigkeit                                         | 2  |
| Beeinflussende Faktoren                            | 3  |
| Ursachen                                           | 4  |
| Allgemeines Verletzungsbild                        | 4  |
| Biomechanik und Schwere der Verletzungen           | 6  |
| Absturzhöhe                                        | 6  |
| Aufprallkraft                                      | 6  |
| Aufprallzeit                                       | 8  |
| Verteilung der Kräfte                              | 8  |
| Sekundäre Faktoren                                 | 9  |
| Der Luftstellreflex bei Katzen                     | 9  |
| Epidemiologie                                      | 11 |
| Rasse, Alter, Geschlecht, Körpergewicht            | 11 |
| Jahreszeit, Tageszeit                              | 13 |
| Zeit zwischen Unfall und Vorstellung beim Tierarzt | 13 |
| Untersuchungsprotokoll                             | 14 |
| Absturzhöhe                                        | 14 |
| Aufpralluntergrund                                 | 15 |
| Verletzungsmuster beim HRS                         | 15 |
| Schock                                             | 15 |
| Thoraxtrauma                                       | 16 |
| Orofaziale Läsionen                                | 17 |
| Stumpfes Bauchtrauma                               | 19 |
| Gliedmaßenfrakturen                                | 20 |
| Beckenfrakturen                                    | 21 |
| Luxationen                                         | 21 |
| Rückenmarkläsion(en) und Wirbelfraktur(en)         | 22 |
| Fallhöhe und Läsionsmuster nach HRS                | 22 |
| Anzahl der Läsionen im Bezug zur Absturzhöhe       | 22 |
| Verletzungsmuster in Beziehung zur Absturzhöhe     | 24 |
| Verletzungsmuster – Absturzhöhe – Luftstellreflex  | 25 |

|                                                         |           |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| Überlebensrate beim felinen HRS                         | 27        |
| <b>3 Material und Methoden</b>                          | <b>28</b> |
| Material                                                | 28        |
| Methoden                                                | 30        |
| Auswertung der Patientenaufzeichnungen                  | 30        |
| Zeit: Monat, Stunde                                     | 30        |
| Vorbehandlung                                           | 31        |
| Absturzhöhe                                             | 31        |
| Aufpralluntergrund                                      | 32        |
| Begleitumstände                                         | 32        |
| Verletzungen                                            | 32        |
| Schock                                                  | 32        |
| Schädelhirntrauma                                       | 32        |
| Orofasziale Läsionen                                    | 32        |
| Verletzungen im Bereich des Auges                       | 32        |
| Zungenverletzungen                                      | 33        |
| Zahntrauma(ta)                                          | 33        |
| Abrasionsverletzung(en) des Gesichts                    | 33        |
| Bauchtrauma(ta)                                         | 33        |
| Bandruptur(en)                                          | 33        |
| Weichteilverletzungen im Bereich der Gliedmaßen         | 33        |
| Überlebensrate                                          | 33        |
| Röntgen                                                 | 34        |
| Thorax                                                  | 34        |
| Lungenkontusion                                         | 34        |
| Pneumothorax                                            | 35        |
| Hämothorax                                              | 35        |
| Pneumomediastinum                                       | 35        |
| Subcutanes Emphysem                                     | 35        |
| Rippenfraktur(en) und Sternumfraktur(en), -luxation(en) | 35        |
| Skelett                                                 | 36        |
| Mandibularfraktur(en), -luxation(en)                    | 36        |
| Andere Schädelfrakturen                                 | 36        |
| Gliedmaßenfraktur(en)                                   | 36        |
| Lokalisation der Frakturen                              | 36        |
| Scapula                                                 | 37        |
| Lange Röhrenknochen                                     | 37        |

|          |                                                              |    |
|----------|--------------------------------------------------------------|----|
|          | Becken                                                       | 44 |
|          | Ossa carpi, metacarpalia, tarsi,<br>metatarsalia, phalangeae | 45 |
|          | Luxationen                                                   | 45 |
|          | Wirbelsäule und Rückenmark                                   | 45 |
|          | Schweregrad der Verletzungen                                 | 45 |
| <b>4</b> | <b>Ergebnisse</b>                                            | 47 |
|          | Epidemiologie                                                | 47 |
|          | Monatliche Häufigkeit                                        | 47 |
|          | Tageszeitliche Häufigkeit                                    | 48 |
|          | Tages- und Jahreszeit des Absturzes                          | 48 |
|          | Zeit zwischen dem HRS und Vorstellung in der Klinik          | 49 |
|          | Vorbehandlung                                                | 50 |
|          | Absturzhöhe                                                  | 51 |
|          | Aufpralluntergrund                                           | 53 |
|          | Begleitumstände                                              | 54 |
|          | Verletzungsmuster                                            | 54 |
|          | Schock                                                       | 54 |
|          | Schädelhirntrauma                                            | 54 |
|          | Thoraxtrauma                                                 | 54 |
|          | Orofasziale Läsionen                                         | 55 |
|          | Bauchtrauma                                                  | 56 |
|          | Gliedmaßenfrakturen                                          | 57 |
|          | Scapula                                                      | 57 |
|          | Lange Röhrenknochen                                          | 57 |
|          | Ossa carpi, metacarpalia, tarsi,metatarsalia, phalangeae     | 63 |
|          | Becken                                                       | 64 |
|          | Luxationen                                                   | 65 |
|          | Bandruptur(en)                                               | 65 |
|          | Weichteilverletzungen an Gliedmaßen                          | 65 |
|          | Rückenmarkläsion(en) und Wirbelfraktur(en)                   | 66 |
|          | Schweregrad der Verletzungen                                 | 66 |
|          | Schweregrad und Alter                                        | 67 |
|          | Schweregrad und Geschlecht                                   | 68 |
|          | Schweregrad und Körpergewicht                                | 68 |
|          | Schweregrad und Absturzhöhe                                  | 68 |
|          | Schweregrad und Beschaffenheit der Aufprallfläche            | 69 |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| Verletzungskombinationen                 | 70         |
| Risikoanalyse für zwei Läsionen          | 72         |
| Risikoanalyse für drei Läsionen          | 75         |
| Absturzhöhe und Verletzungsmuster        | 75         |
| Statistische Auswertung                  | 76         |
| Ergebnisse                               | 76         |
| Überlebensrate                           | 79         |
| <b>5 Diskussion</b>                      | <b>80</b>  |
| Epidemiologie                            | 80         |
| Rasse, Alter, Geschlecht, Körpergewicht  | 80         |
| Zeit des Absturzes: Monat, Stunde        | 82         |
| Absturzhöhe, Aufpralluntergrund          | 83         |
| Mehrfach Abstürze                        | 84         |
| Untersuchungsprotokoll bei HRS Patienten | 85         |
| Verletzungsmuster                        | 85         |
| Schock                                   | 85         |
| Thorax                                   | 86         |
| Kopf                                     | 87         |
| Bauch                                    | 88         |
| Gliedermaßen                             | 91         |
| Risikoanalyse                            | 96         |
| Überlebensrate                           | 98         |
| <b>6 Zusammenfassung</b>                 | <b>99</b>  |
| <b>7 Summary</b>                         | <b>101</b> |
| <b>8 Zitierte Literatur</b>              | <b>103</b> |
| <b>9 Danksagung</b>                      | <b>108</b> |
| <b>10 Selbständigkeitserklärung</b>      | <b>109</b> |

## Verwendete Abkürzungen

|        |   |                      |
|--------|---|----------------------|
| %      | = | Prozent              |
| °      | = | Grad                 |
| <      | = | kleiner als          |
| >      | = | größer als           |
| ≤      | = | kleiner gleich       |
| ≥      | = | größer gleich        |
| -      | = | bis                  |
| /      | = | Differenz            |
| ∑      | = | Summe                |
| √      | = | Wurzel               |
| A.     | = | Arteria              |
| Abb.   | = | Abbildung            |
| Art.   | = | Articulatio          |
| Artt.  | = | Articulationes       |
| bzw.   | = | beziehungsweise      |
| cm     | = | Zentimeter           |
| d.h.   | = | das heißt            |
| etc.   | = | et cetera            |
| ggf.   | = | gegebenenfalls       |
| HRS    | = | High-rise Syndrom    |
| J      | = | Jahre                |
| kg     | = | Kilogramm            |
| KGW    | = | Körpergewicht        |
| km/h   | = | Kilometer pro Stunde |
| Lig.   | = | Ligamentum           |
| Ligg.  | = | Ligamenta            |
| m      | = | Meter                |
| min    | = | Minuten              |
| median | = | Medianwert           |
| n      | = | Anzahl der Katzen    |
| sec    | = | Sekunde              |
| u.a.   | = | unter anderem        |
| V.     | = | Vena                 |
| z.B.   | = | zum Beispiel         |

## Tabellen

|             |                                                                                                         |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1:  | Verletzungsursachen bei Hunden nach KOLATA (1980)                                                       | 3  |
| Tabelle 2:  | Verletzungsursachen bei Katzen nach KOLATA (1980)                                                       | 3  |
| Tabelle 3:  | Skala des Schweregrades der Verletzungen korreliert zum Verletzungsmuster in Anlehnung an KOLATA (1980) | 5  |
| Tabelle 4:  | Die Rassenverteilung der HRS Patienten (n= 1122)                                                        | 29 |
| Tabelle 5:  | Das Alter der Patienten bei Vorstellung in der Klinik (n=1085)                                          | 29 |
| Tabelle 6:  | Das Geschlecht der Patienten (n=1112)                                                                   | 30 |
| Tabelle 7:  | Das Gewicht der Patienten (n=974)                                                                       | 30 |
| Tabelle 8:  | Schweregrad der Verletzungen korreliert zum modifizierten Verletzungsmuster                             | 46 |
| Tabelle 9:  | Die jahreszeitliche Häufigkeit des HRS bei 1125 Katzen                                                  | 47 |
| Tabelle 10: | Tages- und Jahreszeiten in denen Katzen abstürzen                                                       | 49 |
| Tabelle 11: | Einfluss von Tageszeit auf die Zeit bis zur Vorstellung in der Klinik                                   | 49 |
| Tabelle 12: | Einfluss von Tageszeit auf die Vorbehandlung                                                            | 50 |
| Tabelle 13: | Einfluss von Vorbehandlung und auf die Zeit bis zur Vorstellung in der Klinik                           | 50 |
| Tabelle 14: | Aufpralluntergrund – hart/weich – Häufigkeit und Prozentsatz                                            | 53 |
| Tabelle 15: | Orofasziale Läsionen, isoliert oder multipel                                                            | 55 |
| Tabelle 16: | Humerus: Frakturhäufigkeit, -lokalisation und -typ nach UNGER et al.(1990)                              | 58 |
| Tabelle 17: | Radius-/Ulna: Frakturhäufigkeit, -lokalisation und -typ nach UNGER et al.(1990)                         | 59 |
| Tabelle 18: | Os femoris: Frakturhäufigkeit, -lokalisation und -typ nach UNGER et al. (1990)                          | 60 |
| Tabelle 19: | Tibia/Fibula: Frakturhäufigkeit, -lokalisation und -typ nach UNGER et al. (1990)                        | 62 |
| Tabelle 20: | Verteilungsmuster von Frakturen eines Beckenknochens                                                    | 64 |
| Tabelle 21: | Schweregrad und Geschlecht                                                                              | 68 |
| Tabelle 22: | Schweregrad und Aufpralluntergrund hart / weich                                                         | 69 |
| Tabelle 23: | Signifikanz und Odds Ratio signifikanter Verletzungen und Absturzhöhe                                   | 77 |



## Abbildungen

|                |                                                                                                          |    |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1-6: | Freier Fall der Katze (in Anlehnung an BEAVER, 2003)                                                     | 10 |
| Abbildung 7:   | Das Alter der Katzen mit HRS                                                                             | 11 |
| Abbildung 8:   | Das Geschlecht der HRS-Katzen ob intakt oder kastriert                                                   | 12 |
| Abbildung 9:   | Die Absturzhöhe in Metern bei Katzen mit HRS                                                             | 14 |
| Abbildung 10:  | Thoraxverletzungen bei Katzen mit HRS in verschiedenen Städten der Welt und ihre prozentuale Häufigkeit  | 16 |
| Abbildung 11:  | Prozentuale Häufigkeit der Epistaxis nach HRS in den verschiedenen Städten der Welt                      | 18 |
| Abbildung 12:  | Gliedmaßenfrakturen bei Katzen mit HRS in verschiedenen Städten der Welt und ihre prozentuale Häufigkeit | 20 |
| Abbildung 13:  | Anzahl der Verletzungen pro Katze korreliert zur Absturzhöhe in Metern nach BARTH (1990)                 | 22 |
| Abbildung 14:  | Anzahl der Verletzungen korreliert zur Absturzhöhe nach PAPAZOGLU et al. (2001)                          | 23 |
| Abbildung 15:  | Anzahl der Verletzungen korreliert zur Absturzhöhe in Metern nach WHITNEY und MEHLHAFF (1987)            | 23 |
| Abbildung 16:  | Die prozentuale Überlebensrate von Katzen nach HRS in den verschiedenen Städten der Welt                 | 27 |
| Abbildung 17:  | Mandibularfrakturen: Röntgenanatomische Lokalisation                                                     | 36 |
| Abbildung 18:  | Scapulafrakturen: Röntgenanatomische Lokalisation                                                        | 37 |
| Abbildung 19:  | Lage der Knochensegmente nach UNGER et al. (1990)                                                        | 38 |
| Abbildung 20:  | Humerusfrakturen (1) nach UNGER et al. (1990)                                                            | 40 |
| Abbildung 21:  | Radius-/Ulnafrakturen (2) nach UNGER et al. (1990)                                                       | 41 |
| Abbildung 22:  | Frakturen des Os femoris (3) nach UNGER et al. (1990)                                                    | 42 |
| Abbildung 23:  | Tibia-/Fibulafrakturen (4) nach UNGER et al. (1990)                                                      | 43 |
| Abbildung 24:  | Beckenfrakturen: Röntgenanatomische Lokalisation                                                         | 44 |
| Abbildung 25:  | Anzahl und prozentuale Häufigkeit des HRS im Tagesverlauf bei 1034 Katzen                                | 48 |
| Abbildung 26:  | Absturzhöhe in Etagen mit jeweiliger Anzahl und prozentualem Anteil am Gesamtkollektiv (n = 1125)        | 51 |
| Abbildung 27:  | Absturzhöhe in Metern bei 1125 Katzen und ihr jeweiliger prozentualer Anteil                             | 52 |
| Abbildung 28:  | prozentuale Verteilung des Schweregrades der Verletzungen                                                | 67 |
| Abbildung 29:  | Leicht verletzte Katzen, Verletzungshäufigkeiten und Wahrscheinlichkeit von Verletzungskombinationen     | 70 |

|               |                                                                                                         |    |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 30: | Schwer verletzte Katzen, Verletzungshäufigkeiten und<br>Wahrscheinlichkeit von Verletzungskombinationen | 71 |
| Abbildung 31: | Absturzhöhe und Zahl der Verletzungen                                                                   | 75 |
| Abbildung 32: | Muskuloskeletale Verletzungen der Vordergliedmaße                                                       | 91 |
| Abbildung 33: | Muskuloskeletale Verletzungen der Hintergliedmaße                                                       | 92 |
| Abbildung 34: | Anzahl und prozentuale Häufigkeit der HRS-Läsionen<br>bei 1125 Katzen                                   | 96 |

# 1 Einleitung

Der Absturz von Katzen aus Hochhäusern und die daraus folgenden Verletzungen werden seit 1976 (ROBINSON) als felines High-rise Syndrom (HRS) bezeichnet. Beim HRS können von Kopf bis Fuß alle Organe und Systeme der Katze einzeln oder kombiniert verletzt sein. Ihre Schwere und Ausprägung werden von Faktoren wie Absturzhöhe, Gewicht, Alter, Aufpralluntergrund, Körperorientierung im Raum und Gliedmaßenhaltung beeinflusst. Obwohl die Tiere meist polytraumatisiert sind, überlebt die Mehrzahl der Katzen den Absturz. *Studienziel ist, an einer großen Population Katzen mit HRS, retrospektiv spezifische Läsionsmuster zu identifizieren und epidemiologische Faktoren sowie deren Auswirkung auf das Verletzungsmuster und den Schweregrad zu bestimmen, um so Voraussagen über die Art und Häufung der Verletzungen in Abhängigkeit von der Absturzhöhe machen zu können.* In den wenigen zugänglichen Studien wird das HRS sehr kontrovers dargestellt.

## **2 Literaturübersicht**

### **High-rise Syndrom**

Der Begriff High-rise Syndrom wurde 1976 erstmals in der veterinärmedizinischen Literatur verwendet und beschreibt traumatische Verletzungen nach einem Sturz (ROBINSON, 1976). In der Humanmedizin nutzte man bereits 1971 und 1975 die Begriffe „high-flyer syndrome“ und „jumpersyndrome“ als Synonyme (REYNOLDS et al., 1971; SMITH et al., 1975). Definiert wird das HRS als eine Gruppe von traumatischen Verletzungen, die bei Katzen entstehen, welche mindestens aus der 2. Etage oder höher von einem Balkon oder aus einem Fenster gestürzt sind (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; THACHER, 1993; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; NAKLADAL et al., 2013).

### ***Vorkommen***

Das HRS kommt vor allem im urbanen Bereich in den Zentren vor (BARTH, 1990). Die hohe Prozentzahl korreliert mit der Hochhaushäufigkeit, während es durch die Niedrigbauweise der Vorstädte und im ländlichen Raum seltener Ursache von Verletzungen ist (ROBINSON, 1976; KOLATA, 1980; ROUSH, 1980; THACHER, 1993).

### ***Häufigkeit***

Ätiologisch lassen sich bei Hund und Katze ganz allgemein 9 Hauptverletzungs-Ursachen ausmachen: Fenstersturz, Autounfall, tierische Interaktion, scharfkantige Objekte, Waffen, Feuer, Zusammenstoß, Misshandlungen, Okkult.

In Tabelle 1 und 2 sind sie für Hund und Katze getrennt in Anlehnung an KOLATA (1980) in der Reihenfolge ihrer jeweiligen Häufigkeiten geordnet:

Tabelle 1: Verletzungsursachen bei Hunden nach KOLATA (1980)

| <u>Verletzungsursache</u> | <u>Hund (n= 871) in %</u> |
|---------------------------|---------------------------|
| Autounfall                | 52,9                      |
| Okkult                    | 12,4                      |
| Scharfkantige Objekte     | 11                        |
| Tierische Interaktion     | 10,2                      |
| Fenstersturz              | 6,2                       |
| Zusammenstoß              | 2,6                       |
| Waffen                    | 2,1                       |
| Feuer                     | 1,3                       |
| Misshandlungen            | 1,3                       |

Tabelle 2: Verletzungsursachen bei Katzen nach KOLATA (1980)

| <u>Verletzungsursache</u> | <u>Katze (n= 129) in %</u> |
|---------------------------|----------------------------|
| Okkult                    | 39,5                       |
| Autounfall                | 16,3                       |
| Tierische Interaktion     | 14,7                       |
| Fenstersturz              | 13,9                       |
| Zusammenstoß              | 10,1                       |
| Scharfkantige Objekte     | 3,9                        |
| Feuer                     | 0,8                        |
| Misshandlungen            | 0,8                        |
| Waffen                    | 0                          |

Wie aus den Tabellen zu ersehen ist, besteht bei Katzen als häufigste Verletzungsursache die okkulte Ätiologie, vor Autounfall, tierischen Interaktionen und Sturz aus der Höhe.

### ***Beeinflussende Faktoren***

Für das Überleben der Tiere nach einem Absturz ist nicht nur die Absturzhöhe mitentscheidend, sondern auch andere Faktoren wie die Körperorientierung der Katze im Raum, die Verteilung der Kraft in Relation zur Masse, der Aufpralluntergrund, die Gliedmaßenhaltung, die Geschwindigkeit beim Aufprall, der Grad der Entspannung beim Aufprall, das Gewicht, das Alter, der Luftwiderstand und die meteorologischen Gegebenheiten (PRATSCHKE und KIRBY, 2002).

### ***Ursachen***

Ist der Sturz/Sprung beobachtet worden, war auffallend, dass die Katzen zuvor im Spiel oder ihrem Jagdverhalten entsprechend einem Vogel, Schmetterling, Insekt nachstellten oder aber mit dem Partnertier spielten (ROBINSON, 1976; WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; DUPRE et al., 1995; VNUK et al., 2004; BONNER et al., 2012). Wohnungskatzen sitzen gern am Fensterbrett, beobachten die Aktivitäten draußen, wärmen sich oder schlafen in der Sonne. Sie können bei offenem Fenster den Halt verlieren und raus fallen (ROBINSON, 1976). Oftmals wird der eigentliche Sturzablauf ungenau beschrieben, da er nicht beobachtet wurde und auf Vermutungen der Hausbesitzer, des Pförtners, Hausmeisters etc. beruht, die den Ablauf beobachtet haben wollen und mehr spekulativ zum etwaigen Unfallablauf beitragen. Nach ROBINSON (1976) sollten als Ursache des HRS bei nicht zweifelsfreier Anamnese auch tierquälerische Ursachen nicht ausgeschlossen werden.

### ***Allgemeines Verletzungsbild***

Eine charakteristische Triade von Symptomen bestehend aus Epistaxis, traumatischer Gaumenspalte und Pneumothorax in Kombination mit anderen Verletzungen sind Folgen des HRS (ROBINSON, 1976). Bei Stürzen aus Hochhäusern weisen Katzen ein umfangreiches Polytrauma mit Thorax-, Gesichts- und Maulverletzungen, Gliedmaßen-, Wirbelfrakturen und -luxationen sowie abdominale Traumata auf. Dagegen sind in Vorstädten und ländlichen Regionen eher nur die Extremitäten und das Becken betroffen (KOLATA, 1980; KAPATKIN und MATTHISEN, 1991; THACHER, 1993). Nach KOLATA (1980) ist das durch die Sturzhöhe bedingt.

Entsprechend listet KOLATA (1980) in Korrelation zur Körperregion Kopf, Nacken, Thorax, Abdomen, Becken und Gliedmaßen folgende Skala der Schweregrade der Verletzungen auf (Tabelle 3).

Tabelle 3: Skala des Schweregrades der Verletzungen korreliert zum Verletzungsmuster in Anlehnung an KOLATA (1980)

| Schweregrad                        | Verletzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Keine definierbare Verletzung      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohne klinische oder radiographisch definierbare Verletzung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Geringgradig                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleine Lazeration oder Abrasion</li> <li>• Stabile Beckenfraktur (Katze gehfähig)</li> <li>• Einfache metakarpal/-tarsal Fraktur(en)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                    |
| Mittelgradig                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgedehnte und/oder tiefe Lazeration(en)</li> <li>• Schädel- und/oder Wirbelfraktur(en) ohne neurologische Ausfälle</li> <li>• Luxation(en)</li> <li>• Bandruptur(en)</li> <li>• Einfache Fraktur(en) der langen Röhrenknochen, Rippe(n), Becken</li> </ul>                                                                                       |
| Hochgradig, nicht lebensbedrohlich | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiple tief ausgebreitete Lazeration(en)</li> <li>• Schädel- und/oder Wirbelfrakturen mit minimalen neurologischen Ausfällen</li> <li>• Pneumothorax, Haemothorax und/oder ausgedehnte Lungenkontusion mit geringgradiger respiratorischer Beeinträchtigung</li> <li>• Multiple Becken- und/oder Fraktur(en) der langen Röhrenknochen</li> </ul> |
| Hochgradig, lebensbedrohlich       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiple ausgedehnte Lazeration(en)</li> <li>• Schock</li> <li>• Schädel- und/oder Wirbelfraktur(en) mit neurologischem Defizit</li> <li>• Thoraxtrauma mit respiratorischer Insuffizienz</li> <li>• Abdominales Trauma mit Schock</li> <li>• Beckenringfrakturen</li> <li>• Offene Fraktur(en) langer Röhrenknochen</li> </ul>                    |

## Biomechanik und Schwere der Verletzungen

### Absturzhöhe

Die Absturzhöhe ist entscheidend für die Schwere der Verletzungen. Sie korreliert direkt mit der Aufprallgeschwindigkeit und bestimmt wesentlich die Stärke des Aufpralls (WARNER und DEMLING, 1986; DIAMOND, 1988). Das Unfallgeschehen „freier Fall“ wird nach folgender Formel berechnet:

$$v = \sqrt{2g} \times h$$

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| $v$ | Geschwindigkeit beim Aufprall              |
| $g$ | Fallbeschleunigung (9,8 m/s <sup>2</sup> ) |
| $h$ | Absturzhöhe                                |

Nach der Gleichung ist die initiale Beschleunigung Null. Das ist Grundvoraussetzung für den freien Fall. Die Aufprallgeschwindigkeit abgeleitet aus der Gleichung basiert auf der Annahme, dass sich das fallende Objekt in einem Vakuum befindet und keine Reibung während des freien Falls erfährt. Durch die Erdatmosphäre wird ein fallendes Objekt beim Sturz durch Reibung gebremst. Die Reibung, die das Objekt beim freien Fall erfährt, steht im Verhältnis zu seiner Querschnittsfläche. Die Querschnittsfläche bestimmt zusätzlich den Druck beim Aufprall mit (WARNER und DEMLING, 1986; DIAMOND, 1988; BARTH, 1990). So gilt zur Berechnung der Geschwindigkeit, unter Vernachlässigung des Luftwiderstandes, die Gleichung:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{s}{\sqrt{s/g}}$$

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| $v$ | Geschwindigkeit beim Aufprall              |
| $s$ | Fallstrecke                                |
| $t$ | Fallzeit                                   |
| $g$ | Fallbeschleunigung (9,8 m/s <sup>2</sup> ) |

(WARNER und DEMLING, 1986).

### Aufprallkraft

Die Aufprallkraft wird durch die Newtonsche Gleichung geregelt:

$$F = m \times a$$

|     |                                                        |
|-----|--------------------------------------------------------|
| $F$ | Kraft beim Aufprall                                    |
| $m$ | Masse des Objektes                                     |
| $a$ | Beschleunigung, im freien Fall, Bremsung beim Aufprall |

(WARNER und DEMLING, 1986; WHITNEY und MEHLHAFF, 1987).



Da die Bremskraft  $F$  in direkter Relation zur Masse des fallenden Objektes steht, erreicht ein adipöser Patient eine höhere Bremskraft als ein leichter, bei einem Sturz aus gleicher Höhe (WARNER und DEMLING, 1986).

Die Summe der Bremskräfte beim Aufprall ergibt sich aus der Gleichung:

$$d = \frac{g \times h}{s}$$

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| $d$ | Bremskraft                                 |
| $g$ | Fallbeschleunigung (9,8 m/s <sup>2</sup> ) |
| $h$ | Absturzhöhe                                |
| $s$ | Bremsweg beim Aufprall                     |

(WARNER und DEMLING, 1986).

Der Bremsweg wird von der Beschaffenheit des Untergrundes bestimmt: weicher Boden hat einen größeren Bremsweg als harter Belag, sodass verglichen zu hartem Untergrund der Aufprall bei weichem abgemildert wird (WARNER und DEMLING, 1986; WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; DIAMOND, 1988).

Die Summe der Energie, die beim Aufprall durch das Opfer weitergeleitet wird, trägt ebenso entscheidend zum Ausmaß der Sturzverletzungen bei. Die kinetische Energie fallender Objekte wird mit der Gleichung ermittelt:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}m \times v^2$$

|                  |                               |
|------------------|-------------------------------|
| $E_{\text{kin}}$ | kinetische Energie            |
| $m$              | Masse des Objektes            |
| $v$              | Geschwindigkeit beim Aufprall |

(WARNER und DEMLING, 1986).

Sie korreliert direkt zur Geschwindigkeit im Quadrat (AGALAR et al., 1999) und wie die Bremskraft, direkt zur Masse des fallenden Objektes (WARNER und DEMLING, 1986).

Ein Teil der kinetischen Energie besteht aus potentieller Energie:

$$E_{\text{pot}} = m \times g \times s$$

|                  |                                            |
|------------------|--------------------------------------------|
| $E_{\text{pot}}$ | potentielle Energie                        |
| $m$              | Masse des Objektes                         |
| $g$              | Fallbeschleunigung (9,8 m/s <sup>2</sup> ) |
| $s$              | Bremsweg beim Aufprall                     |

Der größte Teil der Aufprallenergie wird in mechanische Energie umgewandelt, da bei hartem Untergrund, der Bremsweg und die Summe der generierten potentiellen Energie minimal ist, gilt die Gleichung:

$$W = m \times g \times h$$

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| $W$ | mechanische Energie                        |
| $m$ | Masse des Objektes                         |
| $g$ | Fallbeschleunigung (9,8 m/s <sup>2</sup> ) |
| $h$ | Absturzhöhe                                |

Die mechanische Energie wird vom fallenden Objekt absorbiert und verursacht Knochenbrüche und/oder eine Ruptur innerer Organe (WARNER und DEMLING, 1986).

### **Aufprallzeit**

Auch die Zeit des Aufpralls beeinflusst das Ausmaß des Traumas enorm. Ein abrupter Aufprall ist mit schwereren Verletzungen assoziiert. Die Zeit des Aufpralls wird mit der folgenden Gleichung berechnet:

$$t = \frac{2s}{v}$$

|     |                               |
|-----|-------------------------------|
| $t$ | Aufprallzeit                  |
| $s$ | Bremsweg beim Aufprall        |
| $v$ | Geschwindigkeit beim Aufprall |

(WARNER und DEMLING, 1986).

Somit lässt sich ableiten, dass die Läsionen umso ausgeprägter sind, je höher die Geschwindigkeit und umso kürzer die Aufpralldauer ist. Die Zeit des Aufpralls korreliert direkt zum Bremsweg, deswegen ist die Aufprallzeit auf weichem Untergrund verlängert und das Ausmaß der Läsionen geringer (WARNER und DEMLING, 1986).

### **Verteilung der Kräfte**

Beim Aufprall erleidet der Körper Stress. Sein Ausmaß entspricht der Gleichung:

$$S = \frac{F}{A}$$

|     |                                                              |
|-----|--------------------------------------------------------------|
| $S$ | Stress                                                       |
| $F$ | Kraft                                                        |
| $A$ | Fläche des Objektes mit Kontakt zum Untergrund beim Aufprall |

(WARNER und DEMLING, 1986).

Dabei wird die Aufprallfläche durch die Ausbreitung des Körpers beim Aufprall bestimmt. Wird die Flugbahn unterbrochen kann der Körper beim freien Fall abgebremst werden und die Orientierung des Körpers für die Landung negativ beeinflussen (BARTH, 1990).

### ***Sekundäre Faktoren***

Witterungsbedingte Veränderungen wie Regen oder Frost können die Beschaffenheit des Aufpralluntergrundes verändern und so die Schwere der Verletzungen beeinflussen. Desweiteren kann starker Wind die Ausrichtung des Opfers beim Flug dermaßen verändern, dass der Aufprall folgenschwerer sein kann.

Die Konstitution des Patienten spielt für das Ausmaß der Läsionen ebenfalls eine wichtige Rolle. Altersabhängig sind Knochenquerschnitt und –stärke verschieden, so dass die Absorptionsfähigkeit des Skeletts reduziert oder erhöht sein kann (DIAMOND, 1988; PRATSCHKE und KIRBY, 2002).

Die Körperspannung beim Aufprall wirkt sich ebenso auf die Absorptionsfähigkeit aus. Ein Teil der Aufprallkraft kann durch Beugung der Gelenke und entsprechend entspannter Muskulatur sowie Fett und anderem Weichteilgewebe absorbiert werden (DIAMOND, 1988; PRATSCHKE und KIRBY, 2002).

### **Der Luftstellreflex bei Katzen**

Mit dem Luftstellreflex wird eine Fähigkeit von Katzen und anderen Säugetieren beschrieben, sich in der Luft drehen zu können, ohne sich abzustoßen und ihren Körper so ausrichten, dass sie auf den Füßen landen (CREMIEUX et al., 1984; BEAVER, 2003). Experimentell konnte nachgewiesen werden, dass dieser Reflex vestibulär kontrolliert und vom visuellen System mitgesteuert wird. Das Sehen ist nur bei der Landung oder als kompensatorischer Prozess nach Verlust des vestibulären Systems von Bedeutung. Auch gehörlose Katzen entwickeln den Luftstellreflex, weil das vestibuläre Organ selten beschädigt ist (MÜLLER und WEED, 1916; MAGNUS, 1922; RADEMACHER und BRAAK, 1936; CREMIEUX et al., 1984). Der Luftstellreflex bildet sich bei Katzen in den ersten 24 Lebenstagen aus und ist nach 40 Lebenstagen ausgereift (LANGWORTHY, 1929; CARMICHEL, 1934; WARKENTIN und CARMICHAEL, 1939; SANS et al., 1968; FOX, 1970; VILLABLANCA und OLMSTEAD, 1979; CREMIEUX et al., 1984).

Der Luftstellreflex wird nur ausgelöst, wenn die Wirbelsäule so gebeugt ist, dass Kopf und Hals nahezu rechtwinklig aufgestellt sind.



Abb. 1

Dabei sind die Vordergliedmaßen eng dem Körper anliegend, Beckengliedmaßen und Schwanz werden abgespreizt.



Abb. 2

In der folgenden Flugphase rotiert der Körper um 180° im vorderen Bereich um seine Achse.

Dabei wird ausgleichend der hintere Teil um 5° entgegen dem vorderen gedreht. Die Vordergliedmaßen werden vertikal gestreckt während die Beckengliedmaßen in der Achse des hinteren Körpers abgespreizt bleiben.



Abb. 3

Im weiteren Flug werden die Beckengliedmaßen an den Körper gezogen und langsam wieder gestreckt.



Abb. 4

Der hintere Körperabschnitt rotiert dabei gleichgerichtet in Richtung des vorderen und kann bis zu 30° überdreht werden.

Dieser Überdrehung wird spontan über den Schwanz und durch andere Muskeln korrigiert.



Abb. 5

Die zu Beginn gebeugte Haltung der Wirbelsäule bleibt dabei erhalten, so dass der Rücken während der Landung gewölbt ist und die Gliedmaßen gestreckt werden können (BEAVER, 2003).



© Alpha-Link.de

Abb. 6

Abb. 1-6: Freier Fall der Katze(in Anlehnung an BEAVER, 2003)

## Epidemiologie

### Rasse

Nach THACHER (1993), FLAGSTAD et al. (1999), PAPAZOGLU et al. (2001), BONNER et al. (2012) und NAKLADAL et al. (2013) sind zu 90 % Europäisch Kurzhaarkatzen betroffen und nur vereinzelt in der Reihenfolge der Häufigkeit Perser-, Norwegische Waldkatzen, Siam und Abyssinia (FLAGSTAD et al., 1999; PAPAZOGLU et al., 2001; BONNER et al., 2012).

### Alter

Katzen mit HRS sind im Durchschnitt 2,3 Jahre alt, wenn man einmal die Angaben aus der Literatur unter dem Aspekt Alter summiert, wie aus der Abbildung 7 zu entnehmen ist (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; BONNER et al., 2012).

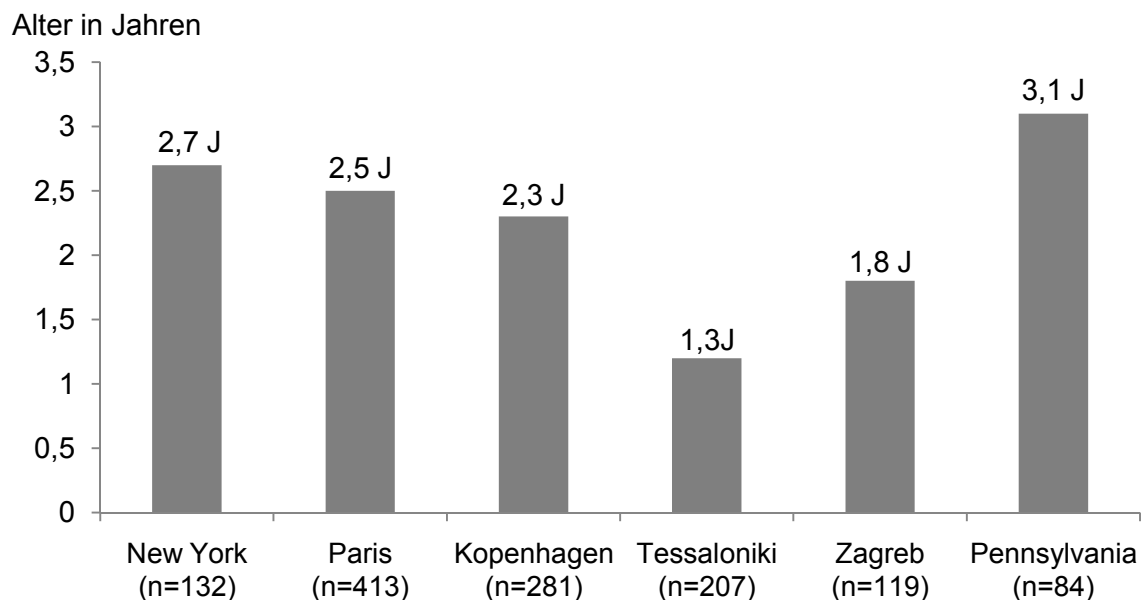


Abb. 7: Das Alter der Katzen mit HRS: New York nach WHITNEY und MEHLHAFF (1987), Paris nach DUPRE et al. (1995), Kopenhagen nach FLAGSTAD et al. (1999), Tesseloniki nach PAPAZOGLU et al. (2001), Zagreb nach VNUK et al. (2004), Pennsylvania nach BONNER et al.(2012)

In 50% der Fälle sind HRS-Katzen jünger als drei Jahre (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al.; 1999; PAPAZOGLU et al.; 2001; VNUK et al., 2004; BONNER et al., 2012).

## Geschlecht

Im Hinblick auf das Geschlecht können in den vorliegenden Studien (Abb. 8) keine Auffälligkeiten festgestellt werden (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; FLAGSTAD et al., 1999; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; BONNER et al., 2012).

Geschlecht in %

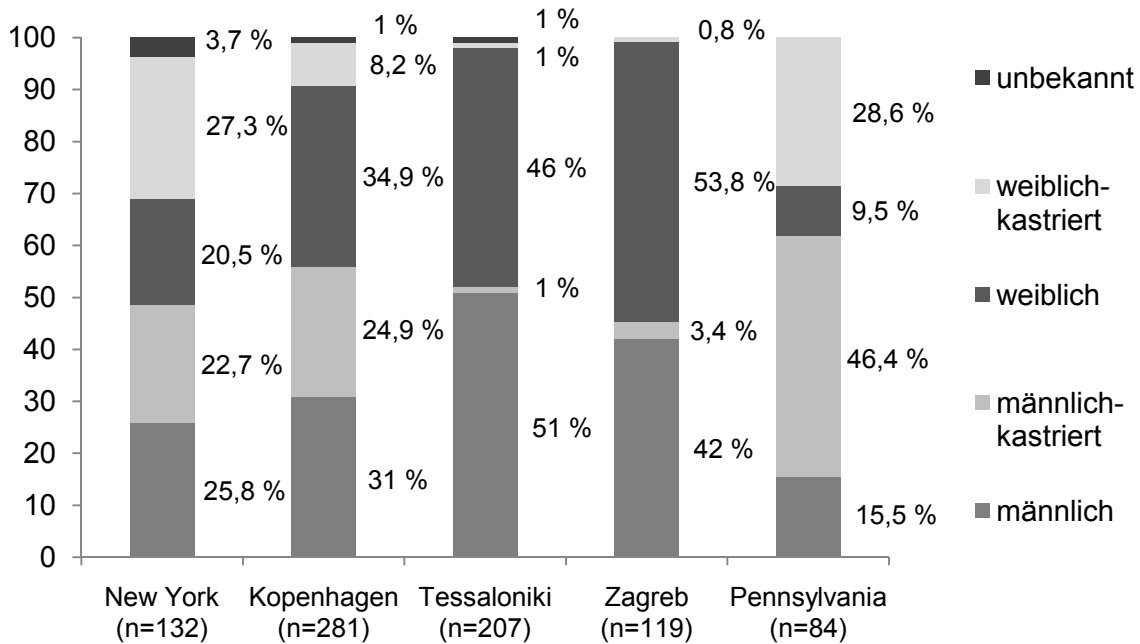


Abb. 8: Das Geschlecht der HRS-Katzen ob intakt oder kastriert: New York nach WHITNEY und MEHLHAFF (1987), Kopenhagen nach FLAGSTAD et al. (1999), Tessaloniki nach PAPAZOGLU et al. (2001), Zagreb nach VNUK et al. (2004), Pennsylvania nach BONNER et al. (2012)

Wie in der Abbildung 8 dargestellt, ist über verschiedene Städte in Amerika und Europa, in denen das HRS analysiert wurde, lediglich für Zagreb (Kroatien) und Tessaloniki (Griechenland) anzumerken, dass mehr weiblich und männlich intakte als weiblich- und männlich-kastrierte Katzen betroffen sind.

## Körpergewicht

BONNER et al. (2012) geben an, dass die Katzen mit Fenstersturz im Durchschnitt 4,67 kg wiegen.

### ***Jahreszeit***

Den Literaturangaben zufolge kommt es ab April bis September gehäuft zum HRS (ROBINSON, 1976; FLAGSTAD et al., 1999; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; NAKLADAL et al., 2013) besonders häufig in den Monaten Mai, Juli und August, die nach FLAGSTAD et al. (1999) besonders warm sind.

### ***Tageszeit***

Nach WHITNEY und MEHLHAFF (1987) stürzen Katzen insbesondere nachts ab. Dabei kann festgestellt werden, dass dies vor allem für nicht klimatisierte Gebäude zutrifft.

Um die warmen Innentemperaturen nachts zum Schlaf zu senken, werden zur Kühlung die Fenster geöffnet. Bei klimatisierten Gebäuden ereignet sich das HRS dagegen seltener, mit Ausnahmen wie der Reinigung oder dem Austausch der Klimaanlage und weil deswegen Fenster oder Balkontür zur Lüftung geöffnet werden (ROBINSON, 1976). Interessant ist, dass nach PAPAZOGLU et al. (2001) in Tessaloniki das HRS vorwiegend tagsüber entstanden ist.

### ***Zeit zwischen Unfall und Vorstellung beim Tierarzt***

Nach den verschiedenen Studien werden Katzen mit HRS frühestens 30 Minuten nach dem Unfall, aber auch bis zu einem Monat danach dem Tierarzt vorgestellt (VNUK et al., 2004).

BONNER et al. (2012) gruppiert die Unfallopfer unter dem Aspekt Zeit in Patienten:

1. Die bis zu 4 Stunden nach dem Sturz,
2. Die in weniger als 24 Stunden nach dem Sturz,
3. Die 24 Stunden bis 48 Stunden nach dem Sturz,
4. Die später als 48 Stunden nach dem Sturz, vorgestellt werden.

Eine derartige Kategorisierung von Befunden bei Vorstellung erfasst nur noch Läsionen, die mehr oder minder lange bestehen. Zeichen wie polytraumatischer Schock, akute Schmerzen, eines Thorax- und/oder Abdominaltraumas können bereits wieder verstummt sein (VNUK et al., 2004). Bildgebend nachweisbare Befunde sind insbesondere beim stumpfen Thorax- und Abdominaltraumas sehr zeitabhängig, weil z.B. freie Luft beim Pneumothorax, Pneumomediastinum, freies Blut beim Hämorthorax und/oder Hämoperitoneum bereits resorbiert sein können. Es können aber auch radiologische Zeichen der Lungenkontusionen erst bis zu 6 Stunden zeitverzögert sichtbar werden (DUPRE et al., 1995).

### **Untersuchungsprotokoll**

WHITNEY und MEHLHAFF (1987) und PAPAZOGLU et al. (2001) empfehlen immer den Thorax bei Fenstersturzkatten zu röntgen. VNUK et al. (2004) halten dieses Diagnostikum dagegen nur bei abnormaler Atmung für erforderlich.

### **Absturzhöhe**

Die durchschnittliche Absturzhöhe des felines HRS liegt bei Studien aus verschiedenen Städten zwischen 8,8 m und 20,1 m, wie aus der Abbildung 9 zu entnehmen ist (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; BARTH, 1990; THACHER, 1993; FLAGSTAD et al., 1999; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; BONNER et al., 2012).

Absturzhöhe in m

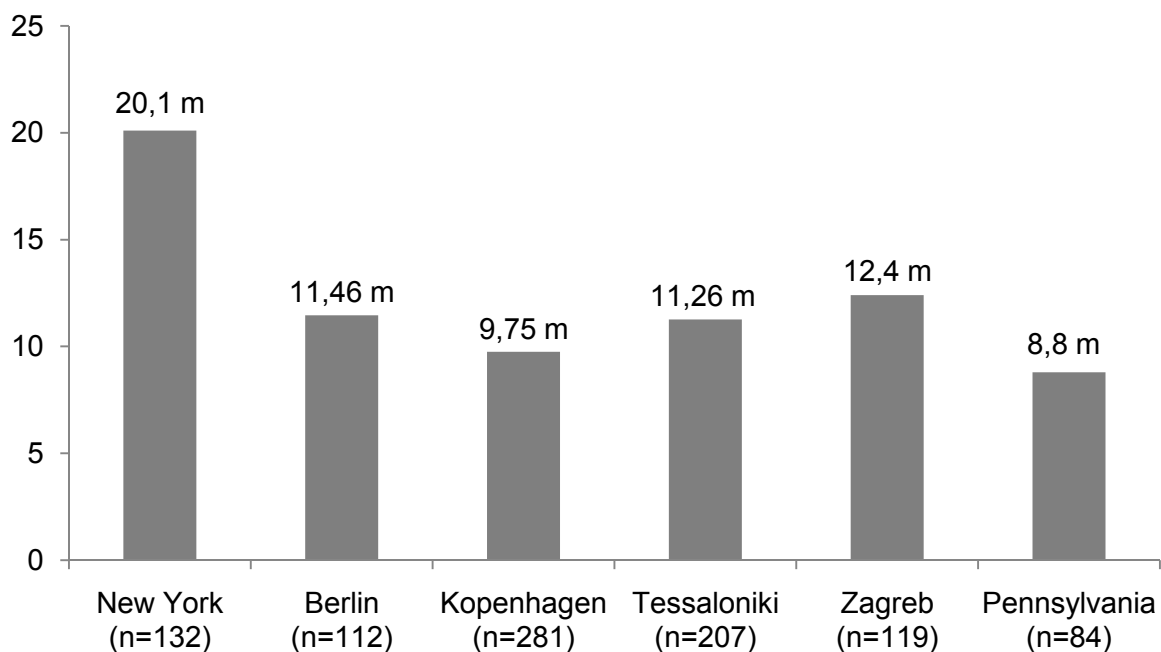


Abb. 9: Die Absturzhöhe in Metern bei Katzen mit HRS: New York nach WHITNEY und MEHLHAFF (1987), Berlin nach BARTH (1990), Kopenhagen nach FLAGSTAD et al. (1999), Tessaloniki nach PAPAZOGLU et al. (2001), Zagreb nach VNUK et al. (2004), Pennsylvania nach BONNER et al. (2012)



Für Zagreb und Kopenhagen sind maximale Höhen von 5. - 6. Etagen angegeben (FLAGSTAD et al., 1999; VNUK et al., 2004). Je ob Neu- oder Altbau schwankt die Höhe der Stockwerke zwischen 2,5 - 2,8 m in Neubauten, dem eine Sockelhöhe von bis zu einem Meter zuzurechnen ist. Für Altbauten gilt eine Höhe von 3,3 - 3,7 m. Addiert werden müssten bei beiden Bauarten 80 cm Höhe bis zum Fenster beziehungsweise Balkon (BARTH, 1990). Die Stadtgebäudeverwaltung von New York gibt die Höhe eines Stockwerks mit 3,7 - 4,6 m an (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; KAPATKIN und MATTHIESEN, 1991). Für Tessaloniki ist gesetzlich eine maximale Höhe von 2,8 m je Stockwerk und für das Erdgeschoss von maximal 3,7 m festgeschrieben (PAPAZOGLU et al., 2001).

### ***Aufpralluntergrund***

Meist stürzen Katzen in bebauten Gebieten auf Beton oder Asphalt (KAPATKIN und MATTHIESEN, 1991; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; BONNER et al., 2012). Je nach Beschaffenheit des Landeplatzes kann er weich: Erde, Sand, Schlamm, Schnee, Gras, Laubwaldboden und niedriger Pflanzenbewuchs; oder hart: Beton, Asphalt und Pflasterstein sein (BARTH, 1990; BONNER et al., 2012). Stürzen Katzen bei gleicher Absturzhöhe auf harten Untergrund ist die Verletzungsgefährdung um den Faktor 0,9 bis 2,5 x höher als bei weichem (BARTH, 1990). Vielfach liegen aber keine Angaben zum Landeuntergrund vor, da der Sturzhergang nicht beobachtet wird (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; VNUK et al., 2004; BONNER et al., 2012).

### **Verletzungsmuster beim HRS**

#### ***Schock***

28% der Patienten weisen nach dem HRS Symptome eines posttraumatischen hypovolämischen Schocks auf (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; BARTH, 1990; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; BUSINA und LÉCUYER, 2000; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; DUHAUTOIS et al., 2010).

Nach den Literaturangaben wird allerdings angenommen, dass dieser Prozentsatz wesentlich höher ist, da viele Katzen nicht selten erst Stunden nach dem Trauma vorgestellt werden, sodass der Schockzustand bereits bei Vorstellung autoreguliert ist. Als klinische Zeichen des Schocks sind erhöhte Herzfrequenz, schwache Pulsqualität, blasse Schleimhäute, verlängerte kapillare Wiederfüllungszeit, erhöhte Atemfrequenz und erniedrigte Körpertemperatur angegeben (VNUK et al., 2004; ADAMANTOS und CORR, 2007).

## Thoraxtrauma

Thoraxverletzungen sind bei Katzen sehr häufig und häufigste Todesursache eines HRS (ROBINSON, 1976; WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; BARTH, 1990; KAPATKIN und MATTHIESEN, 1991; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; DUHAUTOIS et al., 2010).

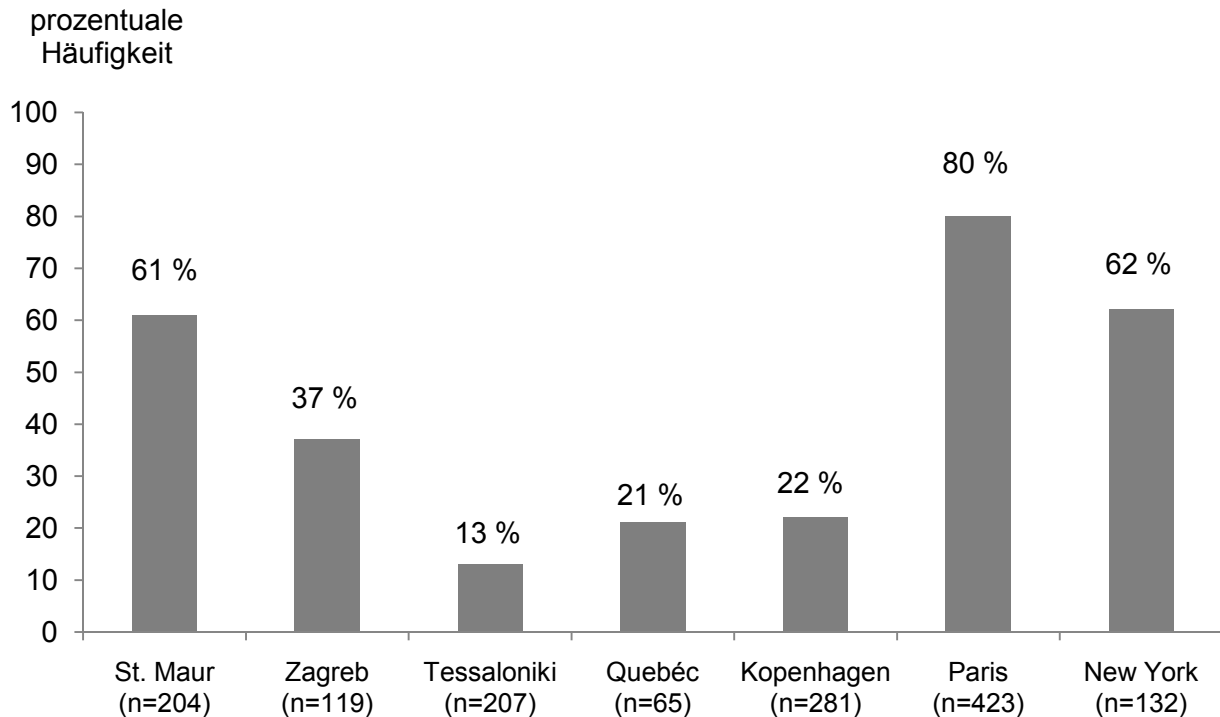


Abb. 10: Thoraxverletzungen bei Katzen mit HRS in verschiedenen Städten der Welt und ihre prozentuale Häufigkeit: New York nach WHITNEY und MEHLHAFF (1987), Paris nach DUPRE et al. (1995), Kopenhagen nach FLAGSTAD et al. (1999), Québec nach BUSINA und LÉCUYER (2000), Tessaloniki nach PAPAZOGLU et al. (2001), Zagreb nach VNUK et al. (2004), St. Maur nach DUHAUSTOIS et al. (2010)

Zu gut 46% weisen Katzen nach HRS eine Thoraxverletzung auf (DUHAUTOIS et al. 2010), die in der Reihenfolge der Häufigkeit als Lungenkontusion, Pneumothorax und Hämothorax diagnostiziert werden (ROBINSON, 1976; WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; BARTH, 1990; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; DUHAUSTOIS et al., 2010). Seltener sind Rippenfraktur(en), Pneumomediastinum, Lungenblutung(en), Hämomediastinum, subkutanes Emphysem, Hämoperikard (MEYER ZU ERPEN, 1984). Meist lassen sich Kombinationen der Verletzungen feststellen (MEYER ZU ERPEN, 1984; WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; FLAGSTAD et al., 1999).

### **Orofaziale Läsionen**

Von Verletzungen des Fangs als Folge des HRS sind etwa 30% der Patienten betroffen (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; BARTH, 1990; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; BUSINA und LÉCUYER, 2000; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; DUHAUTOIS et al., 2010). Nach BONNER et al. (2012) lassen sich bei den Kopfverletzungen 9 verschiedene Ausmaße feststellen: bilaterales Nasenbluten, Gaumenspalte mit oder ohne Einriss des weichen Gaumens, Zahntrauma, Quetschungen des weichen Gaumens, Unterkieferfraktur(en), Symphysiolyse des Unterkiefers, Zungenverletzung(en), Gesichtswichteilverletzung(en) und andere orale Weichteilverletzungen.

Folgende Kategorien benötigen weitere Beschreibungen:

1. Gesichtswichteilverletzungen sind definiert als eine Verletzung, Abrasion, Lazeration des Weichteilgewebes des Kopfes, inklusive der Lippen, exklusive des Weichteilgewebes der Maulhöhle,
2. Zahntraumen schließen akute Zahnfraktur(en), Luxation oder Abrasion der Zähne ein,
3. Andere orale Weichteilverletzungen erfassen Läsionen des intraoralen Weichteilgewebes, inklusive Zahnfleisch, alveoläre, labiale, sublinguale und buccale Mukosa (BONNER et al., 2012).

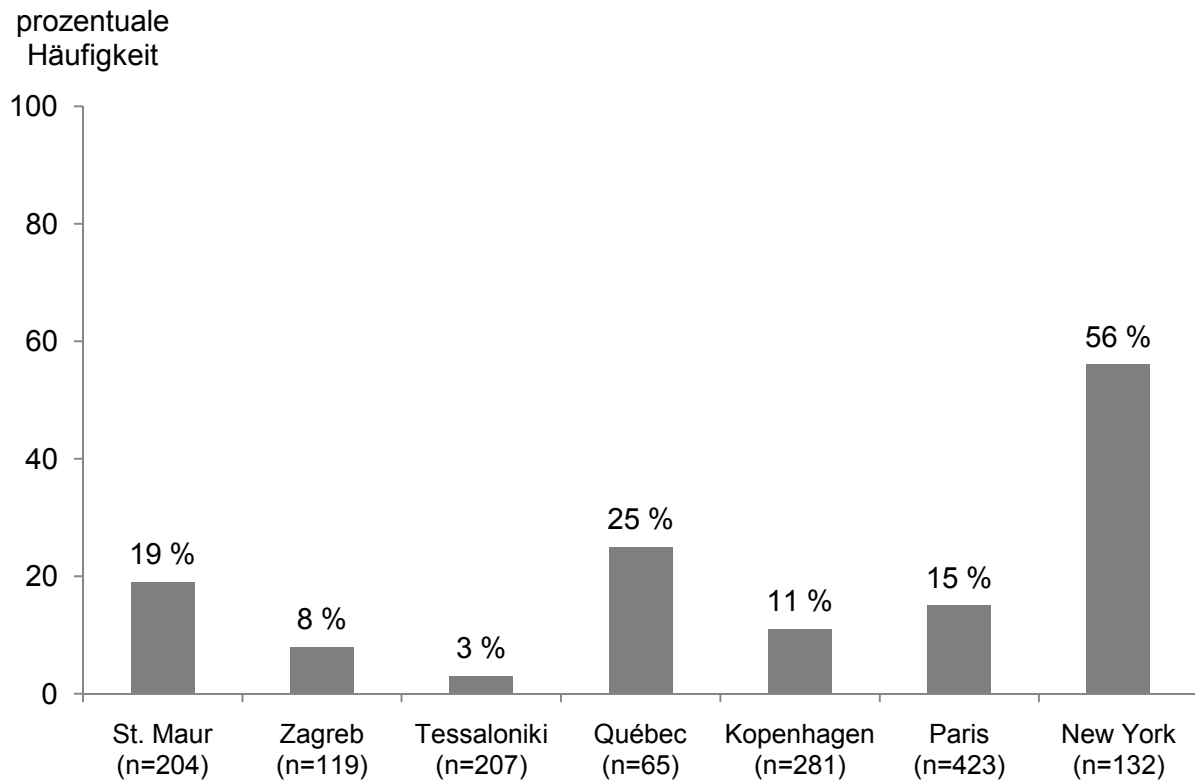


Abb. 11: Prozentuale Häufigkeit der Epistaxis nach HRS in den verschiedenen Städten der Welt: New York nach WHITNEY und MEHLHAFF (1987), Paris nach DUPRE et al. (1995), Kopenhagen nach FLAGSTAD et al. (1999), Québec nach BUSINA und LÉCUYER (2000), Tessaloniki nach PAPAZOGLU et al. (2001), Zagreb nach VNUK et al. (2004), St. Maur nach DUHAUSTOIS et al. (2010)

Beim felinen HRS sind in der Reihenfolge der Häufigkeit Epistaxis durch Trauma der Sinuside und/oder Turbinalia vor traumatischer Gaumenspalte, Unterkieferfraktur(en) und/oder Luxation, Zahnfraktur(en) und/oder Abrasionsverletzung(en) des Gesichts diagnostizierbar (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; BARTH, 1990; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; BUSINA und LÉCUYER, 2000; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; DUHAUTOIS et al., 2010; BONNER et al., 2012).

### ***Stumpfes Bauchtrauma***

Beim HRS erleiden 9% der Katzen eine Bauchverletzung. Meist in Form einer abdominalen Blutung (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; KAPATKIN und MATTHIESEN, 1991; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; BUSINA und LÉCUYER, 2000; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; DUHAUTOIS et al., 2010; LIEHMANN et al., 2012). Ganz allgemein kann es beim abdominalen Trauma zum Hämoperitoneum oder einer Zwerchfellruptur kommen, der Harnapparat verletzt sein, eine Bauchwandkontusion, eine Bauchwandwunde, ein inguinales Hämatom, eine perineale Wunde und/oder eine traumatische Pankreatitis entstehen (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; KAPATKIN und MATTHIESEN, 1991; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; BUSINA und LÉCUYER, 2000; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; DUHAUTOIS et al., 2010). Nach LETTOW et al. (1986) und LIEHMANN et al. (2012) sind die Pankreasruptur, -quetschung häufigste Organläsion, während eine Ruptur des Zwerchfells nur in 0,6% der Fälle festgestellt wird (ROBINSON, 1976; WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; BUSINA und LÉCUYER, 2000; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; DUHAUTOIS et al., 2010).

### **Gliedmaßenfrakturen**

Folgen des HRS sind Gliedmaßenfrakturen varrierend nach Literaturangaben in bis zu 48% der Fälle (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; BUSINA und LÉCUYER, 2000; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; DUHAUSTOIS et al., 2010). Nicht selten sind mehrere Gliedmaßenabschnitte gebrochen und gesplittert (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; DUPRE et al., 1995; VNUK et al., 2004). Der Anteil offener Frakturen ist signifikant höher beim HRS verglichen mit anderen Frakturursachen (RICHARDSEN und THACHER, 1993).

prozentuale  
Häufigkeit

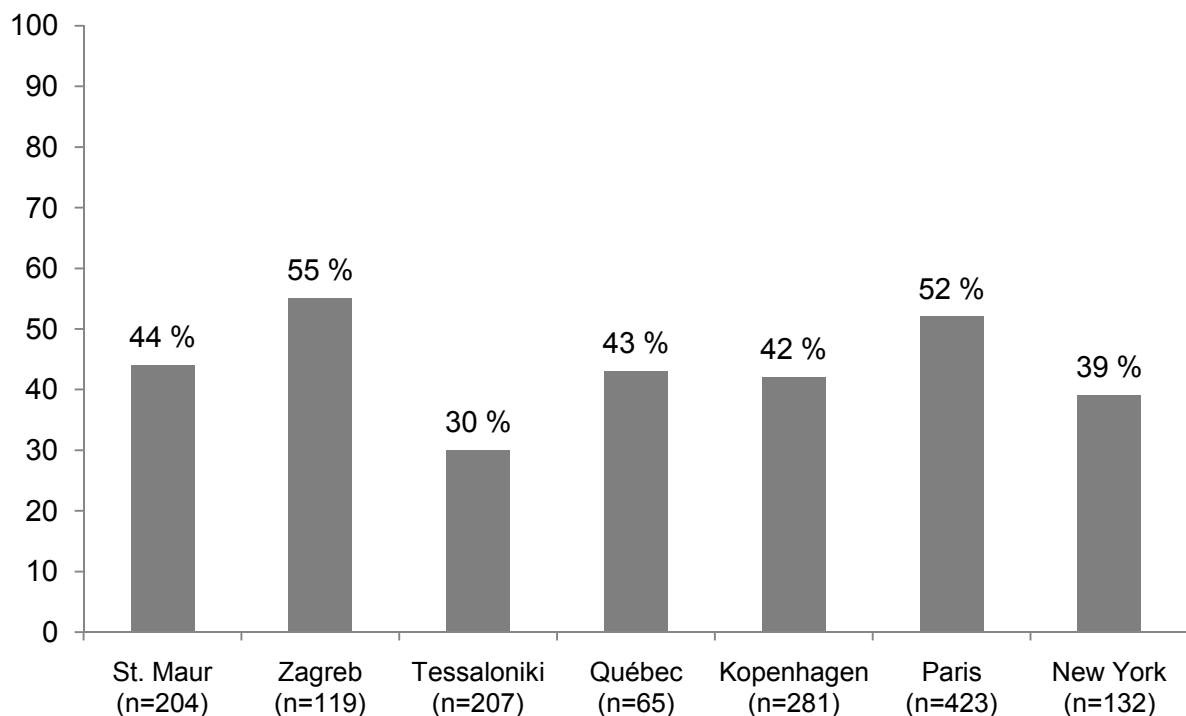


Abb. 12: Gliedmaßenfrakturen bei Katzen mit HRS in verschiedenen Städten der Welt und ihre prozentuale Häufigkeit: New York nach WHITNEY und MEHLHAFF (1987), Paris nach DUPRE et al. (1995), Kopenhagen nach FLAGSTAD et al. (1999), Québec nach BUSINA und LÉCUYER (2000), Tessaloniki nach PAPAZOGLU et al. (2001), Zagreb nach VNUK et al. (2004), St. Maur nach DUHAUSTOIS et al. (2010)

Die Knochen der Hintergliedmaßen sind mit 66% häufiger frakturiert als die Vordergliedmaßen mit 34% (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; DUPRE et al., 1995; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; DUHAUTOIS et al., 2010). Häufigst gebrochener Knochen ist das Os femoris ein- und beidseitig, meist in Form der supracondylären Fraktur oder bei offenen Epiphysenfugen als Epiphysenfugenläsion (ROBINSON, 1976; WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; BUSINA und LÉCUYER, 2000; PAPAZOGLU et al., 2001; DUHAUTOIS et al., 2010). Zweithäufigste Fraktur ist die der Tibia im distalen Bereich (ROBINSON, 1976; WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; BUSINA und LÉCUYER, 2000; PAPAZOGLU et al., 2001; DUHAUTOIS et al., 2010). Nach RICHARDSON und THACHER (1993) entstehen Tibiafrakturen insbesondere durch den Aufprall als Quer- oder kurze Schrägfrakturen, wesentlich häufiger als andere Frakturformen. Sind die Knochen der Vordergliedmaßen gebrochen, betrifft das zu 92% die distal des Ellenbogengelenkes vor allem Radius und Ulna (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; BARTH, 1990; FLAGSTAD et al., 1999; PAPAZOGLU et al., 2001).

### ***Beckenfraktur***

Das Becken ist in 6% der Fälle frakturiert und ist damit nach den Frakturen des Os femoris, der Tibia, des Radius und der Ulna eher selten beim HRS verletzt (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; BUSINA und LÉCUYER, 2000; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; DUHAUTOIS et al., 2010; NAKLADAL et al., 2013).

### ***Luxationen***

11% der Tiere erleiden als Folge des HRS eine Luxation insbesondere des Karpal-, Hüft- und Iliosakralgelenkes (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; BARTH, 1990; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; BUSINA und LÉCUYER, 2000; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; DUHAUTOIS et al., 2010). Vorder- und Hintergliedmaßen sind davon gleich häufig betroffen (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; KAPATKIN und MATTHIESEN, 1991). Im Bereich des Karpalgelenks sind nicht selten nur die kurzen Bänder zerrissen und der Gelenkknorpel mehr oder minder lädiert, auch der Radius kann frakturiert sein (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; KAPATKIN und MATTHIESEN, 1991; STREUBEL et al., 2011; NAKLADAL et al., 2013). Unter den Karpalgelenksverletzungen ist das antebrachiokarpale Gelenk signifikant häufiger verletzt als andere Bereiche (NAKLADAL et al., 2013).

### ***Rückenmarkläsion(en) und Wirbelfraktur(en)***

Nach den Literaturangaben ist das Rückenmark beim HRS bei 3% der Katzen geschädigt (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; BUSINA und LÉCUYER, 2000; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; DUHAUTOIS et al., 2010; NAKLADAL et al., 2013). Mehr als zwei Drittel der spinalen Traumen sind durch eine Wirbelfraktur und/oder Wirbelluxation verursacht. Nach Fenstersturz ist die Häufigkeit mit 5% angegeben (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; BARTH, 1990; FLAGSTAD et al., 1999; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004).

### **Absturzhöhe und Läsionsmuster nach HRS**

#### ***Anzahl der Läsionen im Bezug zur Absturzhöhe***

Die Anzahl der Verletzungen beim feline HRS ist direkt proportional zur Absturzhöhe (ROBINSON, 1976; BARTH, 1990; DUPRE et al., 1995; FLAGSTAD et al., 1999; PAPAZOGLU et al., 2001), wie aus den Abbildungen 13, 14 und 15 zu ersehen ist.

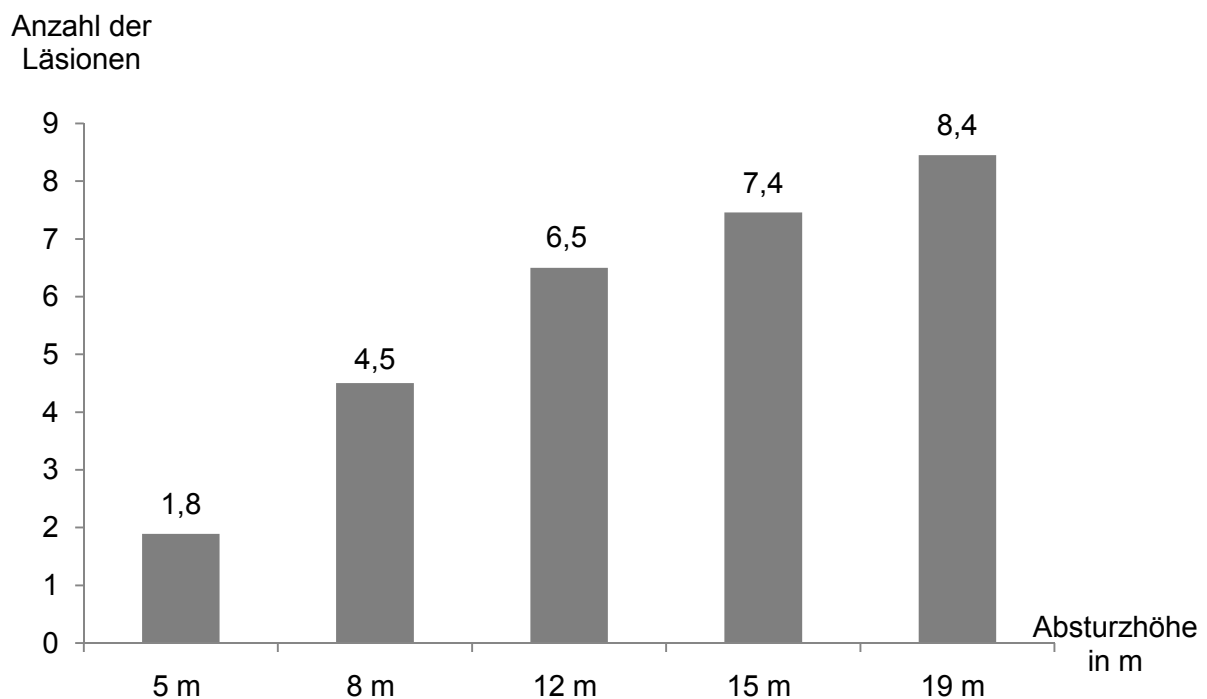


Abb. 13: Anzahl der Verletzungen pro Katze korreliert zur Absturzhöhe in Metern nach BARTH (1990)



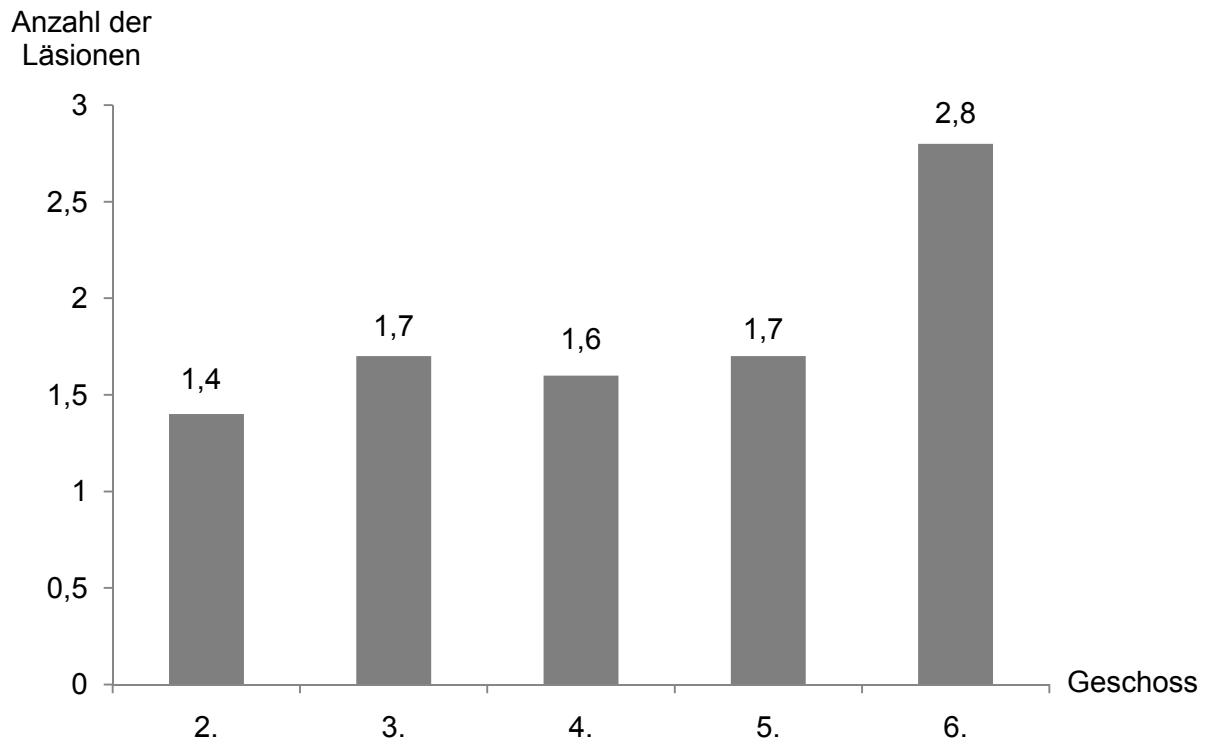


Abb. 14: Anzahl der Verletzungen korreliert zur Absturzhöhe nach PAPAZOGLU et al. (2001)

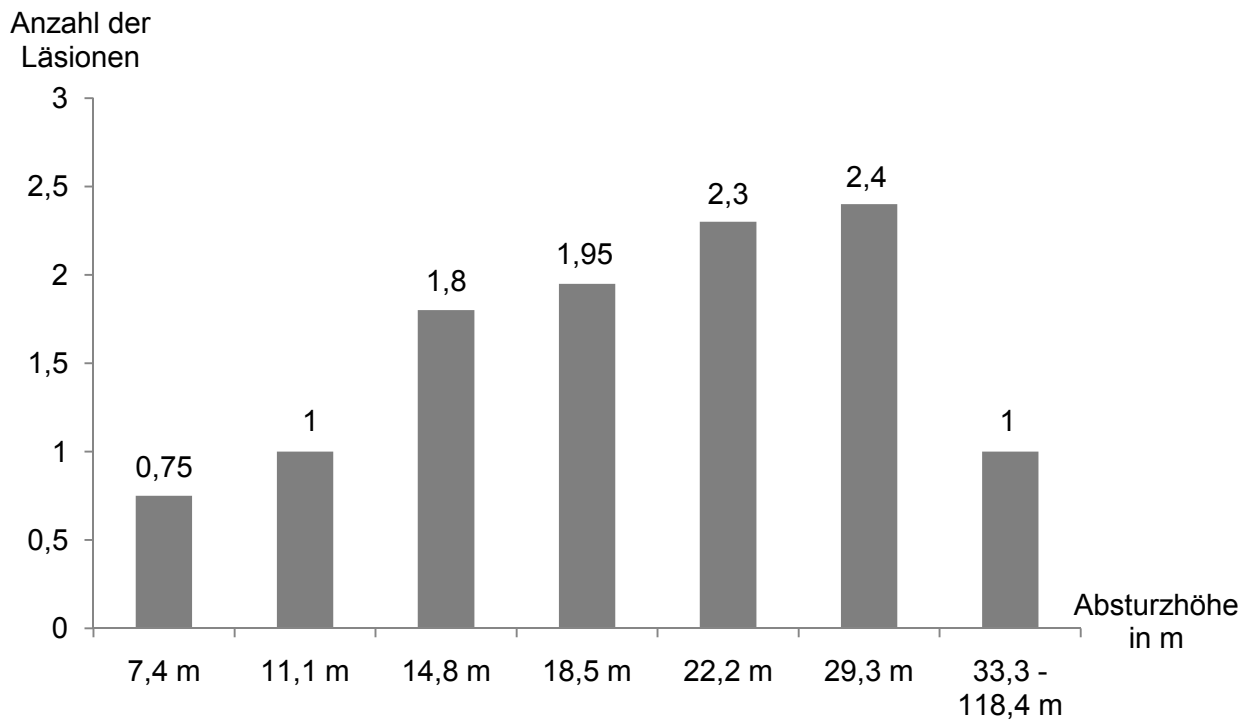


Abb. 15 Anzahl der Verletzungen korreliert zur Absturzhöhe in Metern nach WHITNEY und MEHLHAFF (1987)

Wie den Abbildungen zu entnehmen ist, verdoppelt sich die Anzahl der Verletzungen mit steigender Absturzhöhe vom 1. zum 5. Obergeschoss (FLAGSTAD et al. 1999). Sie steigt linear bis die maximale Fallgeschwindigkeit erreicht ist, danach ist unabhängig von der Höhe keine Linearität zwischen Verletzungsmuster und Absturzhöhe mehr nachweisbar. Weder Schwere noch Anzahl der Läsionen nehmen zu (ROBINSON, 1976; WHITNEY und MEHLHAFF, 1987).

### ***Verletzungsmuster in Beziehung zur Absturzhöhe***

Unabhängig ob Thorax, Gesicht und/oder skelettligamentäres System verletzt sind, die Häufigkeit steigt proportional zur Absturzhöhe (FLAGSTAD et al., 1999).

Bei niedriger Absturzhöhe von bis zu 5 m entstehen vor allem orofaziale Läsionen mit Epistaxis, Zahnfraktur(en), Kieferluxation(en) sowie Schürfwunden am Unterkiefer (BARTH, 1990). Die Häufigkeit für eine traumatisch bedingte Gaumenspalte ist besonders hoch nach einem Sturz aus dem 2. Stockwerk (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987).

Bei einer Absturzhöhe von 8 m bestehen bei 75 % der Patienten Epistaxis, bei 70 % Hautwunden am Kopf, bei 50 % Lungenkontusion und Pneumothorax und je 40 % der Katzen sind im Schock und erleiden eine Gaumenspalte (BARTH, 1990). Bei 80 % der Katzen nach einem Sturz aus dem 3. Obergeschoss, bricht mindestens eine Gliedmaße oder das Becken (VNUK et al., 2004).

Beträgt die Absturzhöhe 12 m sind 96,7 % der Katzen im Schock, 70,9 % weisen eine Gaumenspalte, 67,7 % Epistaxis sowie Kopf- und Hautwunden auf. 61,2 % haben einen Pneumothorax und Lungenkontusion sowie 41,9 % Hämaturie. Kopfläsionen mit Unterkiefer-, Kiefergelenk- und Zahnfrakturen sind häufig (BARTH, 1990).

Beträgt die Sturzhöhe 15 m sind die Tiere im Schock, 88,4 % weisen eine Gaumenspalte, 84,6 % einen Pneumothorax, 76,9 % eine Lungenkontusion, 65,3 %, Epistaxis, 57,6 % Hämaturie, 53,8 % Abschürfungen im Gesicht, 46,1 % eine Unterkieferfraktur, 30,7 % eine Kiefergelenkluxation, 26,9% eine Zahnfraktur(en) und 26,9% eine Fraktur des Os femoris auf (BARTH, 1990). Die Katzen mit spinalem Trauma sind meist aus einer Höhe unterhalb des 5. Obergeschosses abgestürzt (PAPAZOGLU et al., 2001). Eine Wirbelfraktur entsteht eher beim Sturz aus niedriger Höhe (DUPRE et al., 1995). Eine bedrohliche Kopfverletzung ist häufig nach einem Sturz aus dem 5. Stockwerk festzustellen (NAKLADAL et al., 2013). Ab dem 6. Obergeschoss kommt es gehäuft zum stumpfen Thoraxtrauma, das beim Sturz aus dem 7. Obergeschoss 80 % der Patienten traf (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; VNUK et al., 2004). Das Pankreas ist insbesondere beim Sturz aus großer Höhe gefährdet (LIEHMANN et al., 2012).

Beträgt die Absturzhöhe 19 m erleiden die Tiere einen Schock, eine Gaumenspalte und eine Lungenkontusion, 90,9 % Hämaturie, 81,8 % einen Pneumothorax, Epistaxis und Hautwunden im Gesicht (BARTH, 1990). Die größte Anzahl von Frakturen entsteht beim Fall aus dem 7. Stockwerk. Bis zu dieser Höhe ist die Frakturhäufigkeit direkt zur Absturzhöhe korreliert, danach sinkt sie (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; THACHER, 1993).

### ***Verletzungsmuster – Absturzhöhe - Luftstellreflex***

Das Verletzungsmuster ist von der Absturzhöhe und dem Luftstellreflex geprägt (BARTH, 1990; THACHER, 1993; FLAGSTAD et al., 1999; VNUK et al., 2004).

Mit diesem Reflex vermögen Katzen sich in eine horizontale Fluglage zu manövrieren, die Gliedmaßen abzuspreizen und somit den Körperquerschnitt zu vergrößern und wiederum den Auftrieb zu erhöhen. Um auf den Pfoten zu landen werden die Gliedmaßen gestreckt. Durch die Wucht des Aufpralls werden die Gliedmaßen maximal gebeugt. Die Aufprallkraft wird in die Muskeln, auf die Gelenke sowie die Knochen geleitet und dadurch erheblich gedämpft. Thorax und Abdomen schlagen auf, simultan steigt dadurch der Druck in Thorax und Abdomen enorm an. Da Katzen mit geschlossenem Maul stürzen, kann der Druck nicht entweichen oder reduziert werden. Er steigt in Mund- und Nasenhöhle an. Nahezu zeitgleich schlägt der Kopf gestreckt mit der Spitze des Kinnwinkels auf und es ergeben sich die charakteristischen Läsionen des Kopfes und der Brusthöhle (BARTH, 1990; FLAGSTAD et al., 1999). Da bei maximaler Beschleunigung die Gliedmaßen instinktiv gestreckt werden, sind sie beim Aufprall äußerst frakturgefährdet (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; VNUK et al., 2004). Damit ist nach VNUK et al. (2004) die eher niedrige Prozentzahl abdominaler Verletzungen zu erklären, da die Vordergliedmaßen im Wesentlichen die Aufprallkraft absorbieren. Die Drucksteigerung in Thorax und Abdomen verursacht keine besondere Zwerchfellbelastung, sodass es nur selten zur Diaphragmaruptur kommt (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; BARTH, 1990).

Fallende Katzen benötigen durchschnittlich 0,125 bis 0,5 Sekunden um sich in der Luft zu drehen (BEAVER, 2003). Bei einer geringen Absturzhöhe ist davon auszugehen, dass die Katze anfangs nicht gleich horizontal in der Luft liegt, sondern der schwere Vorderkörper in Vorderlage ist (BARTH, 1990). Sie landen auf ausgestreckten Vorderpfoten, die den Aufprall kompensieren und/oder der Unterkiefer schlägt zuerst auf (BARTH, 1990; NAKLADAL et al., 2013). Die erhöhte Häufigkeit eines spinalen Traumas, vor allem einer Wirbelfraktur beim Sturz aus geringer Höhe erklären DUPRE et al. (1995) und PAPAZOGLU et al. (2001) damit, dass Katzen den Luftstellreflex nicht vollständig aktivieren können.

Nach einem Sturz aus dem 5. Stockwerk erreicht eine 4 kg schwere Katze, die sich ausgestreckt hat, bei maximalem Auftrieb eine Aufprallgeschwindigkeit von 100 km/h. Beim Sturz aus der 7. Etage und höher kommt es ebenfalls zu dieser maximalen Geschwindigkeit, ohne dass weiter beschleunigt wird.

Das vestibuläre System wird ab diesem Punkt nicht mehr stimuliert und die Gliedmaßen orientieren sich horizontal (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; THACHER, 1993; VNUK et al., 2004). Die gespreizten Beine bewirken einen Anstieg des Luftwiderstandes und gleichzeitig wird der negative Effekt durch Handlungsveränderungen, Rotation und Schleudern reduziert (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987). Durch die horizontale Lage verteilt sich die Aufprallenergie besser im Körper. Das erklärt, warum weniger Gliedmaßenverletzungen entstehen, während die Anzahl der Thoraxläsionen steigt (VNUK et al., 2004). Eine zunehmende Absturzhöhe führt zur Erhöhung abdominalen Verletzungen infolge der enormen Druckerhöhung im Abdomen (BARTH, 1990). Nicht mitbedacht werden können Vorsprünge, Bäume, Markise und/oder Notausgänge für das Unfallgeschehen, weil sie sich einerseits schützend und je nach Situation auch verletzungsgefährdender auswirken (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987).

## Überlebensrate beim feline HRS

Nach den Literaturangaben überlebt die Mehrheit der angemessen behandelten Katzen auch wenn sie meist einen lebensbedrohlichen Schock und/oder lebensbedrohliche Thoraxverletzungen erlitten haben (THACHER, 1993). Entsprechend beträgt die Überlebensrate bei zeitiger Diagnosestellung und sofortiger Behandlung 91,6 % (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987; BARTH, 1990; KAPATKIN und MATTHIESEN, 1991; DUPRE et al., 1995; PAPAZOGLU et al., 2001; VNUK et al., 2004; BONNER et al., 2012).

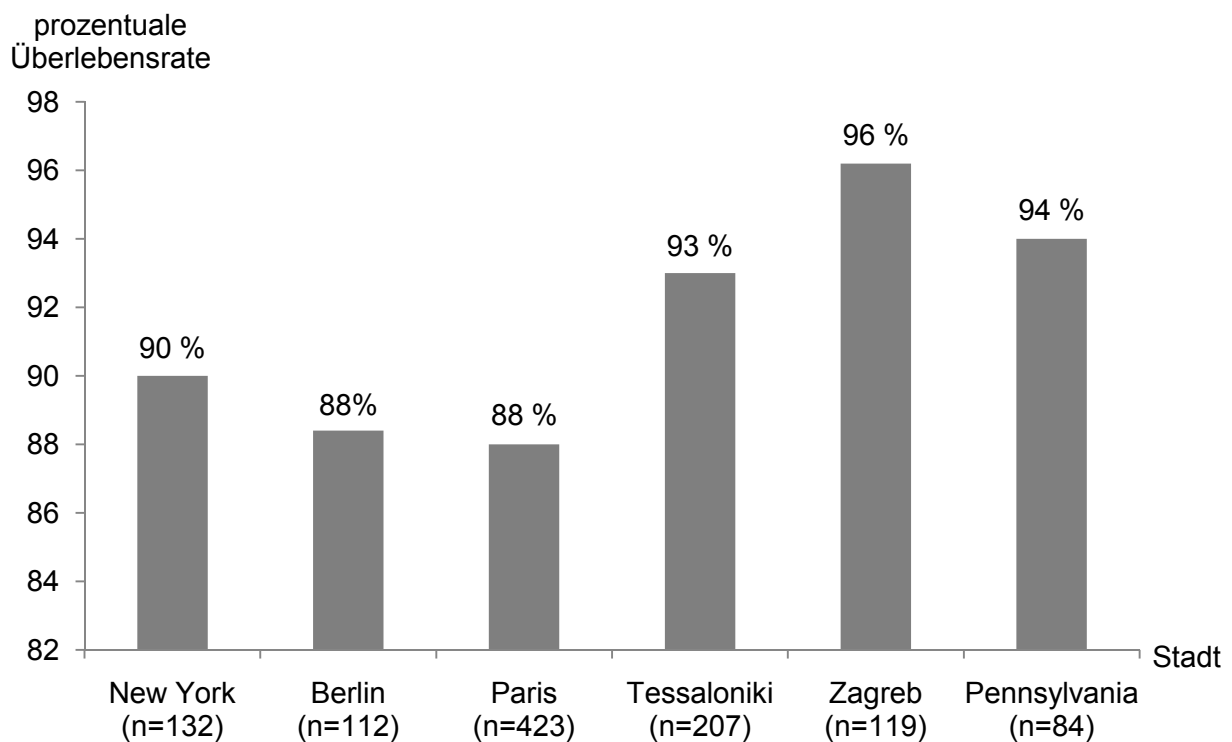


Abb. 16: Die prozentuale Überlebensrate von Katzen nach HRS in den verschiedenen Städten der Welt: New York nach WHITNEY und MEHLHAFF (1987), Berlin nach BARTH (1990), Paris nach DUPRE et al. (1995), Tessaaloniki nach PAPAZOGLU et al. (2001), Zagreb nach VNUK et al. (2004), Pennsylvania nach BONNER et al. (2012).

### **3 Material und Methoden**

#### **Material**

Es wurden die Krankenakten und Röntgenaufnahmen von 1125 Katzen retrospektiv analysiert und nochmals befundet. Die Katzen wurden im Zeitraum von 2004 bis 2013 wegen eines HRS in der Klinik für kleine Haustiere der Freien Universität Berlin vorgestellt. Einschlusskriterium war ein Sturz ab der zweiten Etage Neubau oder der ersten Etage Altbau und höher, mindestens aus einer Höhe von 4 m.

Die Rassenverteilung von 1122 Patienten ist aus Tabelle 4 zu ersehen.

Bei 1085 Patienten war das Geburtsdatum dokumentiert. Die Katzen waren zum Zeitpunkt des HRS zwischen 0,1 und 20,3 Jahre, median 2,3 Jahre alt.

Das Gewicht von 974 Patienten lag zwischen einem und 10 kg, median bei 4,1 kg.

Von 1112 Katzen war das Geschlecht angegeben, bei 13 gab es keine Angabe. Es waren 13,5 % männlich, 40,6 % männlich-kastriert, 24 % weiblich und 21,9 % weiblich-kastriert (Tabelle 6).

Das Gewicht und Alter der Tiere beachtend, wurden sie in Gewichts- (Tabelle 7) und Altersklassen (Tabelle 5) gruppiert.

677 wurden als Hauskatzen in der Wohnung gehalten, 25 waren Freigänger und bei 423 Katzen fehlten Angaben zur Haltungsform.

Tabelle 4: Die Rassenverteilung der HRS Patienten (n= 1122)

| <u>Rasse</u>        | <u>Anzahl</u> | <u>Prozent</u> |
|---------------------|---------------|----------------|
| Europäisch Kurzhaar | 911           | 81,2           |
| Mischling           | 42            | 3,7            |
| Britisch Kurzhaar   | 33            | 2,9            |
| Main Coon           | 33            | 2,9            |
| Perser              | 28            | 2,5            |
| Siam                | 21            | 1,9            |
| Waldkatzen          | 15            | 1,3            |
| Kartäuser           | 8             | 0,7            |
| Somali              | 5             | 0,4            |
| Türkisch Angora     | 5             | 0,4            |
| Abyssinia           | 4             | 0,4            |
| Heilige Birma       | 3             | 0,3            |
| Russisch Blau       | 3             | 0,3            |
| Bengal              | 2             | 0,2            |
| Ragdoll             | 2             | 0,2            |
| Türkisch Van        | 2             | 0,2            |
| Colourpoint         | 1             | 0,1            |
| Neva Masquarade     | 1             | 0,1            |
| Scottish Fold       | 1             | 0,1            |
| Thaikatze           | 1             | 0,1            |
| Tonkanese           | 1             | 0,1            |
| Σ                   | 1122          | 100            |

Tabelle 5: Das Alter der Patienten bei Vorstellung in der Klinik (n=1085)

| <u>Alter in Jahren</u> | <u>Anzahl</u> | <u>Prozent</u> |
|------------------------|---------------|----------------|
| < 1                    | 296           | 27,3           |
| 1 - 8                  | 645           | 59,4           |
| > 8                    | 144           | 13,3           |
| Σ                      | 1085          | 100            |

Tabelle 6: Das Geschlecht der Patienten (n=1112)

| <u>Geschlecht</u>  | <u>Anzahl</u> | <u>Prozent</u> |
|--------------------|---------------|----------------|
| männlich           | 150           | 13,5           |
| männlich-kastriert | 451           | 40,6           |
| weiblich           | 267           | 24             |
| weiblich-kastriert | 244           | 21,9           |
| $\Sigma$           | 1112          | 100            |

Tabelle 7: Das Gewicht der Patienten (n=974)

| <u>Gewicht in kg</u> | <u>Häufigkeit</u> | <u>Prozent</u> |
|----------------------|-------------------|----------------|
| < 2                  | 50                | 5,1            |
| 2 - 4                | 427               | 43,8           |
| 4 - 6                | 393               | 40,3           |
| > 6                  | 104               | 10,7           |
| $\Sigma$             | 974               | 100            |

## Methoden

### ***Auswertung der Patientenaufzeichnungen***

#### *Zeit: Monat, Stunde*

Für die Auswertung wurde die Jahres- als auch die Tageszeit zu der sich der Unfall ereignete, als auch die Zeitspanne zwischen Unfall und Vorstellung in der Klinik analysiert.

Bei der *Jahreszeit* wurden die Monate Januar, Februar, März, Oktober, November und Dezember als Winter und die Monate April, Mai, Juni, Juli, August und September als Sommer zusammengefasst.

Die *Tageszeit*, in der es zum Unfall kam, wurde in folgende Zeitspannen geordnet:

- Morgens (6 - 10 Uhr)
- Mittags (10 - 14 Uhr)
- Nachmittags (14 - 18 Uhr)
- Abends (18 - 22 Uhr)
- Nachts (22 - 6 Uhr).



Die *Zeitspanne*, die zwischen HRS und Vorstellung des Patienten in der Klinik vergangen war, wurde in folgende Gruppen gegliedert:

- < 4 Stunden
- > 4 Stunden und < 24 Stunden
- 24 - 48 Stunden
- > 48 Stunden.

### *Vorbehandlung*

Analysiert wurde, ob die Katzen vor Vorstellung in der Klinik, zuvor andernorts vorbehandelt wurden.

### *Absturzhöhe*

In die Studie wurden nur Katzen mit bekannter Absturzhöhe aufgenommen. Die Absturzhöhe wurde von den Tierhaltern als Etage oder in Metern angegeben. Zur weiteren Differenzierung der Absturzhöhe wurden zusätzlich die Gebäudetypen beachtet. Durch die unterschiedliche Bebauung in Berlin ergeben sich erhebliche Unterschiede zwischen den Typen Alt- und Neubau und deren Absturzhöhe in Etagen.

War der Gebäudetyp anamnestisch nicht in der Akte angegeben, wurde nachträglich an Hand der Adresse des Tierhalters und auf der Grundlage des Berliner Mietspiegels, der Typ bestimmt:

- Altbauten (bis 1918 und 1919 bis 1949)
- Neubauten (ab 1950).

Neubauten haben in Berlin eine Etagenhöhe von 2,2 - 2,8 m. Zudem ist bei Neubauten eine Sockelhöhe bis zum Erdgeschoss von bis zu einem Meter zu berücksichtigen. Bei Altbauten hingegen ist eine Etagenhöhe von 3,2 - 4 m angegeben. Die Fenster und Balkone sind bei beiden Typen zwischen 0,8 m und 1 m über der jeweiligen Etagenhöhe angebracht.

Um statistisch das Verletzungsbild in Korrelation zur Absturzhöhe auswerten zu können, wurden 6 Höhengruppen gebildet:

- Gruppe 1: erste Etage Altbau und zweite Etage Neubau (mindestens 4 m, < 5 m)
- Gruppe 2: zweite Etage Altbau und dritte Etage Neubau (< 8 m)
- Gruppe 3: dritte Etage Altbau und vierte Etage Neubau (< 12 m)
- Gruppe 4: vierte Etage Altbau, fünfte und sechste Etage Neubau (< 16 m)
- Gruppe 5: fünfte Etage Altbau, siebte und achte Etage Neubau (< 20 m)
- Gruppe 6: sechste Etage Altbau, neunte Etage Neubau und höher (> 20 m).

### *Aufpralluntergrund*

Soweit es den Aufzeichnungen der Patientenakten entnommen werden konnte, wurde zwischen „harter“ und „weicher“ Aufschlagfläche unterschieden. Als hart klassifiziert gelten: Beton, Asphalt, Steinboden, Fahrrad, Auto, Vordach, Gitter, Geländer, Zaun, Mülltonnen, Stuhl, Sofa und Treppe. Als weich: Markise, Kies, Laub, Sand, Gebüsch, Rasen und Beet.

### *Begleitumstände*

Die Szenarien, die zum HRS führten, wurden soweit sie angegeben waren, aufgeschlüsselt. War ein Patient wiederholt abgestürzt, wurde er jeweils als „Neufall“ gelistet.

### **Verletzungen**

Die Verletzungen und/oder das Verletzungsmosaik wurden zum einen den Patientenaufzeichnungen und zum anderen etwaig vorliegenden Röntgenaufnahmen entnommen.

### *Schock*

Ein Schock bestand, falls er als diagnostiziert angegeben war oder aber aus den aufgezeichneten klinischen Befunden bei Vorstellung folgerichtig abgeleitet werden konnte. Wegweisende Befunde waren einzeln oder kombiniert: eine reduzierte Bewusstseinslage, Hypothermie, trockene Schleimhäute, normale bis reduzierte kapilläre Wiederfüllungszeit, Tachykardie, Tachypnoe und eine normale bis reduzierte Pulsqualität.

### *Schädelhirntrauma*

Ein Schädelhirntrauma wurde registriert, falls es diagnostiziert und aufgezeichnet war oder mindestens einer der folgenden Befunde: komaartige Bewusstseinslage, Opistotonus, Extensorenspasmus aller Gliedmaßen, Anisokorie, bilaterale nicht lichtresponsive Mydriasis, Status epilepticus oder offene Schädelfraktur(en) geschrieben stand.

### *Orofasziale Läsionen*

Befundet wurden sie als Blutungen aus Nase, Mundhöhle sowie als Gaumenspalte.

### *Verletzungen im Bereich des Auges*

In der Rubrik wurden die Patienten mit skleraler und/oder konjunktivaler Einblutung, Abrasion an Ober- und/oder Unterlid, Netzhautablösung, Weichteilschwellung der Lider und blutige Epiphora zusammengestellt.

### *Zungenverletzungen*

Lingualläsionen wurden in Lokalisation und Typ in Spitzenverletzung, Einrisse oder -bisse, Quetschung oder Spaltung klassifiziert.

### *Zahntrauma(ta)*

In dieser Gruppe wurden die Läsionen: frische Zahnfraktur(en), Luxation(en) und/oder Abrasion der Zähne aufgeschlüsselt und nach ihrer Lokalisation ob Canini, Incisivi, Prämolare oder Molare zusammengestellt.

### *Abrasionsverletzung(en) des Gesichts*

War die Haut mit Epidermis und Anteilen der Dermis beim HRS einfach oder multipel am Kinn, Unter-, Oberlippe, Nase, Kopf und/oder Stirn aufgerissen, wurde dieses der Gruppe der Abrasionsverletzungen zugeordnet.

### *Bauchtrauma(ta)*

Dem Abdominaltrauma wurden die Befunde: Hämaturie, Uroabdomen, Hämoperitoneum, abdominale und/oder perineale Wund(en), Hämatom(e) (Riss-, Schnitt und Stichwunden, Abrasion(en), Fettgewebsnekros(en)), Pankreatitis, Blasenruptur und Bauchwandverletzung(en) zugeordnet.

### *Bandruptur(en)*

In der Rubrik Bandruptur(en) wurde die Ruptur des Lig. cruciatum craniale, Ruptur des Lig. cruciatum caudale und die des Lig. collaterale mediale zusammengefasst.

### *Weichteilverletzungen im Bereich der Gliedmaßen*

Aus dieser Kategorie sind Stich-, Schnitt- und Risswunden wie auch Abrasions- und Pfählungsverletzungen im Bereich der Gliedmaßen zu entnehmen.

### **Überlebensrate**

In der Aufstellung „Überlebensrate der Katzen“ nach einem HRS wurden die Patienten aufgeschlüsselt, die den Unfall überlebten, daran gestorben sind oder deswegen getötet wurden.

## **Röntgen**

Von 977 Katzen waren Röntgenaufnahmen archiviert. Sie wurden genutzt, um die Röntgenbefunde in der Patientenakte zu validieren, graduieren und ggf. zu ergänzen oder auch zu korrigieren. Geröntgt wurden standardisiert Thorax und Abdomen linksanliegend im latero-lateralen Strahlengang in Form von jeweils Einzelaufnahmen oder als so genanntes „Katzogramm“ d.h. Thorax und Abdomen in einer Aufnahme. Konnten abnorme Befunde festgestellt werden, wurde der Bereich mit einer Aufnahme im ventro-dorsalen (ohne Dyspnoe) oder im dorso-ventralen (mit Dyspnoe) Strahlengang ergänzt. Schädel, Wirbelsäule und Gliedmaßenskelett wurden im Gebiet des Interesses routinemäßig im Röntgengrundbildpaar abgebildet. Von 21 Katzen lagen zwar klinische Befunde vor, sie wurden jedoch nicht geröntgt, obwohl nur 9 von ihnen klinisch ohne besondere Befunde waren. Von 83 Katzen mit Röntgenbefund waren die Röntgenaufnahmen nicht archiviert und 35 Katzen verstarben oder wurden vor der Erstellung von Röntgenaufnahmen getötet

## **Thorax**

### *Lungenkontusion*

Bei einer Lungenkontusion sind röntgenologisch fleckenförmige, inhomogene, unscharf begrenzte Verschattungen, die teils konfluieren, nachweisbar. Die Lappengrenzen sind verschmolzen und Gefäßschatten sind je nach Ausprägung nicht mehr erkennbar.

Der Schweregrad wurde durch folgende Kategorisierung der Befundausprägung und im Vergleich mit für den Schweregrad typischen Beispielbildern eingeteilt.

Befundausprägungen zur Einstufung des Schweregrades:

- Geringgradig (dezent präcardiale Verschattung, kaum konfluierend, Gefäßschatten erkennbar)
- Mittelgradig (deutliche Verschattungen, diffuses Verteilungsmuster, fleckförmig, teilweise konfluierend)
- Hochgradig (massive Verschattung, Lappengrenzen verschmolzen, Verschattung konfluiert bis vollständig röntgendicht).

### *Pneumothorax*

Wegweisende röntgenologische Befunde beim Pneumothorax sind im latero-lateralen Strahlengang ein vom Sternum abgehobener Herzschatten. Die kollabierten Lungenflügel erscheinen deutlich dichter und Gefäße können nicht differenziert werden. Die Lungenlappen sind von einer gasdichten Aufhellungszone umgeben. Zur kompensatorischen Erweiterung des Thorax erscheinen die Interkostalräume erweitert und der phrenikovertebrale Winkel verschiebt sich in Abhängigkeit von der Menge an freier Luft kaudal. Je nach Ausmaß der Veränderungen wurde der Pneumothorax als gering- bis hochgradig befundet:

- Geringgradig (dezent Aufhellungszone ventral und caudal, Herzschatten dezent angehoben, kein kollabierter Lungenlappen)
- Mittelgradig (deutliche Aufhellungszone präcardial, Herzschatten angehoben, kollabierter Lungenbezirke)
- Hochgradig (große Aufhellungszone, Kaudallappen kollabiert, keine Gefäße im kollabierten Bereich sichtbar).

### *Hämothorax*

Röntgenleitsymptome eines Hämothorax sind eine wolkige Verschattung des Lungenfeldes. Die Herzkontur ist undeutlich abgesetzt. Es besteht ein Flüssigkeitsaum zwischen Lunge und Thoraxwand. „Segelzeichen“ sind durch kapilläre Funktion der Interlobärspalten sichtbar. Das Lungenparenchym ist verdichtet. Je nach Blutmenge und zeitgleichem Pneumothorax kann die Röntgenaufnahme am stehenden Tier eine Spiegelbildung verursachen und der phrenikovertebrale Winkel kann kaudal verschoben sein.

### *Pneumomediastinum*

Als Röntgenleitsymptom des Pneumomediastinums werden die Mediastinalorgane wie z.B. Oesophagus, V. cava cranialis, A. brachiocephalica subclavia sinistra sichtbar. Die Wand der Trachea ist innen und außen von Luft umgeben und wird erkennbar.

### *Subcutanes Emphysem*

Röntgenleitsymptom sind infolge subkutaner und interstizieller Gasansammlungen in diesen Bereichen Aufhellungen des subkutanen Raumes und/oder der interstiziellen Spalten.

### *Rippenfraktur(en) und Sternumfraktur(en), -luxation(en)*

Röntgenleitsymptom ist die nachgewiesene Rippenfraktur als Einfach-/Serien- oder Stückfraktur(en). Dies gilt ebenso für Frakturen des Manubrium sterni, Sternebrae wie auch deren Luxation.

## **Skelett**

### *Mandibularfraktur(en), -luxation(en)*

Bei der röntgenologischen Auswertung der Röntgenaufnahmen des Schädels im Röntgengrundbildpaar laterolateral und dorsoventral oder ventrodorsal wurden die Bilder nach Verletzungen wie Fraktur oder Luxation durchsucht und befundet. Registriert wurden Symphysiolyse, Fraktur des Corpus mandibulae, Fraktur des Ramus mandibulae, Fraktur des Processus coronoideus, Fraktur des Processus condylaris und multiple Frakturen der Mandibula.

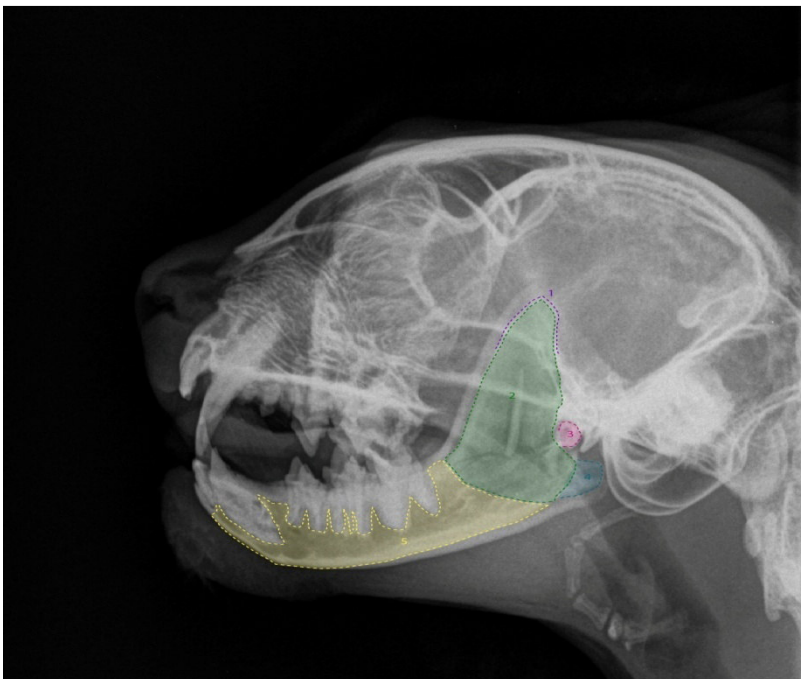


Abb. 17: Mandibularfrakturen: Röntgenanatomische Lokalisation (Processus coronoideus = blau, Ramus mandibulae = grün, Processus condylaris = rot, Corpus mandibulae = gelb)

### *Andere Schädelfrakturen*

In der Rubrik wurden alle anderen Frakturen des Schädels und ihrer röntgenanatomischen Lokalisation nach aufgelistet.

### *Gliedmaßenfraktur(en)*

#### *Lokalisation*

Die Gliedmaßenfrakturen wurden nach einem HRS entsprechend der anatomischen Lokalisation an Vorder- und/oder Hintergliedmaße(n) gelistet.

## Scapula

Frakturen der Scapula wurden in die des Collum, der Spina, des Corpus, des Tuberculum supraglenoidale sowie in biglenoidale Fraktur(en) klassifiziert.

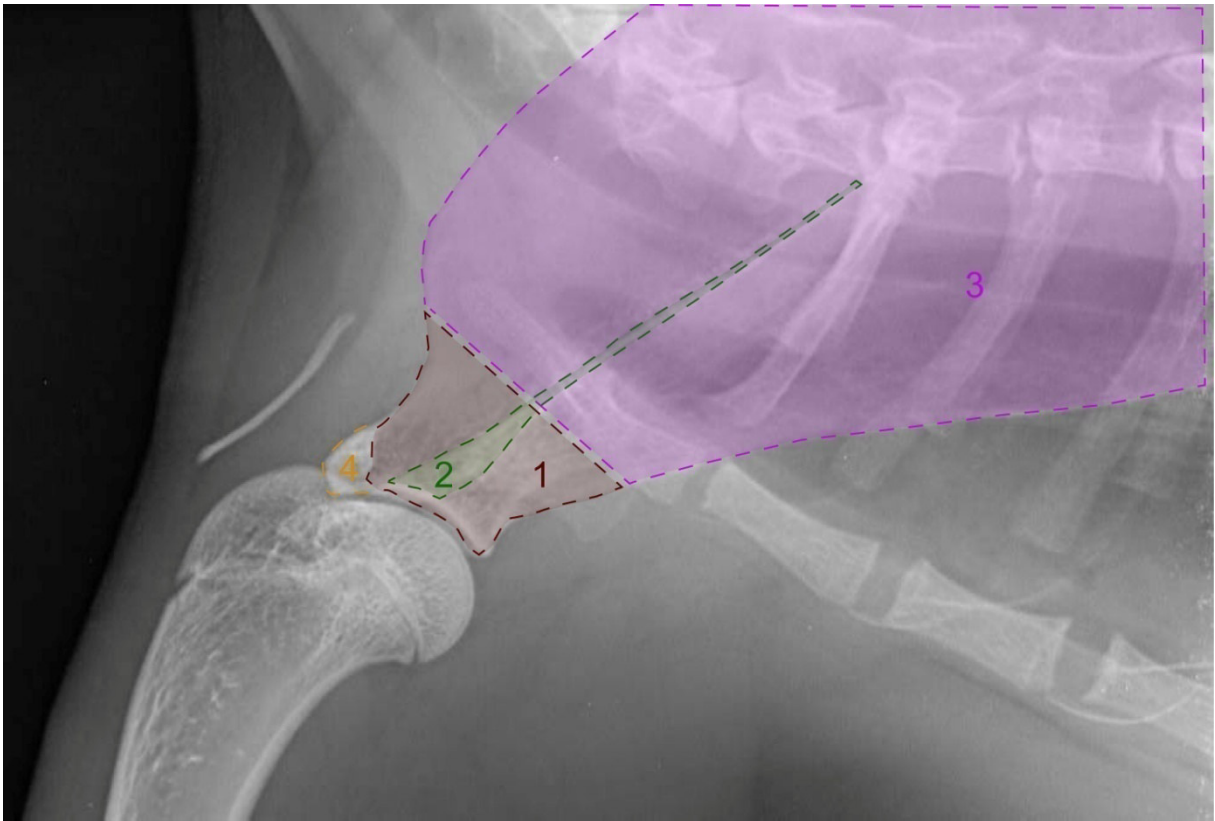


Abb. 18: Scapulafrakturen: Röntgenanatomischen Lokalisation (Collum scapulae = 1, Spina scapulae = 2, Corpus scapulae = 3, Tuberculum supraglenoidale = 4)

## Lange Röhrenknochen

Frakturen der langen Röhrenknochen Humerus, Radius/Ulna, Os femoris und Tibia/Fibula wurden entsprechend des Schlüssels nach UNGER et al. (1990) detailliert beschrieben.

Dabei wurde nicht nur der frakturierte Knochen ob Humerus, Radius/Ulna, Os femoris sowie Tibia/Fibula benannt, sondern insbesondere auch die Region am Knochen selbst ob proximal (epi-, metaphysär), zentral (diaphysär) oder distal (meta-, epiphysär) beschrieben.

- Lage des Frakturzentrums im Knochensegment
  - Proximal: Ergibt sich aus einem gezeichneten Quadrat um die Epiphyse mit der Seitenlänge des weitesten Teils der Epiphyse, Ausnahme bilden Radius und Os femoris mit einer transversalen Linie durch die Tuberositas radii und den Trochanter minor
  - Diaphysär: Segment zwischen proximalen und distalen Segment
  - Distal: Ergibt sich ebenfalls aus einem gezeichneten Quadrat um die Epiphyse mit der Seitenlänge des weitesten Teils der Epiphyse

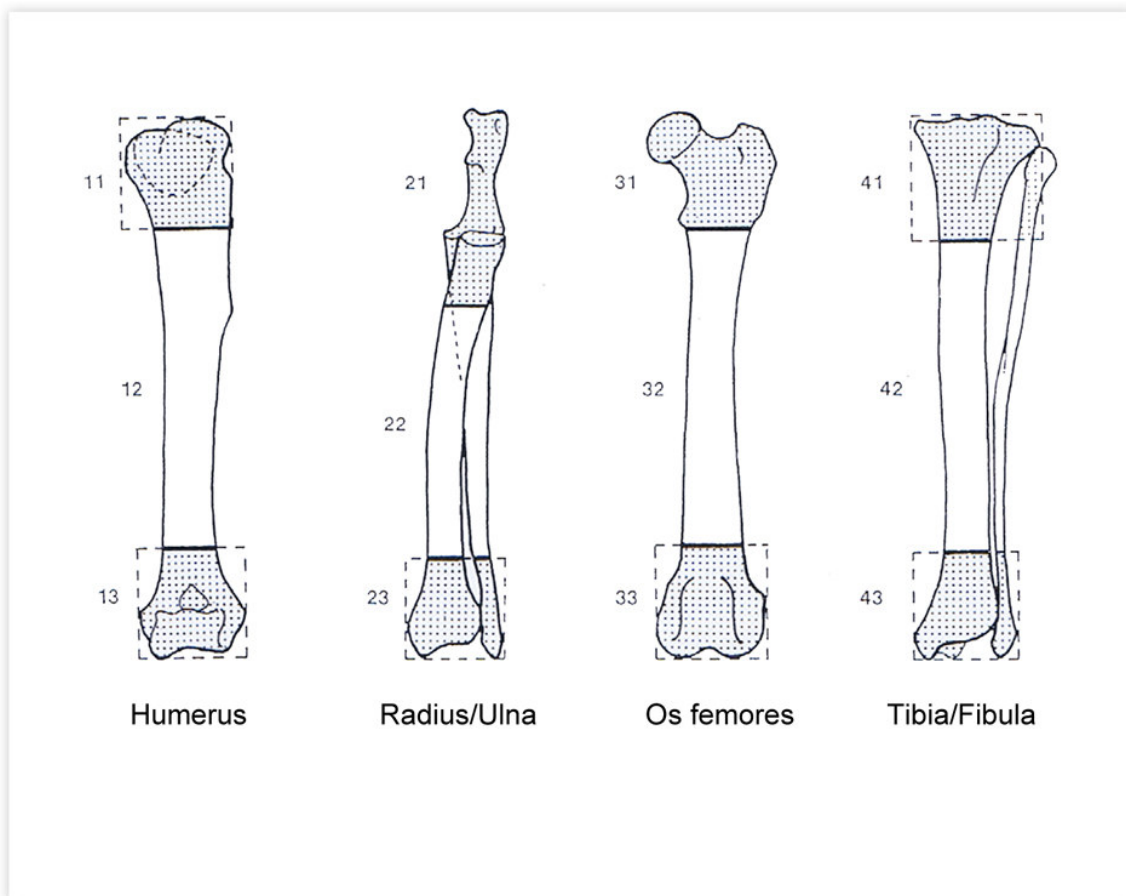


Abb. 19: Lage der Knochensegmente nach UNGER et al. (1990), (11, 21, 31, 41 = proximal, 12, 22, 32, 42 = diaphysär, 13, 23, 33, 43 = distal)

- Als Frakturzentrum wurde bei einfachen Frakturen die Mitte der Frakturlinie, bei Keilfrakturen der Ort mit der größten Häufung der Biegekeile und bei komplexen Frakturen das Zentrum zwischen proximalem und distalem Fragment angesehen



- Multiple Frakturlinien an einem Knochen in verschiedenen Knochensegmenten wurden bei einer metaphysealen Frakturlinie dem diaphysären Segment zugeordnet
- Frakturtypen im diaphysärem Bereich
  - Einfache Frakturen sind durch eine einzelne, umlaufende Zerstörung des Knochens charakterisiert
  - Biegekeilfrakturen sind multifragmentierte Brüche mit Kontakt zwischen Knochen und Hauptfragment nach chirurgischer Versorgung
  - Komplexe Frakturen sind multifragmentierte Brüche. Ein Kontakt zwischen Fragmenten und Knochen kann bei chirurgischer Versorgung nicht mehr hergestellt werden
- Frakturtypen im proximalen und distalen, epi- und metaphysären Bereich
  - Extra-artikulär: die Gelenkknorpelfläche wird von der Frakturlinie gekreuzt. Es sind epiphyseale und metaphyseale Frakturen, die auch extrakapsulär lokalisiert sein können
  - Partiell-artikulär: nur ein Teil der Gelenkknorpelfläche ist involviert, während der andere intakt mit der Diaphyse verbunden bleibt
  - Komplett-artikulär: vollständige Trennung und Separation der Gelenkknorpelfläche von der Metaphyse
- Orientierung der Frakturlinie
  - Inkomplette Frakturen sind die Zerstörung eines Teils des Knochens z.B. einer Kortikalis oder die Fraktur eines paarig angelegten Röhrenknochens
  - Querfrakturen durchziehen den Knochen in einem Winkel von  $> 30^\circ$  zur Transversalebene
  - Schrägfrakturen durchziehen den Knochen senkrecht zur Längsachse oder in einem Winkel von  $< 30^\circ$  zur Transversalebene des Knochens
- Anzahl beteiligter Fragmente
  - Reduzierbare Keile sind mittige Fragmente, die in ihrer Länge und Breite nicht größer als  $1/3$  des Knochendurchmessers sind
  - Nicht-reduzierbare Keile sind kleiner als reduzierbare Keile, sodass ein Defekt von mehr als  $1/3$  des Knochendurchmessers nach chirurgischer Versorgung entsteht
- Lokalisation der Fraktur
  - Z.B. lateraler, medialer Kondylus

- Ausnahmen
  - Diaphyseale Radius/Ulna Frakturen werden in Ulnafrakturen und proximale und distale Radiusfrakturen differenziert
  - Der Femurhals wird in transzervikal und basiszervikal untergliedert

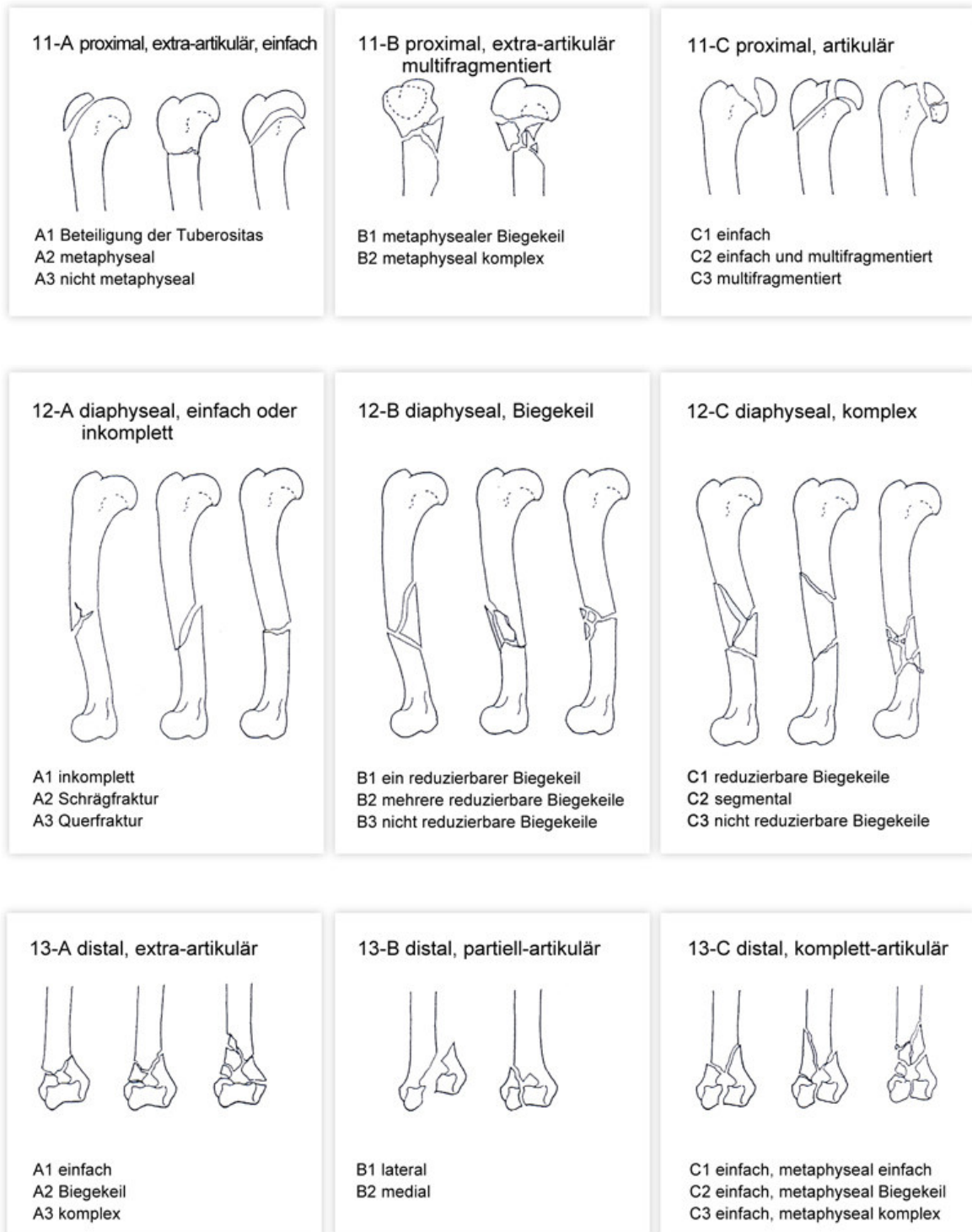


Abb. 20: Humerusfrakturen (1) nach UNGER et al. (1990)

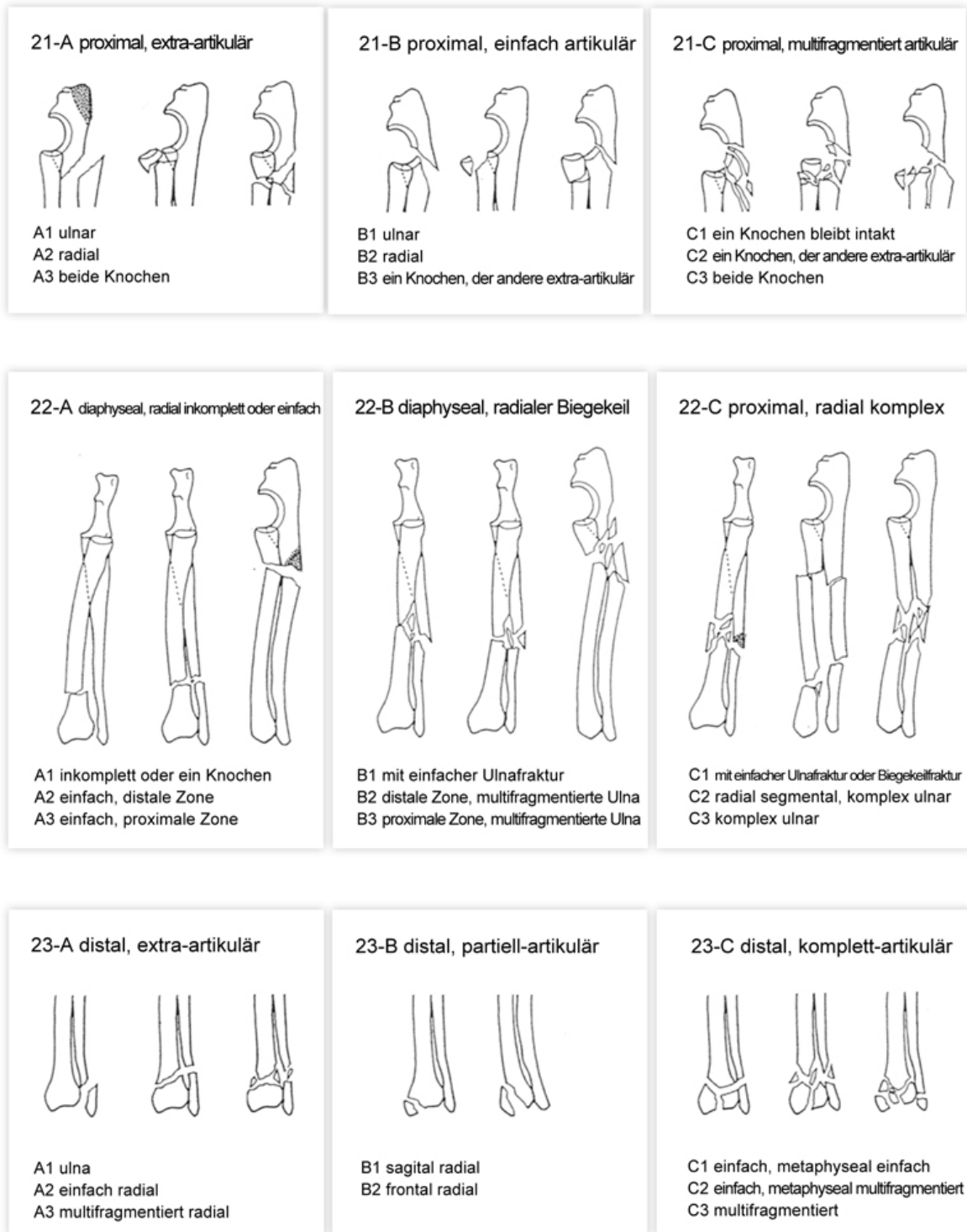


Abb. 21: Radius-/Ulnafrakturen (2) nach UNGER et al. (1990)

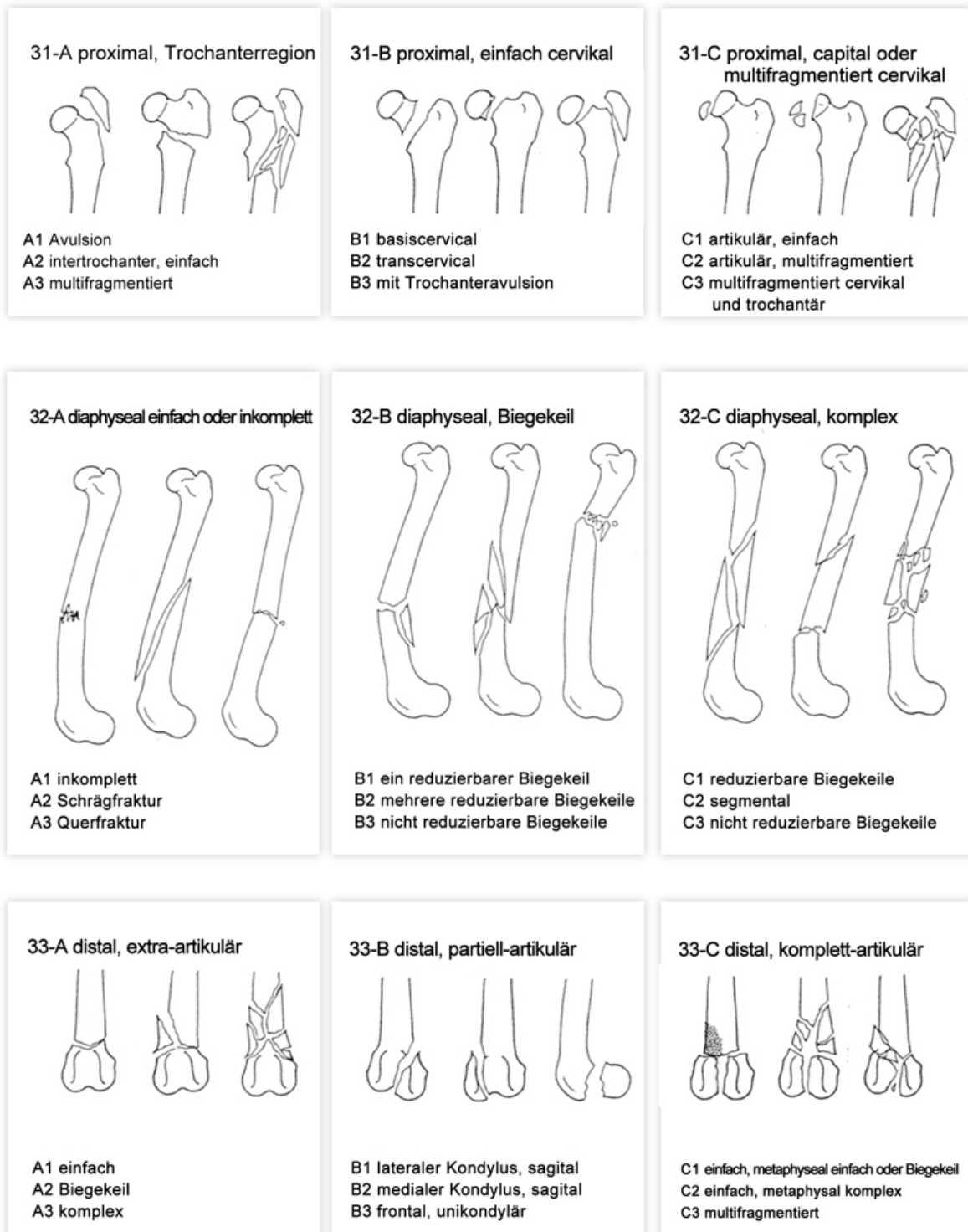


Abb. 22: Frakturen des Os femoris (3) nach UNGER et al. (1990)

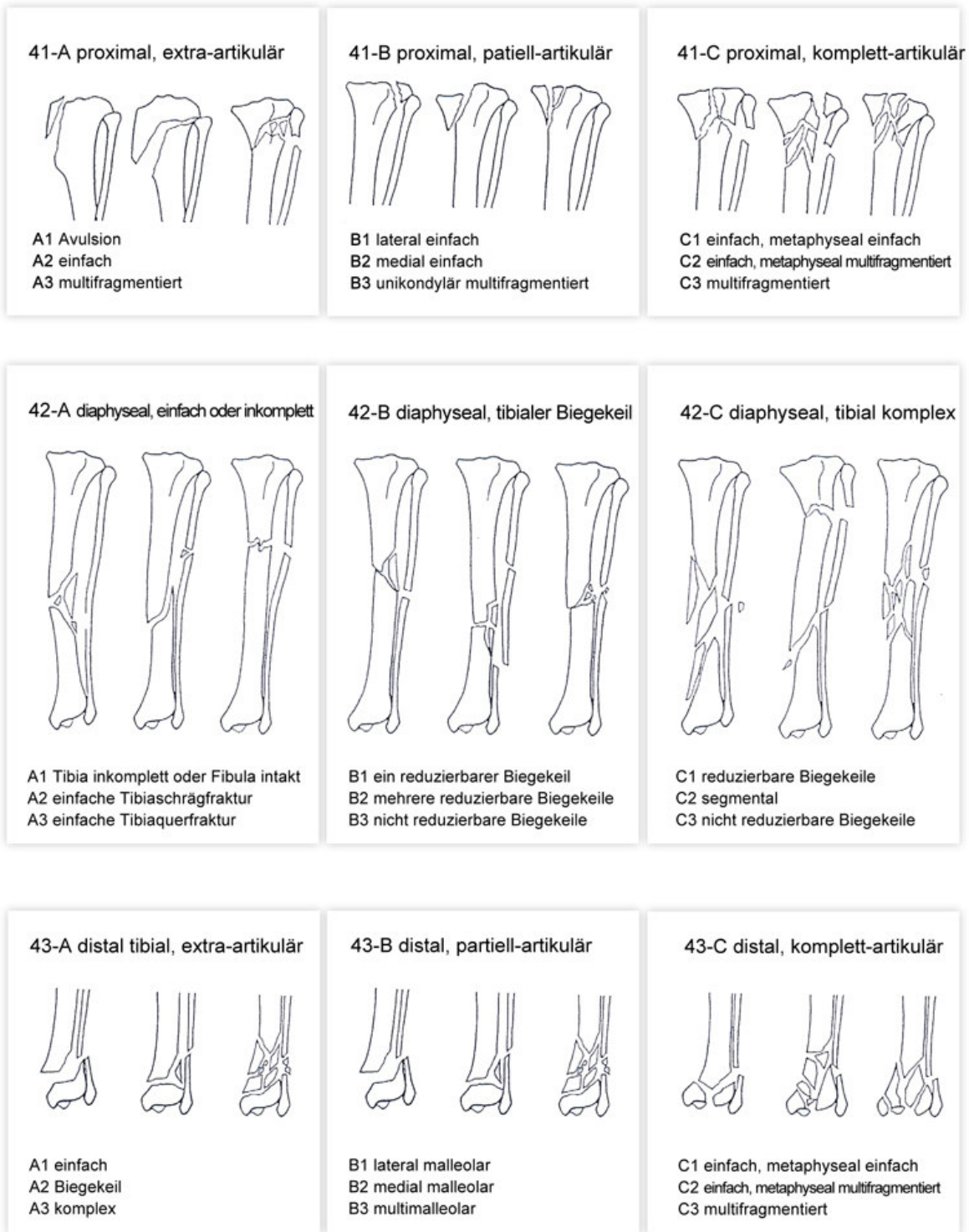


Abb. 23: Tibia-/Fibulafrakturen (4) nach UNGER et al. (1990)

## Becken

Die Klassifikation von Beckenfrakturen nach HRS folgt der röntgenanatomischen Lokalisation, ob dass Ala ossis sacri, Ala ossis illi, Corpus ossis illi, Os pubis, Azetabulum, Corpus ossisi ischii, Tuber ischiadicum, Tabula ossis ischii und Symphysis pelvina frakturiert sind.

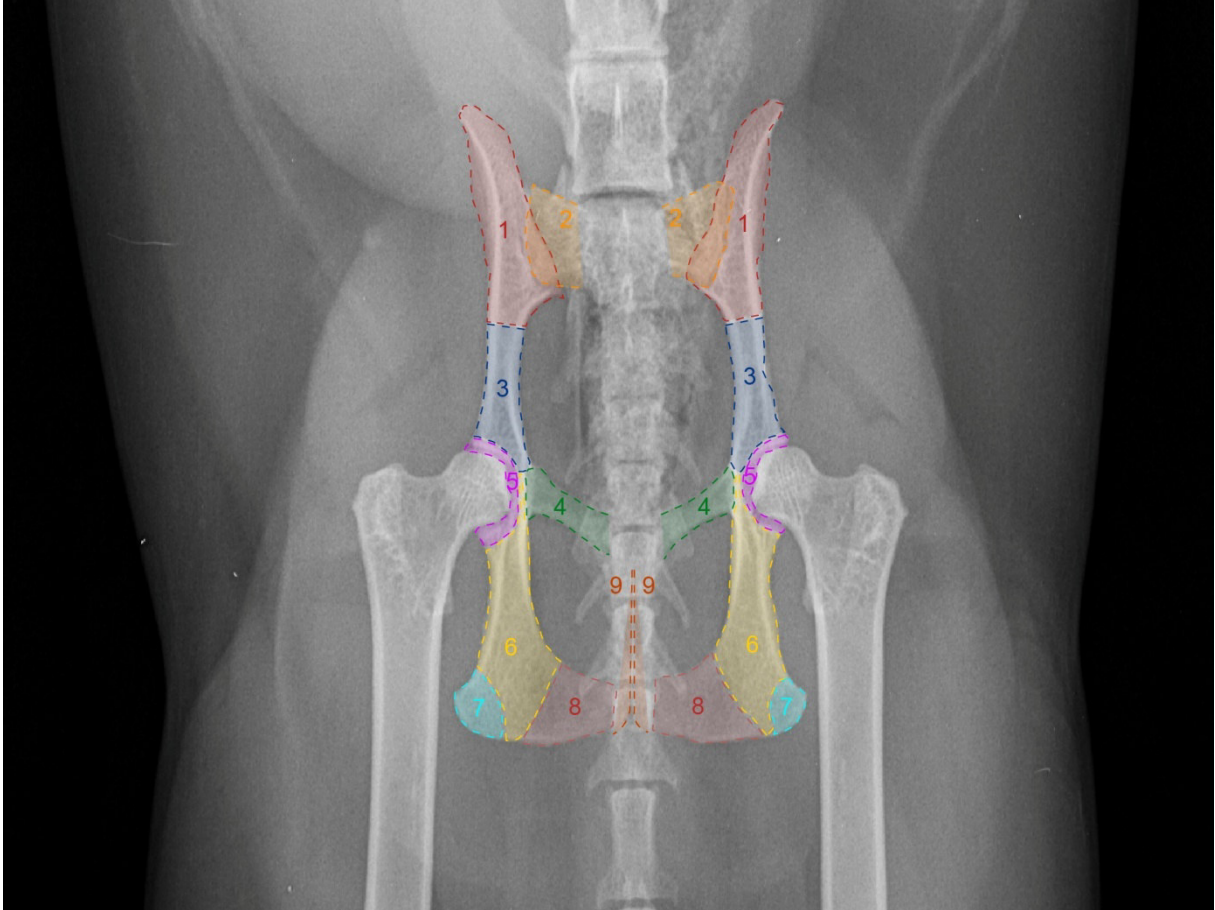


Abb. 24: Beckenfrakturen: Röntgenanatomische Lokalisation (Ala ossis illi = 1, Ala ossis sacri = 2, Corpus ossis illi = 3, Os pubis = 4, Azetabulum = 5, Corpus ossisi ischii = 6, Tuber ischiadicum = 7, Tabula ossis ischii = 8, Symphysis pelvina = 9)

Abgesehen davon wurde die Zahl frakturierter Knochen jedes Patienten registriert und in isoliert, zweifach, dreifach und Beckenringfrakturen gruppiert.

### *Ossa carpi, metacarpalia, tarsi, metatarsalia, phalangeae*

Aus der Patientenakte einerseits und andererseits auf Grundlage der röntgenologischen Befunde, wurden die Frakturen nach dem jeweiligen Knochen benannt. Beim Metakarpus und -tarsus wurde zusätzlich die Anzahl der gebrochenen Mittelhand- und Mittelfußknochen gelistet:

- Isoliert = eine Fraktur
- Zwei frakturiert
- Drei frakturiert
- Serienfraktur = alle frakturiert.

### *Luxationen*

Abgesehen von Frakturen wurden die Luxation(en) nach Lokalisation der betroffenen Gelenketage aufgeschlüsselt.

Luxatio scapulae, Luxatio antebrachii lateralis und medialis, Luxatio patellae und Luxationen der Artt. femorotibialis wurden identifiziert.

Am Karpalgelenk wurden die Art. antebrachio-carpea, Art. mediocarpea, Artt. carpometacarpeae, Artt. medio- et carpometacarpeae differenziert. Am Tarsalgelenk die der Art. tarsocruralis, Art. talocalcaneocentralis, Art. calcaneocuboidalis, Art. centrodistalis und Artt. tarsometatarsae.

Bei der Luxatio ossis femoris wurde die Richtung dorsal, ventral und ob cranial oder caudal sowie ein – oder beidseitig benannt.

Die lumbosakralen Luxationen wurden als einfach (ohne) oder kompliziert mit Os sacrum Fragment aufgeführt.

### Wirbelsäule und Rückenmark

Die Verletzungen der Wirbelsäule wurden unter dem Aspekt Fraktur(en), Luxation(en), Schwanzabriss differenziert angegeben. Rückenmarksläsion(en) waren in den Patientenakten aufgrund neurologischer Ausfälle in Form von Mono-, Para- und Tetraparesen zu entnehmen.

### **Schweregrad der Verletzungen**

Grundlage, den Schweregrad der Verletzungen nach HRS zu ermitteln, war das Scoresystem nach KOLATA (1980). Es wurde den eigenen Untersuchungen angepasst.

Tabelle 8: Schweregrad der Verletzungen korreliert zum modifizierten Verletzungsmuster

| Schweregrad                            | Verletzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Keine definierbare Verletzung = 0      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klinisch und/oder röntgenologisch läSIONsfrei</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Geringgradig = 1                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleine Lazeration oder Abrasion</li> <li>• Stabile Beckenfraktur (Katze lauffähig)</li> <li>• Einfache metakarpal/-tarsal Fraktur(en)</li> <li>• Geringgradiger Pneumothorax, Haemothorax und/oder geringgradige Lungenkontusion ohne respiratorische Beeinträchtigung</li> </ul>                                                                                                                                                                                             |
| Mittelgradig = 2                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgedehnte und/oder tiefe Lazeration(en)</li> <li>• Ausgedehnte Stich-, Riss-, Schnitt- und/oder Pfählungsverletzung(en)</li> <li>• Schädel- und/oder Wirbelfraktur(en) ohne neurologische Ausfälle</li> <li>• Luxation(en)</li> <li>• Bandruptur(en)</li> <li>• Geringgradiger Pneumothorax, Haemothorax und/oder mittelgradige Lungenkontusion ohne respiratorische Beeinträchtigung</li> <li>• Einfache Fraktur(en) der langen Röhrenknochen, Rippe(n), Becken</li> </ul> |
| Hochgradig, nicht lebensbedrohlich = 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiple tiefe ausgebreitete Lazeration(en)</li> <li>• Schädel- und/oder Wirbelfraktur(en) mit minimalen neurologischen Ausfällen</li> <li>• Mittelgradiger Pneumothorax, Haemothorax und/oder mittelgradige Lungenkontusion mit geringgradiger respiratorischer Beeinträchtigung</li> <li>• Multiple Becken- und/oder Fraktur(en) der langen Röhrenknochen</li> </ul>                                                                                                        |
| Hochgradig, lebensbedrohlich = 4       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiple ausgedehnte Lazeration(en)</li> <li>• Schädel- und/oder Wirbelfraktur(en) mit neurologischem Defizit</li> <li>• Thoraxtrauma mit respiratorischer Insuffizienz</li> <li>• Abdominales Trauma mit Schock</li> <li>• Beckenringfrakturen</li> <li>• Offene Fraktur(en) langer Röhrenknochen</li> </ul>                                                                                                                                                                 |



## 4 Ergebnisse

Die kontinuierlichen Messgrößen Alter und Körpergewicht der Patienten wurden auf Normalverteilung geprüft. Kein analysierter Faktor war normalverteilt.

### Epidemiologie

#### *Monatliche Häufigkeit*

Im Untersuchungszeitraum wurde in der Reihenfolge der Häufigkeit die Mehrzahl der Katzen (17,9 %) nach einem HRS im Juli, vor August (14,7 %), Juni (13,5 %), und Mai (12 %) sowie selten im Januar (1,9 %), Dezember (2,2 %), Februar (3,4 %) und November (3,5 %) in der Klinik vorgestellt.

Tabelle 9: Die jahreszeitliche Häufigkeit des HRS bei 1125 Katzen

| <u>Monat</u> | <u>Anzahl</u> | <u>Prozent</u> |
|--------------|---------------|----------------|
| Januar       | 22            | 1,9            |
| Februar      | 38            | 3,4            |
| März         | 58            | 5,1            |
| April        | 103           | 9,1            |
| Mai          | 135           | 12             |
| Juni         | 152           | 13,5           |
| Juli         | 201           | 17,9           |
| August       | 165           | 14,7           |
| September    | 111           | 9,9            |
| Oktober      | 76            | 6,8            |
| November     | 39            | 3,5            |
| Dezember     | 25            | 2,2            |
| Σ            | 1125          | 100            |

Den Jahreszeiten Sommer (gelb)/ Winter (blau) folgend, erlitten 77,1 % der Katzen das HRS in den Sommermonaten und nur 22,9 % in den Wintermonaten.

### **Tageszeitliche Häufigkeit**

Bei 1034 Katzen wurde die Tageszeit festgestellt, in der es zum Unfall „HRS“ gekommen war. Die Mehrzahl der Katzen (n = 642 / 62,1 %) stürzte abends und nachts in der Zeit zwischen 18 und 6 Uhr ab. In der Reihenfolge der Häufigkeiten stürzten 371 (35,9 %) nachts, 271 (26,2 %) abends, 144 (13,9 %) mittags und etwa gleich viele 125 (12,1 %) morgens sowie 123 (11,9 %) nachmittags in die Tiefe.

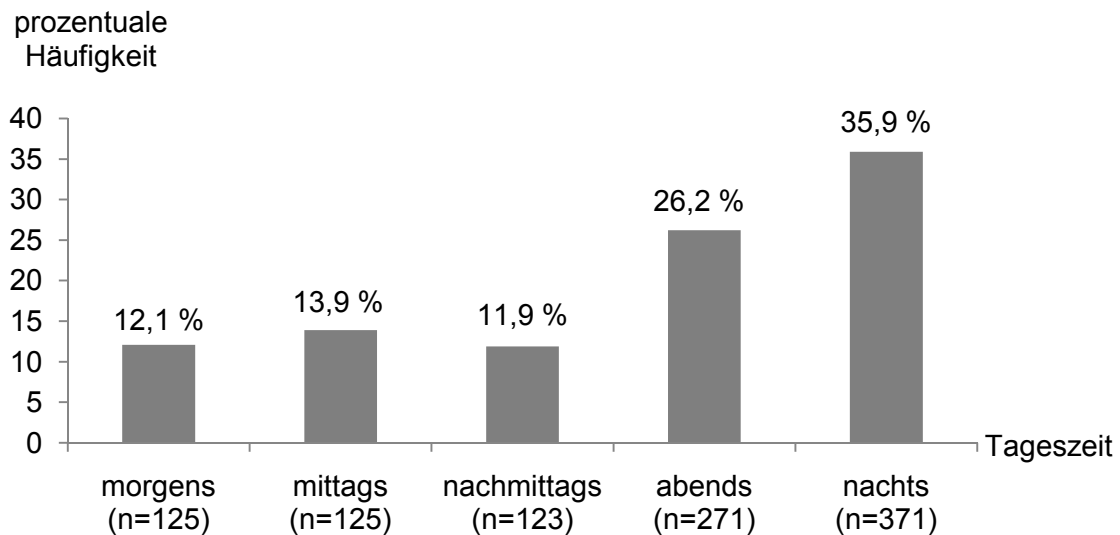


Abb. 25: Anzahl und prozentuale Häufigkeit des HRS im Tagesverlauf bei 1034 Katzen

### **Tages- und Jahreszeit des Absturzes**

Für die Analyse der Daten „wann die Katzen und in welcher Häufigkeit am Tag und im Jahr“ abgestürzt waren, wurden die Daten zusammengefasst, mit SPSS (Version 22) ausgewertet und im Chi-Quadrat Test auf etwaige Signifikanzen durchleuchtet. Als signifikant wurden Ergebnisse mit einem  $p \leq 0,05$  gewertet und diskutiert.

Im Hinblick auf die Tageszeit wurde zwischen Tag von 6 - 18 Uhr sowie Nacht von 18 - 6 Uhr und die Jahreszeit zwischen Winter von Oktober bis März und Sommer von April bis September unterschieden.

Tabelle 10: Die Tages- und Jahreszeiten in denen Katzen abstürzen

| Tageszeit        | Jahreszeit |       |         |     |         |     |
|------------------|------------|-------|---------|-----|---------|-----|
|                  | Gesamt     |       | Winter  |     | Sommer  |     |
|                  | Prozent    | n     | Prozent | N   | Prozent | n   |
| Tag (6-18 Uhr)   | 37,9%      | 392   | 42,3%   | 101 | 36,6%   | 291 |
| Nacht (18-6 Uhr) | 62,1%      | 642   | 57,7%   | 138 | 63,4%   | 504 |
| Σ                | 100%       | 1.034 | 100%    | 239 | 100%    | 795 |

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, waren nachts (Gesamt = 1034; n = 642; 62,1 %) fast doppelt so viele Katzen verglichen zu tagsüber (Gesamt = 1034; n = 392; 37,9 %) abgestürzt. Dieses mitbedacht ergab, dass am Winter- (Gesamt = 239, n = 101; 42,3%), wie Sommertag (Gesamt = 79; n = 29; 36,6 %) nahezu prozentual die gleiche Anzahl Katzen heruntergefallen waren. Es konnte zwischen den Tageszeiten und den Jahreszeiten kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,128$ ) errechnet werden.

#### **Zeit zwischen dem HRS und Vorstellung in der Klinik**

Von 856 Katzen mit HRS, wurde die Zeit zwischen Unfall und der Vorstellung in der Klinik in der Patientenakte angegeben. 512 Tiere (59,8 %) wurden innerhalb von 4 Stunden, 291 (34 %) innerhalb von 24 Stunden, 28 (3,3 %) 24 - 48 Stunden und 25 (2,9 %) > 48 Stunden nach dem Unfall vorgestellt.

Statistisch ergab der Chi-Quadrat-Test, dass die Tageszeit des HRS signifikant ( $p = 0,005$ ) die Zeit bis zur Vorstellung in der Klinik beeinflusst. Für die Berechnung wurde die Tageszeit erneut in Tag und Nacht unterschieden und die Zeit bis zur Vorstellung in der Klinik in < 4 Stunden und > 4 Stunden gruppiert.

Tabelle 11: Einfluss von Tageszeit auf die Zeit bis zur Vorstellung in der Klinik

| Zeitpunkt Klinik | Tageszeit |     |                |     |                  |     |
|------------------|-----------|-----|----------------|-----|------------------|-----|
|                  | Gesamt    |     | Tag (6-18 Uhr) |     | Nacht (18-6 Uhr) |     |
|                  | Prozent   | n   | Prozent        | n   | Prozent          | n   |
| < 4 Stunden      | 59,8%     | 512 | 60,7%          | 185 | 70,7%            | 326 |
| > 4 Stunden      | 40,2%     | 344 | 39,3%          | 120 | 29,3%            | 135 |
| Σ                | 100%      | 856 | 100%           | 305 | 100%             | 461 |

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass Katzen, die am Tag (Gesamt = 305; n = 120; 39,3 %) aus dem Fenster fielen, signifikant später (> 4 Stunden) in der Klinik vorgestellt wurden, als die, die nachts (Gesamt = 461; n = 13; 29,3 %) ein HRS erlitten.

### Vorbehandlung

340 Katzen (30,2 %) waren andernorts tierärztlich vorbehandelt worden, bevor sie in der Klinik zur weiteren Diagnostik und Therapie vorgestellt wurden.

Die Tageszeit des HRS bewirkt ebenfalls einen signifikanten ( $p \leq 0,001$ ) Unterschied auf die Anzahl der vorbehandelten Katzen mit HRS. Auch hier erfolgte die Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test, wobei die Tageszeit in Tag und Nacht unterschieden wurde.

Tabelle 12: Einfluss von Tageszeit auf die Vorbehandlung

| Vorbehandlung | Gesamt  |       | Tageszeit      |     |                  |     |
|---------------|---------|-------|----------------|-----|------------------|-----|
|               |         |       | Tag (6-18 Uhr) |     | Nacht (18-6 Uhr) |     |
|               | Prozent | N     | Prozent        | n   | Prozent          | n   |
| Nein          | 69,8%   | 785   | 65,1%          | 255 | 78,3%            | 503 |
| Ja            | 30,2%   | 340   | 34,9%          | 137 | 21,7%            | 139 |
| $\Sigma$      | 100%    | 1.125 | 100%           | 392 | 100%             | 642 |

Mit der Berechnung kann gezeigt werden, dass Katzen, die tagsüber (Gesamt = 392; n = 137; 34,9 %) abstürzten, signifikant häufiger andernorts tierärztlich vorbehandelt wurden als Katzen die nachts (Gesamt = 642; n = 139; 21,7 %) abstürzten.

Anderorts tierärztlich behandelte Katzen (Gesamt = 294; n = 196; 66,7 %) mit HRS wurden signifikant später ( $> 4$  Stunden) als unbehandelte (Gesamt = 562; n = 148; 26,3 %) in der Klinik vorgestellt. Dieses Ergebnis wurde ebenfalls mittels Chi-Quadrat-Test ermittelt. Für diese Untersuchung wurde die Zeit bis zur Vorstellung in der Klinik in  $< 4$  Stunden und  $> 4$  Stunden zusammengefasst.

Tabelle 13: Einfluss von Vorbehandlung und Zeit bis zur Vorstellung in der Klinik

| Zeitpunkt Klinik | Gesamt  |     | Vorbehandlung |     |         |     |
|------------------|---------|-----|---------------|-----|---------|-----|
|                  |         |     | nein          |     | Ja      |     |
|                  | Prozent | n   | Prozent       | n   | Prozent | n   |
| $< 4$ Stunden    | 59,8%   | 512 | 73,7%         | 414 | 33,3%   | 98  |
| $> 4$ Stunden    | 40,2%   | 344 | 26,3%         | 148 | 66,7%   | 196 |
| $\Sigma$         | 100%    | 856 | 100%          | 562 | 100%    | 294 |

## Absturzhöhe

Die durchschnittliche Absturzhöhe der 1125 Katzen beim Fenstersturz betrug 12 m.

In Abbildung 26 sind die Etagen angegeben, aus denen die Katzen abstürzten. Nicht differenziert wurde dabei der Gebäudetyp Alt- oder Neubau.

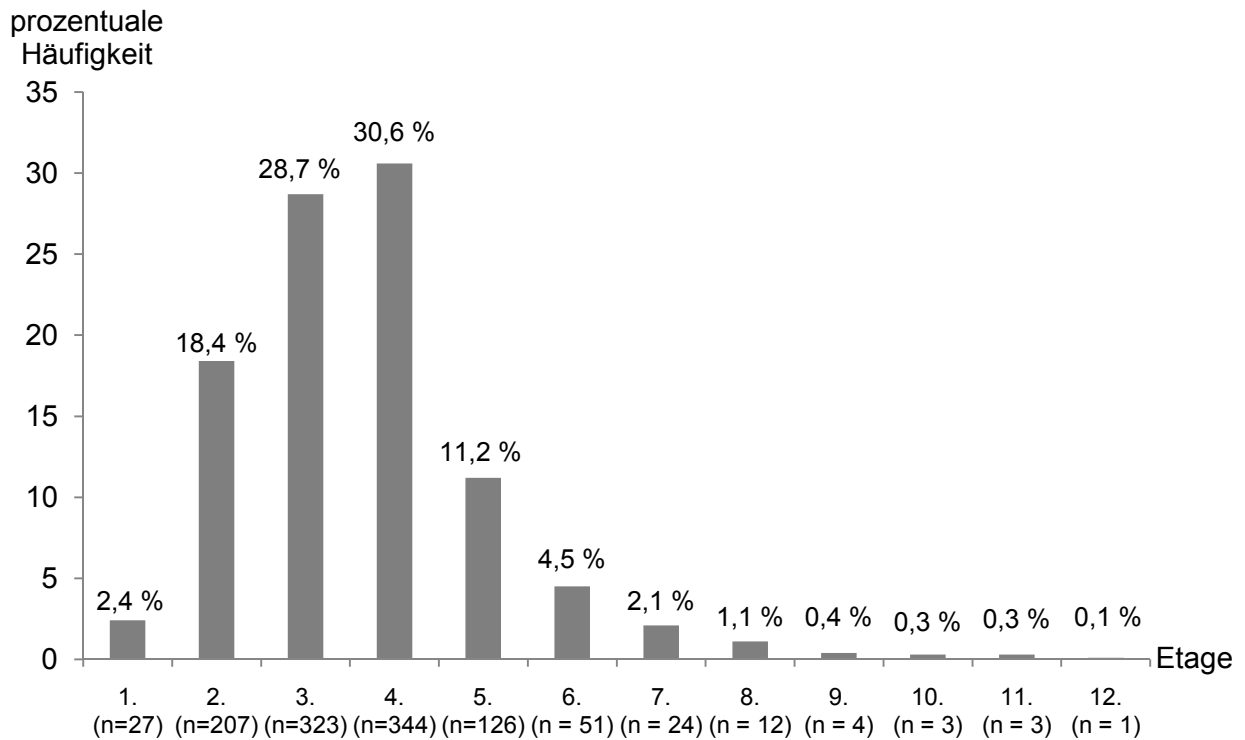


Abb. 26: Absturzhöhe in Etagen mit jeweiliger Anzahl und prozentualem Anteil am Gesamtkollektiv (n = 1125)

Wie aus der Aufstellung zu entnehmen ist, fallen die meisten Katzen aus dem 4., 3. und 2. Geschoss und deutlich weniger aus der 5., 6., 1., 7. und 8. Etage. Stürze aus dem 9. bis 12. Stockwerk sind sehr selten. 530 Katzen (47,1 %) stürzten aus Alt- und 595 (52,9 %) aus Neubauten in die Tiefe.

In Abbildung 27 wurden die Absturzhöhen von Alt- und Neubauten so in Gruppen geordnet, dass daraus die Sturzhöhe in Metern für beide Gebäudetypen zusammen gefasst werden konnten.

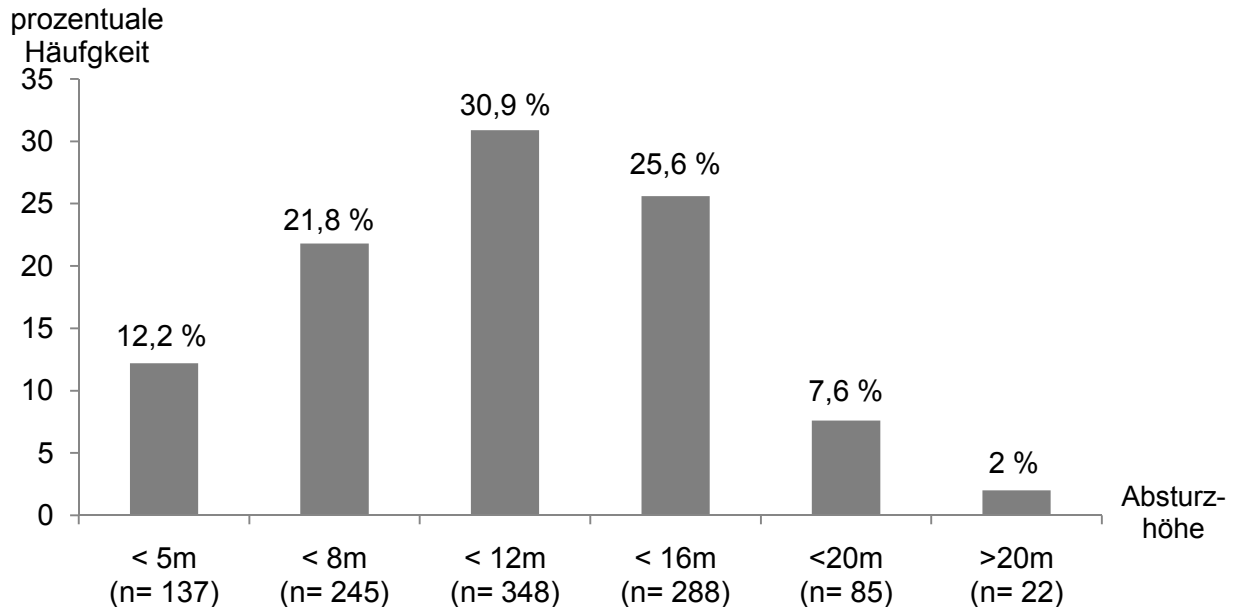


Abb. 27: Die Absturzhöhe in Metern bei 1125 Katzen und ihr jeweiliger prozentualer Anteil

Zu ersehen ist, dass die Mehrzahl der Katzen in der Reihenfolge der Häufigkeit aus 12 m (n = 348; 30,9 %), vor denen aus 16 m (n = 288; 25,6 %) und denen aus 8 m (n = 245; 21,8%) sowie vor denen aus 5 m (n = 137; 12,2 %) und 20 m (n = 85; 7,6 %) abgestürzt waren. Nur bei 22 Tieren (2 %) war die Absturzhöhe noch größer.

Der Vergleich von Gebäudetyp und Etage im Chi-Quadrat-Test ergibt, dass aus Altbauwohnungen 173 Katzen (32,6 %) aus der dritten, 171 Katzen (32,3 %) aus der vierten, 98 Katzen (18,5 %) aus der zweiten, 51 Katzen (9,6 %) aus der fünften, 27 Katzen (5,1 %) aus der ersten und 10 Katzen (1,9 %) aus der sechsten Etage und aus Neubauwohnungen 175 Katzen (29,4 %) aus der vierten, 147 Katzen (24,7 %) aus der dritten, 117 Katzen (19,7 %) aus der fünften und sechsten, 110 Katzen (18,5 %) aus der zweiten, 34 Katzen (5,7 %) aus der siebten und achten und 12 Katzen (2 %) aus der neunten Etage oder höher stürzten.

### **Aufpralluntergrund**

In den Patientenunterlagen wurden bei 225 Patienten Angaben zum Aufpralluntergrund gemacht. 167 Katzen (74,2 %) fielen auf einen harten Untergrund oder Gegenstand und 58 Katzen (25,8 %) auf einen weichen. Dieses ist in Tabelle 10 detailliert belegt.

Tabelle 14: Das Material – hart (blau) / weich (gelb) – Häufigkeit und Prozentsatz

| <u>Untergrund</u>               | <u>Anzahl</u> | <u>Prozent</u> |
|---------------------------------|---------------|----------------|
| Asphalt / Beton /<br>Steinboden | 136           | 60,4           |
| Vordach                         | 8             | 3,6            |
| Treppe                          | 5             | 2,2            |
| Fahrrad                         | 4             | 1,8            |
| Stuhl / Sofa                    | 4             | 1,8            |
| Geländer / Zaun                 | 3             | 1,3            |
| Mülltonne                       | 3             | 1,3            |
| Auto                            | 2             | 0,9            |
| Gitter                          | 2             | 0,9            |
| Rasen                           | 25            | 11,1           |
| Gebüsch                         | 21            | 9,3            |
| Sand                            | 5             | 2,2            |
| Blumenbeet                      | 3             | 1,3            |
| Markise                         | 1             | 0,4            |
| Weich (nicht differenziert)     | 1             | 0,4            |
| Kies                            | 1             | 0,4            |
| Laub                            | 1             | 0,4            |
| Σ                               | 225           | 100            |

### **Begleitumstände**

Selten lagen in den Patientenakten Angaben zum Szenario vor, dass zum HRS führte, wenn man von sehr speziellen Schilderungen absieht.

So fiel eine Katze bei der Jagd eines Vogels, eine andere wurde vom Partnertier gejagt, dreimal fielen Katzen mit der Partnerkatze aus dem Fenster. Eine Katze stürzte ab, weil sie vergeblich versuchte, das gegenüberliegende Fenster zu erreichen, eine war durch den Spalt eines angekippten Fensters geklettert. Eine Katze prallte beim Sturz gegen mehrere Blumenkästen und eine gegen ein Geländer.

Mehrfach abgestürzt waren 26 Katzen, 20 davon zwei-, 5 drei- und 1 viermal. Bei 7 Tieren geschah das 3 Wochen bis 4 Jahre nach dem ersten Sturz.

### **Verletzungsmuster**

**Schock:** 547 Katzen (48,6 %) erlitten einen posttraumatischen Schock.

**Schädelhirntrauma:** Nur bei 32 Katzen (2,8 %) entstand ein Schädelhirntrauma.

### **Thoraxtrauma**

Bei 656 Katzen (58,3 %) kam es durch den Sturz zum Thoraxtrauma. Davon hatten 466 (71 %) nur eine, 156 (23,8 %) zwei, 25 (3,8 %) drei, 7 (1,1 %) vier sowie 2 (0,3 %) fünf Thoraxverletzungen. Von den 156 Katzen mit zwei Läsionen bestanden bei 129 eine Lungenkontusion mit Pneumothorax, bei denen mit drei wurde am häufigsten eine Kombination von Lungenkontusion, Pneumothorax und Hämorthorax, bei denen mit vier Lungenkontusion, Pneumothorax, Pneumomediastinum und subcutanes Emphysem und bei den 2 Katzen mit fünf Läsionen wurden Pneumo-, Hämorthorax, Lungenkontusion, Pneumomediastinum und subcutanes Emphysem diagnostiziert.

Die häufigste Thoraxläsion (n = 527; 46,8 %; N = 1125) war eine Lungenkontusion. Sie war bei 363 (68,9 %) gering-, bei 90 (17,1 %) mittel- und bei 21 (4 %) hochgradig. Bei 53 Patienten (10 %) fehlten Röntgenaufnahmen des Thorax, so dass kein Schweregrad bestimmt werden konnte.

Der Pneumothorax war mit 277 Fällen (24,6 %; N = 1125) die zweit häufigste Diagnose. Folgende Schweregrade wurden in der Reihenfolge der Häufigkeit festgestellt: gering- (n = 142; 51,3 %), vor mittel- (n = 67; 24,2 %) und hochgradig (n = 38; 13,7 %). Von 30 Patienten (10,8 %) wurden die Röntgenaufnahmen nicht archiviert, entsprechend war eine Analyse nicht möglich.



Eher selten wurden ein subcutanes Emphysem (n = 21; 1,9 %; N = 1125), Hämothorax (n = 20; 1,8 %; N = 1125), Pneumomediastinum (n = 16; 1,4%; N = 1125), Sternumfraktur(en) oder –Luxatio(en) (n = 16; 1,4%; N = 1125) sowie Rippenfraktur(en) (n = 14; 1,2 %; N = 1125) diagnostiziert.

Nach der Analyse des thorakalen Stützskelettes wurde bei 16 Katzen (1,4 %) das Brustbein in Form einer Fraktur oder Luxation involviert. 4 x brachen ein oder mehrere Sternalkörper und 12 x waren sie oder der Processus xiphoideus luxiert.

14 Katzen (1,2 %; N = 1125) erlitten Rippenfrakturen, 10 eine isolierte und 4 Serienfrakturen.

### **Orofaziale Läsionen**

Bei 575 Patienten (51,1 %, N = 1125) wurde der orofaziale Bereich lädiert. Zu 57,9 % (n = 333) wurden zwischen zwei bis sieben Verletzungen im Kopfbereich gefunden, wie der Tabelle 15 zu entnehmen ist.

Tabelle 15: Orofaziale Läsionen, isoliert oder multipel

| <u>Kombinationen</u> | <u>Anzahl</u> | <u>Prozent</u> |
|----------------------|---------------|----------------|
| Isoliert             | 242           | 42,1           |
| 2                    | 195           | 33,9           |
| 3                    | 99            | 17,2           |
| 4                    | 28            | 4,9            |
| 5                    | 9             | 1,5            |
| 6                    | 1             | 0,2            |
| 7                    | 1             | 0,2            |
| Σ                    | 575           | 100            |

Unter den orofazialen Verletzungen wurden am häufigsten (n = 244; 21,7 %; N = 1125) eine oder mehrere Abrasionswunden entdeckt. Zu 50 % (n = 122) war das Gewebe vom Kinn, zu 17,2 % (n = 42) von verschiedenen Stellen am Kopf, zu 15,2 % (n = 37) von der Ober-, zu 10,2 % (n = 25) von der Unterlippe, zu 6,6 % (n = 16) von der Nase sowie zu 0,8 % (n = 2) von Kopf und Stirn abradiert.

208 Katzen (18,5 %, N = 1125) bluteten nach dem Absturz aus der Nase und 147 Katzen (13,1 %; N = 1125) aus dem Fang.

Bei 147 Katzen (13,1 %; N = 1125) waren Zähne verletzt. Dieses betraf die Canini (95,2 %), vor den Incisivi (4,1 %) und den Prämolaren (0,7 %). Molare Zähne waren nicht betroffen.

Bei 144 Katzen (12,8 %; N = 1125) wurde der Gaumen mittig gesprengt und bei 114 (10,1 %; N = 1125) war der Unterkiefer frakturiert. Das betraf in der Reihenfolge der Häufigkeiten Corpus mandibulae (n = 34; 29,8 %), Processus coronoideus (n = 10; 8,8 %), Ramus mandibulae (n = 9; 7,9 %), Symphyse (n = 8; 7 %) und Processus condylaris (n = 4; 3,5 %). Mehrfragmentfrakturen erlitten 6 Katzen (5,3 %). Bei weiteren 43 (37,7 %) wurden Unterkieferfraktur(en) klinisch diagnostiziert, ohne dass Röntgenaufnahmen angefertigt wurden.

Die Zunge wurde bei 46 Katzen (4,1 %, N = 1125) verwundet insbesondere im Bereich der Zungenspitze in Form von Einbiss und -riss.

Das Auge bzw. der periokuläre Bereich wurde bei 32 Patienten (2,8%; N = 1125) verletzt. Bei 11 Tieren (1 %; N = 1125) war der Unterkiefer luxiert und bei 6 (0,5 %; N = 1125) war der Schädel am Processus zygomaticus des Os temporale (n = 2) und an der Orbita (n = 1) frakturiert. Nur drei Schädelfrakturen waren klinisch diagnostiziert worden.

### ***Bauchtrauma***

Beim Absturz war das Abdomen von 164 Katzen (14,6 %; N = 1125) in Form eines stumpfen Bauchtraumas mit involviert. 145 Patienten (88,4 %) erlitten ein Mono-, 18 (11 %) ein Polytrauma mit zwei und ein Patient (0,6 %) mit drei Wunden.

Die Bauchwand wurde bei 5 Katzen (0,4 %; N = 1125) klaffend aufgerissen und 4 x am Beckenkamm abgerissen. Im ventralen inguinalen Bereich der Bauchdecke wurden bei 5 Tieren großflächige Hämatome gefunden, die in drei Fällen eine Fettgewebsnekrose zur Folge hatten. Weitere 22 Katzen (2 %; N = 1125) erlitten Riss-, Stich- und/oder Schnittverletzungen im perinealen Bereich.

Bei 21 Katzen (1,9 %; N = 1125) wurde ein Hämoperitoneum diagnostiziert.

Der Urogenitaltrakt war bei 93 Tieren (8,3 %; N = 1125) gequetscht, was bei 84 (7,5 %; N = 1125) durch Hämaturie gekennzeichnet war. 9 Patienten (0,8 %; N = 1125) hatten ein Uroabdomen, 7 infolge eines Harnleiterabrisses (0,6 %; N = 1125) und 2 (0,2 %; N = 1125) wegen einer Harnblasenruptur.

15 Tiere (1,3 %; N = 1125) erkrankten nach dem Absturz an einer traumatischen Pankreatitis, die bei 2 eine Peritonitis zur Folge hatte.

Bei keiner Katze zerriss beim Fenstersturz das Zwerchfell, bei einer kam es (0,1 %; N = 1125) aber zu einem paracostalen Abriss.

### ***Gliedmaßenfrakturen***

Das muskuloskeletale System wurde bei 1040 Katzen durch den Absturz traumatisiert. Gliedmaßenfrakturen wurden 899 x diagnostiziert. Die Hintergliedmaßen waren etwas (n = 497; 55,3 %) häufiger als die Vordergliedmaßen (n = 402; 44,7 %) betroffen.

Nur eine Fraktur wurde bei 322 Patienten (60,6 %), zwei bei 111 (20,9 %), und drei bei 41 (7,8 %) festgestellt. Polyfrakturiert waren 57 (10,7 %).

102 Frakturen (19,2 %) waren offen. In der Reihenfolge der Häufigkeiten betraf dieses die Tibia (n = 50, 49 %), Radius/Ulna (n = 20, 19,6 %), den Humerus (n = 10, 9,8 %), das Os femoris (n = 7, 6,9 %), den Tarsus (n = 7, 6,9 %), Calcaneus (n = 3, 2,9 %), die Metatarsalia (n = 3, 2,9 %) und die Metacarpalia (n = 2, 2 %).

### ***Scapula***

Die Scapula war bei 16 Katzen (1,4 %; N = 1125) gebrochen, 9 x im Corpus scapulae Bereich, 6 x in dem des Collums und 1 x in dem des Tuberculum supraglenoidale.

### ***Lange Röhrenknochen***

Bei 431 Katzen (38,3 %; N = 1125) wurden 480 Frakturen der langen Röhrenknochen diagnostiziert, davon waren bei 49 zwei gebrochen.

Eine Humerusfraktur bestand bei 38 Katzen (3,4 %; N = 1125) am häufigsten im Bereich des distalen Segmentes (n = 23) vor dem der Diaphyse (n = 8). Der proximale meta-/epiphysäre Abschnitt war nicht frakturiert. Bei 7 Humerusfrakturen waren keine Röntgenaufnahmen archiviert. Die Mehrzahl der Brüche waren distal artikulär und einfach sowie metaphysär komplex (n = 9) und distal extraartikulär suprakondylär einfach.

Die detaillierte Verteilung der Humerusfrakturformen in Anlehnung an UNGER et al. (1990) ist aus der Tabelle 16 zu ersehen.

Tabelle 16: Humerus: Frakturhäufigkeit, -lokalisierung und -typ nach UNGER et al. (1990)

1.1 Humerus; diaphyseal; A1 = inkomplett; A2 = Schrägfraktur; A3 = Querfraktur; B1 = ein reduzierbarer Biegekeil; B2 = mehrere reduzierbare Biegekeile; B3 = nicht reduzierbare Biegekeile; C1 = komplex, reduzierbare Biegekeile; C2 = komplex, segmental; C3 = komplex, nicht reduzierbare Biegekeile

|          | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |              |
|----------|----------|----------|----------|--------------|
| <b>1</b> | 0        | 1        | 2        |              |
| <b>2</b> | 1        | 1        | 0        | $\Sigma = 8$ |
| <b>3</b> | 1        | 0        | 2        |              |

1.2 Humerus; distal; A1 = extra-artikulär, einfach; A2 = extra-artikulär, Biegekeil; A3 = extra-artikuläre, komplex; B1 = partiell-artikulär, lateral; B2 = partiell-artikulär, medial; C1 = komplett-artikulär, metaphyseal einfach; C2 = komplett-artikulär, metaphysealer Biegekeil; C3 = komplett-artikulär, metaphyseal komplex

|          | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |               |
|----------|----------|----------|----------|---------------|
| <b>1</b> | 6        | 3        | 3        |               |
| <b>2</b> | 0        | 1        | 1        | $\Sigma = 23$ |
| <b>3</b> | 0        | 0        | 9        |               |

Radius und/oder Ulna waren 152 x (13,5 %; N = 1125) frakturiert, mit 71 Fällen am häufigsten im diaphysären Segment, vor dem distalen mit 38 und dem proximalen mit 14 Fällen. 29 Radius- und Ulnafrakturen konnten keinem Knochensegment, drei konnten zwar einem Segment aber keinem Frakturtyp zugeordnet werden (Tabelle 17). Folgendes Verteilungsmuster der Frakturformen ergab sich für 120 Radius-/Ulnafrakturen nach UNGER et al. (1990):

Tabelle 17: Radius-/Ulna: Frakturhäufigkeit, -lokalisierung und -typ nach UNGER et al. (1990)

2.1 Radius/Ulna; proximal; A1 = extra-artikulär, ulnar; A2 = extra-artikulär, radial; A3 = extra-artikuläre, beide Knochen; B1 = einfach-artikulär, ulnar; B2 = einfach-artikulär, radial; B3 = einfach-artikulär, ein Knochen, der andere extra-artikulär; C1 = multifragmentiert-artikulär, ein Knochen bleibt intakt; C2 = multifragmentiert-artikulär, ein Knochen, der andere extra-artikulär; C3 = multifragmentiert-artikulär, beiden Knochen

|          | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |               |
|----------|----------|----------|----------|---------------|
| <b>1</b> | 1        | 7        | 4        |               |
| <b>2</b> | 0        | 2        | 0        | $\Sigma = 14$ |
| <b>3</b> | 0        | 0        | 0        |               |

2.2 Radius/Ulna; diaphyseal; A1 = radial inkomplett oder einfach, inkomplett oder ein Knochen; A2 = einfach, distale Zone; A3 = einfach, proximale Zone; B1 = radialer Biegekeil mit einfacher Ulnafraktur; B2 = radialer Biegekeile distale Zone, multifragmentierte Ulna; B3 = radialer Biegekeile proximale Zone, multifragmentierte Ulna; C1 = radial komplex mit einfacher Ulnafraktur oder Biegekeilfraktur; C2 = radial segmental, komplex ulnar; C3 = radial und ulnar komplex

|          | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |               |
|----------|----------|----------|----------|---------------|
| <b>1</b> | 24       | 9        | 4        |               |
| <b>2</b> | 21       | 1        | 1        | $\Sigma = 69$ |
| <b>3</b> | 6        | 2        | 1        |               |

2.3 Radius/Ulna; distal; A1 = extra-artikulär, ulna; A2 = extra-artikulär, einfach radial; A3 = extra-artikuläre, multifragmentiert radial; B1 = partiell-artikulär, sagital radial; B2 = partiell-artikulär, frontal radial; C1 = komplett-artikulär, einfach, metaphyseal einfach, C2 = komplett-artikulär, einfach, metaphyseal multifragmentiert; C3 = komplett-artikulär, multifragmentiert

|          | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |               |
|----------|----------|----------|----------|---------------|
| <b>1</b> | 6        | 0        | 2        |               |
| <b>2</b> | 24       | 0        | 0        | $\Sigma = 37$ |
| <b>3</b> | 4        | 0        | 1        |               |

Wie aus Tabelle 17 zu entnehmen, waren je 24 x Radius und/oder Ulna diaphysär, radial inkomplett oder einfach und 24 x distal, extra-artikulär einfach gebrochen. In weiteren 21 Fällen waren Radius- und/oder Ulna im Bereich der distalen Diaphyse frakturiert.

Das Os femoris brach beim Aufschlag 146 x (13 %; N = 1125). Das distale Segment war mit 70 Fällen, vor dem proximalen Segment am häufigsten gebrochen. Weitere 17 Frakturen konnten keinem Segment und 3 Frakturen keinem Typ zugeordnet werden. Es konnten somit 126 Frakturen der Systematik nach UNGER et al. (1990) folgend klassifiziert werden. Wie die Tabelle 18 belegt, war das Os femoris distal, extra-artikulär mit 38 Fällen am häufigsten frakturiert.

Tabelle 18: Os femoris: Frakturhäufigkeit, -lokalisierung und -typ nach UNGER et al. (1990)

3.1 Os femoris; proximal; A1 = Trochanterregion, Avulsion; A2 = intertrochanter, einfach; A3 = Trochanterregion, multifragmentiert; B1 = einfach-cervikal, basiscervikal; B2 = einfach-cervikal, transcervikal; B3 = einfach-cervikal, mit Trochanteravulsion; C1 = capital oder multifragmentiert-cervikal, artikulär, einfach; C2 = capital oder multifragmentiert-cervikal, artikulär, multifragmentiert; C3 = multifragmentiert-cervikal und trochantär

|          | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |               |
|----------|----------|----------|----------|---------------|
| <b>1</b> | 0        | 13       | 1        |               |
| <b>2</b> | 1        | 13       | 0        | $\Sigma = 29$ |
| <b>3</b> | 0        | 0        | 1        |               |

3.2 Os femoris; diaphyseal; A1 = inkomplett; A2 = Schrägfraktur; A3 = Querfraktur; B1 = ein reduzierbarer Biegekeil; B2 = mehrere reduzierbare Biegekeile; B3 = nicht reduzierbare Biegekeile; C1 = komplex, reduzierbare Biegekeile; C2 = komplex, segmental; C3 = komplex, nicht reduzierbare Biegekeile

|          | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |               |
|----------|----------|----------|----------|---------------|
| <b>1</b> | 1        | 5        | 1        |               |
| <b>2</b> | 7        | 3        | 0        | $\Sigma = 28$ |
| <b>3</b> | 8        | 1        | 2        |               |

3.3 Os femoris; distal; A1 = extra-artikulär, einfach; A2 = extra-artikulär, Biegekeil; A3 = extra-artikuläre, komplex; B1 = partiell-artikulär, lateraler Kondylus, sagital; B2 = partiell-artikulär, medialer Kondylus, sagital; B3 = partiell-artikulär, frontal, unikondylär; C1 = komplett-artikulär, einfach, metaphyseal einfach oder Biegekeil; C2 = komplett-artikulär, einfach, metaphyseal komplex; C3 = komplett-artikulär, multifragmentiert

|          | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |               |
|----------|----------|----------|----------|---------------|
| <b>1</b> | 38       | 0        | 3        |               |
| <b>2</b> | 9        | 2        | 1        | $\Sigma = 69$ |
| <b>3</b> | 14       | 0        | 2        |               |

Tibia- und/oder Fibulafrakturen machten mit 144 Fällen (12,8 %; N = 1125) den drittgrößten Anteil an der Gesamtzahl der Gliedmaßenfrakturen aus. 25 dieser Frakturen konnten keinem Segment zugeordnet werden. Am häufigsten frakturiert war die Diaphyse mit 75 Fällen, vor dem distalen Segment mit 41 und dem proximalen mit nur 3 Fällen. Der Typ einer distalen Tibia- und Fibulafraktur konnte nicht bestimmt werden. Die Details der Tibia- und Fibulafrakturen nach UNGER et al. (1990) waren für 118 Frakturen bestimmbar. Sie wurden in Tabelle 19 zusammengestellt.

Tabelle 19: Tibia/Fibula: Frakturhäufigkeit, -lokalisierung und -typ nach UNGER et al. (1990)

4.1 Tibia /Fibula, proximal; A1 = extra-artikulär, Avulsion; A2 = extra-artikulär, einfach; A3 = extra-artikuläre, multifragmentiert; B1 = partiell-artikulär, lateral, einfach; B2 = partiell-artikulär, medial, einfach; B3 = partiell-artikulär, unikondylär, multifragmentiert; C1 = komplett-artikulär, einfach, metaphyseal einfach; C2 = komplett-artikulär, einfach, metaphyseal multifragmentiert; C3 = komplett-artikulär, multifragmentiert

|          | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |              |
|----------|----------|----------|----------|--------------|
| <b>1</b> | 1        | 0        | 0        |              |
| <b>2</b> | 0        | 0        | 0        | $\Sigma = 3$ |
| <b>3</b> | 2        | 0        | 0        |              |

4.2 Tibia / Fibula, diaphyseal; A1 = tibial inkomplett oder Fibula intakt; A2 = einfache Tibiaschrägfraktur; A3 = einfache Tibiaquerfraktur; B1 = tibialer Biegekeil, ein reduzierbarer Biegekeil; B2 = tibialer Biegekeil, mehrere reduzierbare Biegekeile; B3 = tibialer Biegekeil, nicht reduzierbare Biegekeile; C1 = tibial komplex, reduzierbare Biegekeile; C2 = tibial komplex, segmental; C3 = tibial komplex, nicht reduzierbare Biegekeile

|          | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |               |
|----------|----------|----------|----------|---------------|
| <b>1</b> | 5        | 7        | 5        |               |
| <b>2</b> | 5        | 7        | 8        | $\Sigma = 75$ |
| <b>3</b> | 10       | 8        | 20       |               |



4.3 Tibia / Fibula, distal; A1 = extra-artikulär, einfach; A2 = extra-artikulär, Biegekeil; A3 = extra-artikuläre, komplex; B1 = partiell-artikulär, lateral, malleolar; B2 = partiell-artikulär, medial, malleolar; B3 = partiell-artikulär, multimalleolar; C1 = komplett-artikulär, einfach, metaphyseal einfach, C2 = komplett-artikulär, einfach, metaphyseal multifragmentiert; C3 = komplett-artikulär, multifragmentiert

|          | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |               |
|----------|----------|----------|----------|---------------|
| <b>1</b> | 6        | 26       | 1        |               |
| <b>2</b> | 4        | 2        | 0        | $\Sigma = 40$ |
| <b>3</b> | 0        | 1        | 0        |               |

Am häufigsten waren mit 26 Fällen Frakturen der Tibia/Fibula distal, partiell-artikulär den lateralen Malleolus betreffend, die immer kombiniert mit anderen Tarsalgelenkfrakturen festgestellt wurden. Isoliert waren Tibia- und Fibula sehr häufig (n = 20) diaphysär, komplex, nicht reduzierbar gesplittert.

*Ossa carpi, metacarpalia, tarsi, metatarsalia, phalangeae*

Von den Knochen des Karpalgelenkes war bei nur einer Katze (0,09 %; N = 1125) das Os carpi accessorium zusammen mit dem Os metacarpale II gebrochen.

143 Patienten (12,7 %; N = 1125) erlitten eine oder mehrere Frakturen der Ossa metacarpalia. Bei 97 (67,8 %) waren nur eine und bei 46 (32,2 %) beide Pfoten betroffen, so dass 189 Pfoten eine oder mehrere Frakturen der Metacarpalia erlitten. 101 (53,4 %) dieser Frakturen kamen isoliert, 53 (28,1 %) an zwei, 21 (11,1 %) an drei und 14 (7,4 %) als Serienfrakturen der Ossa metacarpalia vor.

Die Knochen des Tarsalgelenkes brachen 53 x (4,7 %; N = 112), 43 x entstand durch den Aufschlag eine isolierte Fraktur und 10 x entstanden Brüche mehrerer Tarsalgelenkknochen. In der Reihenfolge der Häufigkeiten brach der Talus (n = 44) vor dem Calcaneus (n = 6) am häufigsten. Die häufigste Frakturform am Tarsalgelenk waren 18 Talustrümmerfrakturen, gefolgt von 16 Schrägfrakturen der Trochlea tali proximalis, 7 Schräg- oder Querfrakturen des Corpus tali und 6 Calcaneusfrakturen in Form von 2 Schräg-, 2 Trümmer- und 2 Querfrakturen.

30 Katzen (2,7 %; N = 1125) erlitten Frakturen eines oder mehrerer Metatarsalia. Bei nur einem Patienten waren beide Pfoten betroffen. 14 Ossa metatarsalia brachen isoliert, 10 x brachen zwei Metatarsalia, 1 x drei und 6 x entstanden Serienfrakturen.

8 Katzen (0,7 %; N = 1125) erlitten eine Zehenfraktur.

## Becken

Das Becken frakturierte bei 125 Katzen (11,1 %; N = 1125). In 37 Fällen (29,6 %) brach nur ein, in 27 (21,6 %) drei, in 26 (20,8 %) zwei und in 9 (7,2 %) waren vier Beckenknochen gebrochen. 26 Katzen (20,8 %) waren nicht geröntgt worden oder die Röntgenaufnahmen wurden nicht archiviert. Die Diagnose beruhte auf klinischen Befunden.

Die Fraktur einzelner Beckenknochen ist der Tabelle 20 zu entnehmen.

Tabelle 20: Verteilungsmuster von Frakturen eines Beckenknochens

| <u>frakturierte Beckenknochen</u> | <u>Anzahl</u> | <u>Prozent</u> |
|-----------------------------------|---------------|----------------|
| Tuber ischiadicum                 | 18            | 48,6           |
| Corpus ossis ischii               | 5             | 13,6           |
| Tabula ossis ischii               | 2             | 5,4            |
| Symphysis pelvina                 | 2             | 5,4            |
| Os pubis                          | 1             | 2,7            |
| Corpus ossis illi                 | 6             | 16,2           |
| Ala ossis illi                    | 1             | 2,7            |
| Os sacrum                         | 2             | 5,4            |
| Gesamtsumme                       | 37            | 100            |

Wie aus der Aufstellung zu ersehen ist, war insbesondere das Os ischium mit 67,6%, mit Tuber (48,6 %), Corpus (13,6 %) und Tabula (5,4 %) betroffen. In anderen Regionen frakturiert ein einzelner Knochen entsprechend in 30 % der Fälle.

Am häufigsten kombiniert mit Beteiligung von nur zwei Knochen brachen Os pubis und Corpus ossis ischii (n = 6; 23,1 %), vor Corpus ossis illi und Os pubis (n = 3; 11,5%).

Bei drei Frakturen betraf dieses das Corpus ossis illi, Os pubis und Tabula ossis ischii (n = 9; 33,3%). In gut einem Viertel dieser Fälle war das Os pubis (n = 21; 25,9 %) von insgesamt 81 einzelnen Knochen involviert.

Frakturierten vier Knochen waren bei 2 Katzen Corpus ossis illi, Os pubis links und rechts und die Tabula ossis ischii beteiligt, während die anderen Kombinationen je nur einmal entstanden.

Insgesamt frakturierten 206 Beckenknochen bei 125 Katzen. Das Os pubis (n = 47; 22,8 %) war vor dem Corpus ossis illi (n = 37; 18 %), Tuber ischiadicum (n = 36; 17,5 %), Tabula (n = 28; 13,6 %) bzw. Corpus ossis ischii (n = 26; 12,6 %), Os sacrum (n = 14; 6,8 %), Symphysis pelvina (n = 13; 6,3 %), Azetabulum (n = 4; 1,9 %) und Ala ossis illi (n = 1; 0,5 %) am häufigsten gebrochen.

### **Luxationen**

136 Katzen (12,1 %; N = 1125) erlitten beim Absturz in der Reihenfolge der Häufigkeit eine Luxation im Iliosakral-, Karpal-, Hüft- und/oder Tarsalgelenk.

Das Iliosakralgelenk luxierte insgesamt am häufigsten (n = 49) bei 28 Katzen beidseits und bei 21 einseitig.

Es folgten 44 Luxationen (3,9 %; N = 1125) des Karpalgelenks bei 39 Katzen. 5 davon erlitten die Verletzung beidseits. Die Gelenketape Art. carpometacarpeae luxierte in 23 Fällen (52,2 %), vor der Art. antebrachioarpeae (n = 14; 31,8 %), der Art. mediocarpeae (n = 5; 11,4 %) und den Artt. medio- et carpometacarpeae (n = 1; 2,3 %) am häufigsten. Bei einer Katze wurde (2,3 %) keine exakte Diagnose gestellt, da keine Röntgenaufnahmen vorlagen. Die Diagnose „Luxation“ war in der Patientenakte vermerkt.

Eine Luxatio ossis femoris erlitten 24 Katzen (2,1%; N = 1125) einseitig.

19 Tarsalgelenksluxationen (1,7 %; N = 1125) wurden bei 17 Katzen, bei 2 davon beiderseits diagnostiziert. Luxiert waren in der Reihenfolge der Häufigkeit die Art. tarsocuralis (n = 11 / 57,9 %), vor den Artt. tarsometatarseeae (n = 7 / 36,8 %), der Art. talocalcaneocentralis (n = 1 / 5,3 %). Unverletzt blieben die Art. calcaneoquartalis und Art. centrodistalis.

Schulter-, Ellenbogen- und Kniegelenke wurden durch den Absturz nicht ausgelenkt.

### **Bandruptur(en)**

Im Bereich der Gliedmaßen zogen sich beim Absturz 15 Katzen eine und eine zwei Bandruptur(en) (n = 17; 1,5 %; N = 1125) zu. Der Bereich des Kniegelenkes war am häufigsten betroffen. Die Ligg. cruciata rupturierten bei 7 Katzen. 3 x riss das Lig. cruciatum caudale aus, 2 x das Lig. cruciatum craniale knöchern und einmal mit Abriss des medialen Meniskus. Eine Ruptur des Lig. cruciatum caudale und des Lig. collaterale mediale bestand bei einer Katze. Bei je einem Patienten rupturierte das Lig. collaterale carpi laterale und das Lig collaterale tarsi mediale longum.

### **Weichteilverletzungen an Gliedmaßen**

92 Katzen (8,2 %; N = 1125) erlitten beim Absturz Weichteilverletzungen im Bereich der Gliedmaßen, häufigst in Form einer Abrasion (n = 45 / 48,9 %). Betroffen waren insbesondere die Tarsalgelenksregion (n = 16 / 35,6 %) und Ballen (n = 11 / 24,4%). Es entstanden 14 Risswunden (15,2 %), vor 3 Schnitt- (3,2 %), 2 Stich- (2,2 %) und 2 Pfählungsverletzungen (2,2 %). Von 26 Katzen (28,3 %) konnten weder Lokalisation noch Typ der Läsion benannt werden, da in der Akte entsprechende Angaben fehlten.

### ***Rückenmarkläsion(en) und Wirbelfraktur(en)***

Bei 48 Katzen (4,3 %; N = 1125) kam es in 33 Fällen zu einer/mehreren Wirbelfraktur(en) und in 15 zur Wirbelluxation. Frakturiert waren u.a. die kaudale Terminalplatte, Processus spinosi und/oder transversi. Die Mehrzahl der Luxationen (n = 4 / 26,7 %) entstand im thorakolumbalen Übergang.

26 Katzen (2,3 %; N = 1125) zogen sich beim Sturz ein spinales Trauma mit Parese zu, 22 x in Form einer Paraparese und je 2 in Form einer Mono- oder Tetraparese.

### **Schweregrad der Verletzungen**

42 Katzen (3,7 %; N = 1125) blieben beim Absturz unverletzt. Während 283 Katzen (25,2 %; N = 1125) geringgradig (Abrasionsverletzungen, einfache Metacarpal- und/oder Metatarsal Fraktur(en), und/oder geringgradige Thoraxverletzung ohne respiratorische Beeinträchtigung) verletzt wurden. 282 Katzen (25,1 %; N = 1125) waren mittelgradig schwer betroffen (ausgedehnte Zusammenhangstrennung(en), Luxation(en), Bandruptur(en) und/oder einfache Fraktur(en) langer Röhrenknochen, Ripp(en) und/oder Becken). Hochgradig, nicht lebensbedrohlich verletzt wurden 227 Patienten (20,2 %; N = 1125) mit mgr. Thoraxverletzungen, mit ggr. respiratorischer Insuffizienz und/oder multiplen Becken- und/oder Fraktur(en) der langen Röhrenknochen, während lebensbedrohlich 291 Katzen (25,9 %; N = 1125) u.a. durch Schädel- und/oder Wirbelfraktur(en) mit neurologischem Defizit, Thoraxtrauma mit respiratorischer Insuffizienz, Abdominaltrauma mit Schock, Beckenringfrakturen und offene Fraktur(en) langer Röhrenknochen verletzt wurden, wie aus der Abbildung 28 zu ersehen ist.

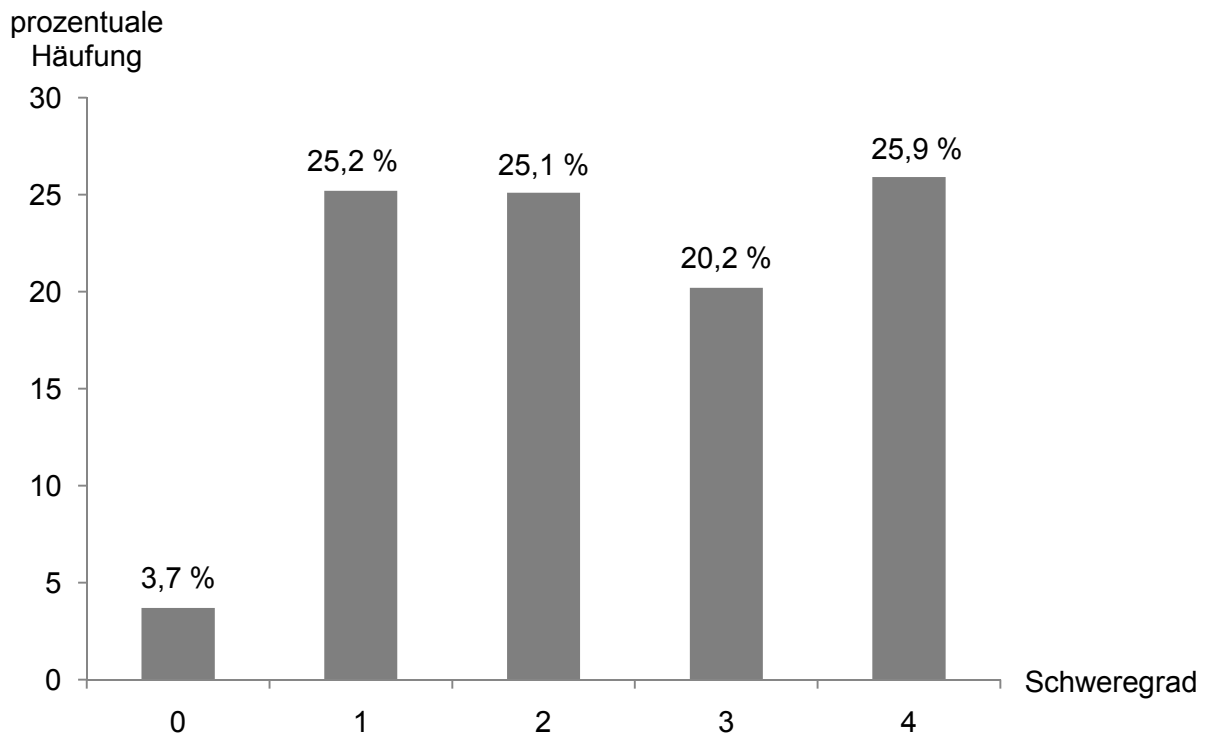


Abb. 28: prozentuale Verteilung des Schweregrad der Verletzungen

Der Schweregrad der Verletzungen wurde zum Alter, Körpergewicht, Geschlecht, Absturzhöhe und Beschaffenheit der Aufprallfläche korreliert und mit SPSS (Version 22) auf etwaige Signifikanzen untersucht. Ergebnisse mit einem  $p \leq 0,05$  wurden als signifikant gewertet.

### ***Schweregrad und Alter***

Das Alter der Tiere beeinflusste den Schweregrad der Verletzungen nicht. Das Signifikanzniveau betrug  $p = 0,23$ , errechnet mit dem Kruskal-Wallis-Test für die Altersgruppen  $< 1$  Jahr ( $n = 296$ ), 1 bis 8 Jahre ( $n = 645$ ) und  $> 8$  Jahre ( $n = 144$ ).

### **Schweregrad und Geschlecht**

Die Korrelation von Schweregrad der Verletzungen und Geschlecht der Patienten wurde mit dem Mann-Whitney-U-Test geprüft. Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, stürzten etwa 100 männliche Katzen (n = 601) mehr als weibliche (n = 511) ab.

Tabelle 21: Schweregrad und Geschlecht

| <u>Schweregrad</u>                 | <u>Geschlecht</u> |     |          |     |
|------------------------------------|-------------------|-----|----------|-----|
|                                    | Männlich          |     | weiblich |     |
|                                    | Prozent           | N   | Prozent  | n   |
| Unverletzt                         | 3%                | 18  | 4,3%     | 22  |
| Geringgradig                       | 26,3%             | 158 | 24,1%    | 123 |
| Mittelgradig                       | 27,8%             | 167 | 22,3%    | 114 |
| Hochgradig, nicht lebensbedrohlich | 18,5%             | 111 | 21,5%    | 110 |
| Hochgradig, lebensbedrohlich       | 24,4%             | 147 | 27,8%    | 142 |
| Σ                                  | 100%              | 601 | 100%     | 511 |

In Korrelation zum Schweregrad bestanden zwar geringe prozentuale Unterschiede aber ohne Signifikanz ( $p = 0,183$ ).

### **Schweregrad und Körpergewicht**

Die Patienten wurden in leicht ( $\text{KGW} \leq 4 \text{ kg}$ ;  $n = 489$ ) und schwer ( $\text{KGW} \geq 4 \text{ kg}$ ;  $n = 485$ ) gruppiert. Mit dem Mann-Whitney-U-Test wurde der Schweregrad der Verletzungen mit dem Körpergewicht korreliert und erwies sich als nicht signifikant ( $p = 0,549$ ).

### **Schweregrad und Absturzhöhe**

Der Zusammenhang zwischen Schweregrad der Läsionen und Absturzhöhe wurde mit Hilfe der Spearman-Korrelation statistisch untersucht und ergab eine Signifikanz mit  $p \leq 0,001$ . Das bedeutet, dass zwischen beiden Parametern ein gleichläufiger Zusammenhang besteht und heißt, je höher die Absturzhöhe, umso ausgeprägter der Schweregrad der Läsionen.

### **Schweregrad und Beschaffenheit der Aufprallfläche**

Die Ergebnisse der Analysen zwischen Schweregrad der Läsionen und der Beschaffenheit der Aufschlagfläche ist in Tabelle 22 zusammengefasst. Differenziert wurde in „hart“ und „weich“.

Tabelle 22: Schweregrad und Aufprallfläche hart / weich

| <u>Schweregrad</u>                 | <u>Beschaffenheit der Aufprallfläche</u> |     |       |    |
|------------------------------------|------------------------------------------|-----|-------|----|
|                                    | hart                                     |     | weich |    |
|                                    | %                                        | N   | %     | N  |
| Unverletzt                         | 1,8%                                     | 3   | 9,7%  | 6  |
| Geringgradig                       | 23%                                      | 38  | 40,3% | 25 |
| Mittelgradig                       | 28,5%                                    | 47  | 11,3% | 7  |
| Hochgradig, nicht lebensbedrohlich | 21,2%                                    | 35  | 16,1% | 10 |
| Hochgradig, lebensbedrohlich       | 25,5%                                    | 42  | 22,6% | 14 |
| Σ                                  | 100%                                     | 165 | 100%  | 62 |

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist und im Mann-Whitney-U-Test errechnet werden konnte, sind signifikante Unterschiede ( $p = 0,016$ ) zwischen Schweregrad und Aufschlagfläche auszumachen. Unverletzt oder geringgradig verletzt waren in weit höherem Maße die Patienten nach Aufprall auf weichem (50 %) denn hartem Boden (24,8 %). Korreliert man weitergehend hart – weich und die Schweregrade der Läsionen „mittel-, hochgradig, nicht lebensbedrohlich – lebensbedrohlich“ ergibt der Chi-Quadrat-Test eine noch deutlichere Signifikanz ( $p \leq 0,001$ ). Beide Tests zeigen, dass Katzen die auf harten Untergrund fallen, signifikant schwerer verletzt sind.

## Verletzungskombinationen

Mit Hilfe der Assoziationsanalyse soll das Ausmaß der Verletzungen und ihre Häufigkeit bei mehrfach verletzten Patienten aufgezeigt werden. Dazu wurde das binäre Unähnlichkeitsmaß nach Lance und Williams zur Berechnung der Ähnlichkeiten/Unähnlichkeiten der einzelnen Verletzungen genutzt. Bei der Darstellung wurden Polytraumen mit einem Anteil unter 5% nicht berücksichtigt. Die Häufigkeit der Läsionen wurde skaliert, so wurde es möglich, die Läsion als Punkt abzubilden. Zur Differenzierung des Schweregrades der verschiedenen Polytraumen wurden die Gruppen „leicht“ (Schweregrad geringgradig) und „schwer“ (Schweregrad mittelgradig; hochgradig, nicht lebensbedrohlich und hochgradig, lebensbedrohlich) verletztter Patienten gebildet.

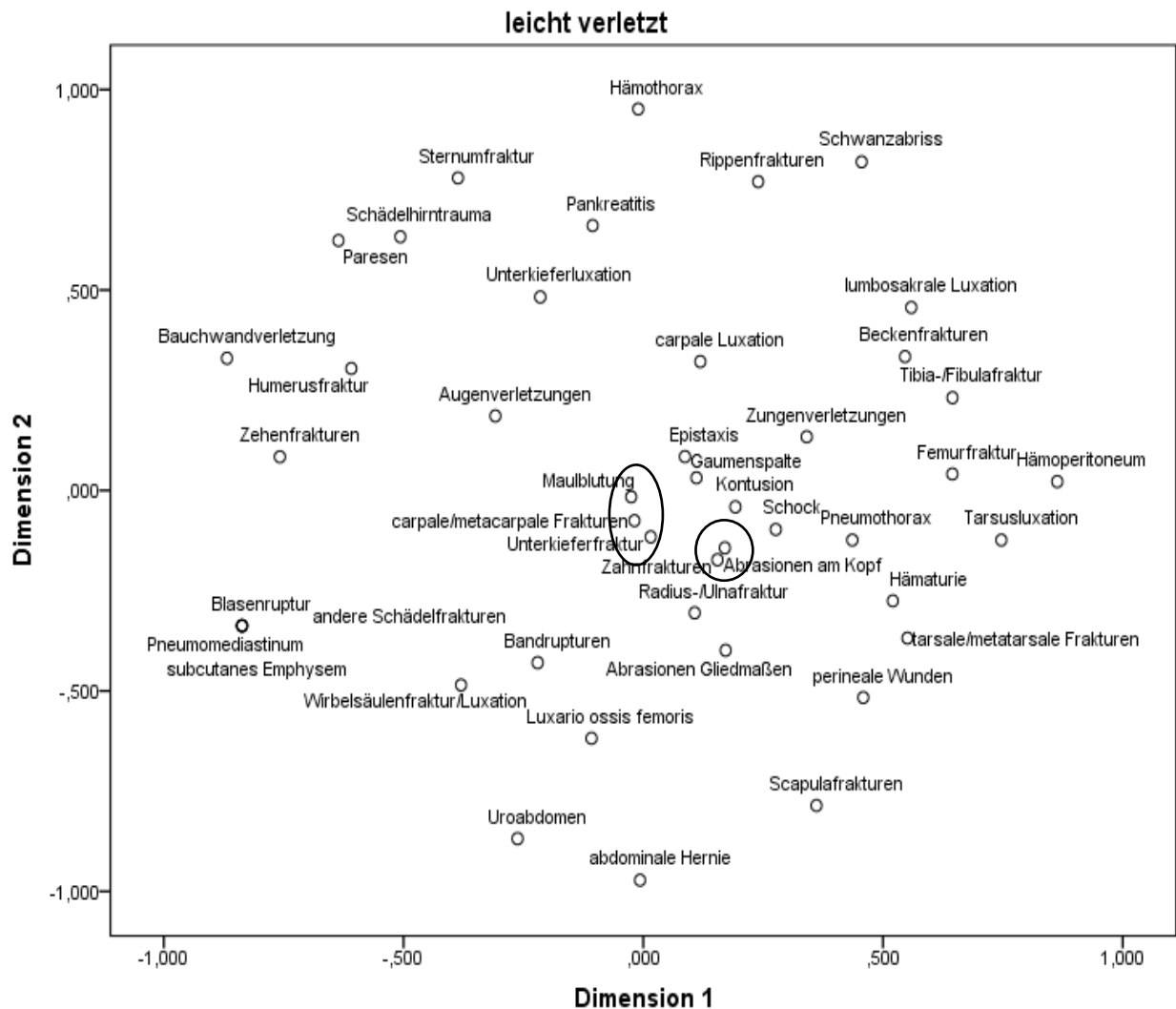


Abb. 29: Leicht verletzte Katzen, Verletzungshäufigkeiten und Wahrscheinlichkeit von Verletzungskombinationen



Aus der „kartographischen“ Darstellung leicht verletzter, abgestürzter Katzen ist zu entnehmen, dass Mehrfachverletzungen umso wahrscheinlicher wurden, je näher die Punkte sowohl in der horizontalen (1) als auch der vertikalen (2) Dimension zusammenrücken. Das heißt z.B., dass leicht verletzte Katzen häufig Polytraumen mit Maulblutung, karpalen und metakarpalen Fraktur(en) und Unterkieferfrakturen oder Epistaxis, Gaumenspalte und Zahntrauma(ta) sowie einer oder mehrere Abrasionen des Gesichts erleiden.

Für schwer verletzte Katzen ist das Ergebnis der Assoziationsanalyse in der Abbildung 30 kartographiert.

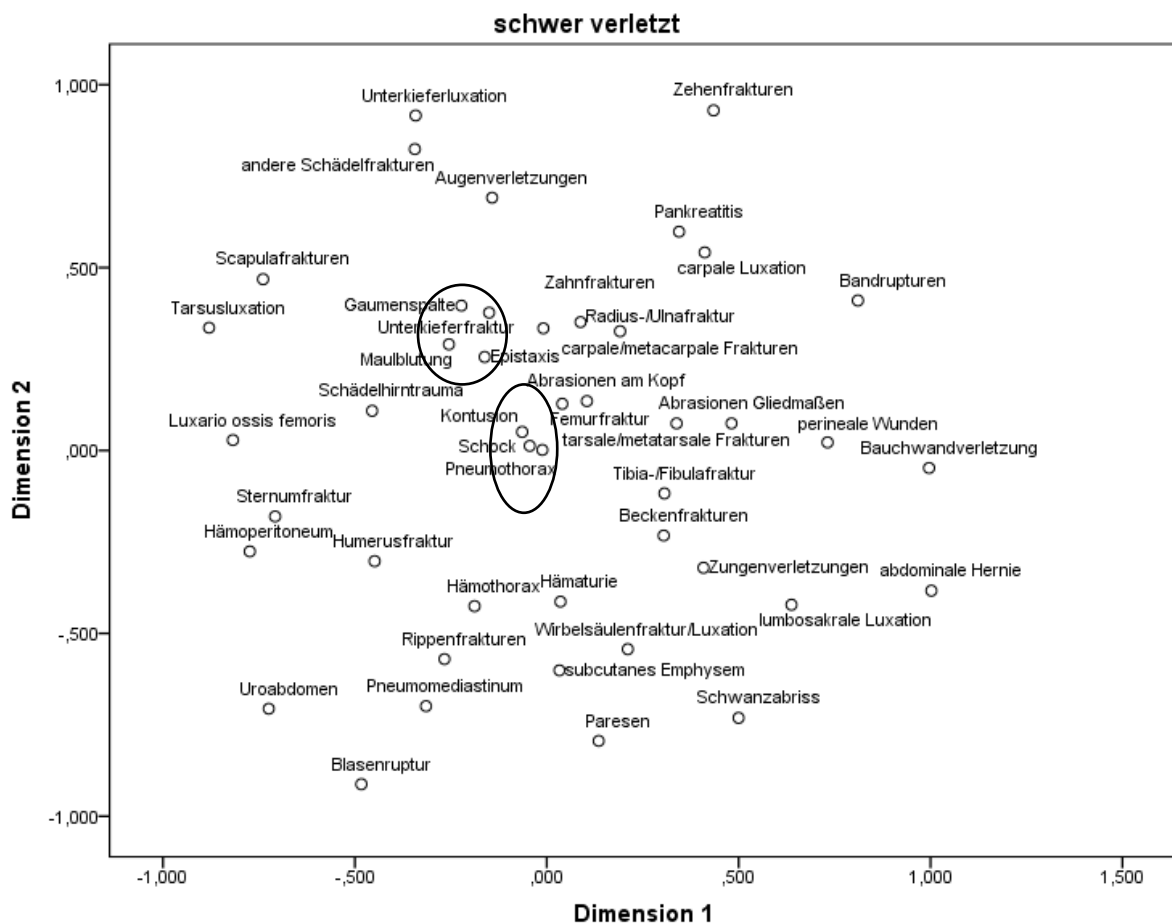


Abb. 30: Schwer verletzte Katzen, Verletzungshäufigkeiten und Wahrscheinlichkeit von Verletzungskombinationen

Der Abbildung ist zu entnehmen, dass schwer verletzte Katzen eine besondere Verletzungsdichte mit Lungenkontusion, Schock und Pneumothorax, aber auch Gaumenspalte, Unterkieferfraktur(en), Maulblutung und Epistaxis aufweisen.

## **Risikoanalyse für zwei Läsionen**

Schock – Läsion.

Katzen mit Schock wiesen zusätzlich ein Risiko auf, von:

- 55,4 % für eine Lungenkontusion
- 33,6 % Pneumothorax
- 21,6 % Epistaxis
- 20,3 % Abrasion(en) im Kopfbereich
- 17,2 % Blutungen aus dem Fang
- 14,6 % Gaumenspalte
- 12,6 % Unterkieferfraktur(en)
- 12,4 % Beckenfraktur(en)
- 14,4 % Metakarpalfraktur(en).

Lungenkontusion – Läsion.

Katzen mit einer Lungenkontusion wiesen zusätzlich ein Risiko auf, von:

- 57,5 % für einen Schock
- 29 % Pneumothorax
- 20,5 % Abrasion(en) im Kopfbereich
- 17,8 % Epistaxis
- 15 % Metakarpalfraktur(en)
- 13,9 % Zahntrauma
- 13,9 % Blutungen aus dem Fang
- 12,7 % Unterkieferfraktur(en)
- 11,8 % Gaumenspalte
- 11,6 % Beckenfraktur(en)
- 11,4 % Tibia-/Fibulafraktur
- 10,8 % Radius-/Ulnafraktur.

Pneumothorax – Läsion.

Katzen mit einem Pneumothorax wiesen zusätzlich ein Risiko auf, von:

- 66,4 % für einen Schock
- 55,2 % für eine Lungenkontusion.

Epistaxis – Läsion.

Katzen mit Epistaxis wiesen zusätzlich ein Risiko auf, von:

- 56,7 % für einen Schock
- 45,1 % Lungenkontusion
- 37 % Gaumenspalte
- 27,9% Blutungen aus dem Fang.

Abrasion(en) im Kopfbereich – Läsion.

Katzen mit Abrasion(en) im Kopfbereich wiesen zusätzlich ein Risiko auf, von:

- 45,5 % für einen Schock
- 44,3 % Lungenkontusion
- 26,6 % Zahntrauma.

Blutungen aus dem Fang – Läsion.

Katzen mit einer Blutung aus dem Fang wiesen zusätzlich ein Risiko auf, von:

- 64 % für einen Schock
- 50 % Lungenkontusion
- 39,5 % Epistaxis.

Zahntrauma – Läsion.

Katzen mit einem Zahntrauma wiesen zusätzlich ein Risiko auf, von:

- 55,8 % für einen Schock
- 50 %Lungenkontusion
- 44,2 % Abrasion(en) im Kopfbereich.

Gaumenspalte – Läsion.

Katzen mit einer Gaumenspalte wiesen zusätzlich ein Risiko auf, von:

- 55,6 % für einen Schock
- 53,5 % Epistaxis
- 43,1 % Lungenkontusion.

Unterkieferfraktur(en) – Läsion.

Katzen mit Unterkieferfraktur(en) wiesen zusätzlich ein Risiko auf, von:

- 60,5 % für einen Schock
- 58,8 % Lungenkontusion.

Metakarpalfraktur(en) – Läsion.

Katzen mit Metakarpalfraktur(en) wiesen zusätzlich ein Risiko auf, von:

- 55,2 % für einen Schock
- 55,2 % Lungenkontusion.

Beckenfraktur(en) – Läsion.

Katzen mit Beckenfraktur(en) wiesen zusätzlich ein Risiko auf, von:

- 54,2 % für einen Schock
- 48,8 % Lungenkontusion.

Tibia-/Fibulafraktur – Läsion.

Katzen mit Tibia-/Fibulafraktur wiesen zusätzlich ein Risiko auf, von:

- 55,6 % für eine Lungenkontusion.

Radius-/Ulnafraktur – Läsion.

Katzen mit Radius-/Ulnafraktur wiesen zusätzlich ein Risiko auf, von:

- 51,4 % für eine Lungenkontusion.

## Risikoanalyse für drei Läsionen

Patienten hatten nach dem Aufprall mit den Läsionen:

- Lungenkontusion und Pneumothorax ein 68 %iges Schockrisiko
- Schock und Pneumothorax ein 56,5%iges Risiko für eine Lungenkontusion
- Schock und Lungenkontusion ein 34,3%iges Risiko für einen Pneumothorax
- Epistaxis und Lungenkontusion ein 67 %iges Schockrisiko
- Epistaxis und Schock ein 53,4 %iges für eine Lungenkontusion
- Lungenkontusion und Schock ein 20,8 %iges Risiko für Epistaxis
- Abrasion(en) im Kopfbereich und Lungenkontusion ein 58,3%iges ein Schockrisiko
- Abrasion(en) im Kopfbereich und Schock ein 56,8%iges Risiko für eine Lungenkontusion
- Lungenkontusion und Schock ein 20,8%iges Risiko für Abrasion(en) im Kopfbereich.

## Absturzhöhe und Verletzungsmuster

Absturzhöhe und Verletzungsmuster im Hinblick auf die Anzahl der Läsionen sind in der Abbildung 31 in Form von Säulendiagrammen dargestellt. Es wurden dazu die Läsionen pro Katze gezählt und ein Durchschnittswert aus der Gesamtzahl der Läsionen pro Höhengruppe und der Gesamtzahl der Katzen, die aus der jeweiligen Höhe abstürzten, berechnet.

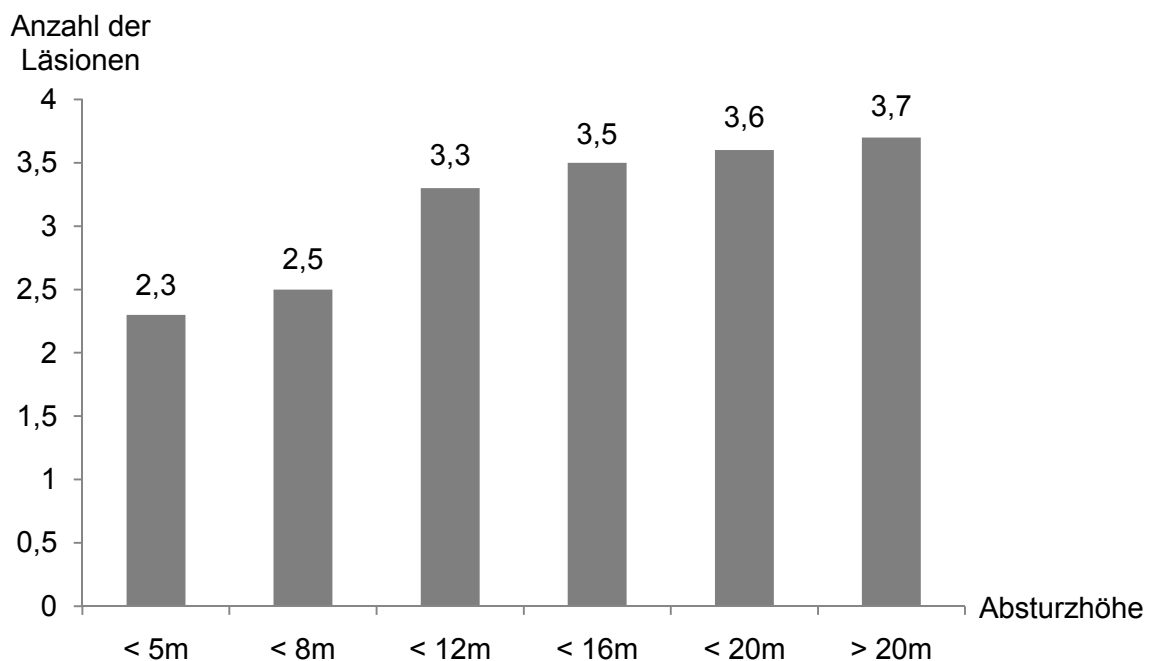


Abb. 31: Absturzhöhe und Zahl der Verletzungen

Insgesamt hatte jede der 1125 Katzen 3,1 Läsionen. Bei einer Absturzhöhe von bis zu 5 m erlitt jede Katze 2,3 Läsionen, von bis zu 8 m 2,5, von bis zu 12 m 3,3, von bis zu 16 m 3,5, von bis zu 20 m 3,6 und über 20 m 3,7 Läsionen. Die durchschnittliche Anzahl der Läsionen pro Katze steigt mit zunehmender Absturzhöhe. Im Chi-Quadrat-Test der Korrelation war keine Signifikanz festzustellen.

### ***Statistische Auswertung***

Die Anzahl Verletzungen wurden zur Absturzhöhe mit Hilfe der logistischen Regression mit einem Steigungskoeffizienten auf Signifikanz getestet. Als signifikant wurde ein p-Wert  $p \leq 0,05$  angesehen.

Das Verletzungsrisiko wurde für jede Absturzhöhe mit der Konfidenzintervallberechnung getrennt eingeschätzt. Die Konfidenzintervalle sind unsymmetrisch, weshalb Wald-Konfidenzintervalle mit Hilfe der „Genlin“-Prozedur berechnet wurden. Bei einem Anteilswert null oder eins, ist eine Schätzung der Konfidenzintervalle nicht möglich.

### ***Ergebnisse***

Für Verletzungen: Schock, Schädelhirntraum, Lungenkontusion, Pneumothorax, Hämothorax, Pneumomediastinum, subcutanes Emphysem, Unterkieferfraktur(en), Abrasionsverletzung(en) des Gesichts, Harnblasenruptur, Wirbelsäulentrauma, Radius- und Ulnafraktur(en), karpale und metakarpale Fraktur(en), Beckenfraktur(en) und Tibia- sowie Fibulafraktur(en) konnte durch logistische Regression ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Absturzhöhen festgestellt werden. Die logistische Regression bezieht sich auf einen Steigungskoeffizienten, weshalb ein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Verletzungen heißt, dass je höher die Höhengruppe, umso größer ist die Häufigkeit der Verletzungen.

Eine Ausnahme wurde für die Abrasion(en) im Kopfbereich festgestellt. In diesem Fall wurde eine Odds Ratio unter eins festgestellt. Das bedeutet, dass das Verletzungsrisiko in der ersten Höhengruppe (< 5 m) am größten ist und mit Zunahme der Absturzhöhe sinkt.

Das Risiko eines tödlichen verlaufenden HRS für Katzen steigt signifikant ( $p < 0,001$ ) mit der Absturzhöhe.

In Tabelle 23 sind die Läsionen, ihre Signifikanz und Odds Ratio zusammengestellt. Damit wurde das Chancenverhältnis unter den Aspekten Absturzhöhe und Verletzungsrisiko abgebildet.

Tabelle 23: Signifikanz und Odds Ratio signifikanter Verletzungen und Absturzhöhe

| <u>Verletzung</u>                    | <u>Signifikanz</u> | <u>Odds Ratio</u> |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------|
| Schock                               | 0,000              | 1,355             |
| Schädelhirntrauma                    | 0,019              | 1,423             |
| Lungenkontusion                      | 0,000              | 1,221             |
| Pneumothorax                         | 0,000              | 1,566             |
| Hämothorax                           | 0,016              | 1,578             |
| Pneumomediastinum                    | 0,039              | 1,546             |
| Subcutanes Emphysem                  | 0,002              | 1,774             |
| Unterkieferfraktur(en)               | 0,000              | 1,344             |
| Abrasionsverletzung(en) des Gesichts | 0,002              | 0,828             |
| Harnblasenruptur                     | 0,034              | 4,720             |
| Wirbelsäulentraumen                  | 0,003              | 1,454             |
| Radius- und Ulnafraktur(en)          | 0,001              | 1,314             |
| Karpale und metakarpale Fraktur(en)  | 0,020              | 1,190             |
| Beckenfraktur(en)                    | 0,001              | 1,296             |
| Tibia- und Fibulafraktur(en)         | 0,046              | 1,182             |

Verletzungen ohne signifikanten Unterschied wiesen keine prozentuale Steigerung des Verletzungsrisikos mit steigender Höhengruppe auf und wurden deswegen detaillierter analysiert.

Ein besonders hohes Risiko für Bauchdeckenabris(se) (0,4 %) und/oder Tarsalgelenkluxation(en) (2,9 %) bestand bei einer Absturzhöhe zwischen 5 und 8 m.

Bei Abstürzen aus 8 bis 12 m war das Risiko für Rippe(n)- (2,3 %), Zungen- (6 %), Gaumenspalte (15,2 %), Kiefer- (2 %), andere Schädel- (1,4 %), Hämoperitoneum (2,6 %), Bauchwandverletzung(en) (1,2 %), Scapulafraktur(en) (2,9 %) und Karpalgelenkluxation(en) (4,9 %) am größten.

Die Wahrscheinlichkeit tarsale und metatarsale Fraktur(en) (8,9 %), Zehenfraktur(en) (1,4 %), Pankreatitis (2,1 %), Abrasion(en) an den Gliedmaßen (9,8 %) und/oder ein Uroabdomen (1,4 %) zu erleiden, ist bei einer Absturzhöhe von 12 bis 16 m am größten.

Bei einer Absturzhöhe von 16 bis 20 m beträgt das Risiko für Sternumverletzungen und Luxation(en) (2,4 %), Epistaxis (23,5 %), Maulblutung (16,5 %), Humerusfraktur(en) (6 %), Luxatio ossis femoris (3,5 %) und Paraparesen (4,7 %).

Bei einer Absturzhöhe von über 20 m ist die Wahrscheinlichkeit für periorbitale Verletzungen (4,6 %), Zahntrauma(ta) (18,2 %), Hämaturie (13,6 %), perineale Wund(en) (4,6 %), lumbosakrale Luxation(en) (13,6 %), Femurfraktur(en) (22,7 %), Bandruptur(en) (9,1 %) und Schwanzabritt (9,1 %) am größten.



In der Korrelation von Läsionen und Absturzhöhe wurden alle Verletzungen mit ihren Risiken pro Absturzhöhe gruppiert. War das Verletzungsrisiko unter 10 % wurde nicht weiter analysiert. Es ergibt sich folgendes Verletzungsmuster mit dafür abnehmenden Risiken:

- < 5 m: Lungenkontusion (38 %), Schock (34,3 %), Abrasion(en) im Kopfbereich (25,6 %), Epistaxis (15,3 %), Zahntrauma (11,7 %), Tibia-/Fibulafraktur(en) (11 %), Abrasion(en) an den Gliedmaßen (11 %), Blutungen aus dem Fang (10,2 %)
- 5 - 8 m: Lungenkontusion (39,2 %), Schock (36,7 %), Abrasion(en) im Kopfbereich (23,7 %), Epistaxis (19,2 %), Pneumothorax (14,3 %), Gaumenspalte (11,8 %), Zahntrauma (11,7 %), Fraktur(en) des Os femoris (10,4 %)
- 8 - 12 m: Schock (53,1 %), Lungenkontusion (48 %), Pneumothorax (26,4 %), Abrasion(en) im Kopfbereich (23,9 %), Epistaxis (20,1 %), Blutungen aus dem Fang (15,8 %), Gaumenspalte (15,2 %), Zahntrauma (14,9 %), karpale und metakarpale Fraktur(en) (14,1 %), Kiefer- (12,4 %), Radius-/Ulnafraktur(en) (10,9 %), Fraktur(en) des Os femoris (10,2 %)
- 12 - 16 m: Schock (55,2 %), Lungenkontusion (53,5 %), Pneumothorax (33,7 %), Abrasion(en) im Kopfbereich (20,1 %), Epistaxis (17 %), Zahntrauma (14,6 %), Becken- (14,6 %), Kiefer- (14,3 %), Blutungen aus dem Fang (14,2 %), karpale und metakarpale Fraktur(en) (13,9 %), Radius-/Ulna- (13,1 %), Tibia-/Fibulafraktur(en) (12,8 %), Gaumenspalte (12,2 %), Fraktur(en) des Os femoris (10,2 %)
- 16 - 20 m: Schock (60 %), Lungenkontusion (54,1 %), Pneumothorax (35,3 %), Epistaxis (23,5 %), karpale und metakarpale Fraktur(en) (17,7 %), Radius-/Ulna- (17,3 %), Blutungen aus dem Fang (16,5 %), Gaumenspalte (14,1 %), Becken- (14,1 %), Tibia-/Fibula- (13,1 %), Kieferfraktur(en) (12,9 %), Abrasion(en) im Kopfbereich
- > 20 m: Schock (68,2 %), Lungenkontusion (55,6 %), Pneumothorax (50 %), Becken- (27,3 %), Fraktur(en) des Os femoris (22,7 %), Zahn- (18,2 %), Wirbelsäulentrauma (18,2 %), karpale und metakarpale Fraktur(en) (18,2 %), Tibia-/Fibulafraktur(en) (18,2 %), Hämaturie (13,6 %), lumbosakrale Luxation (13,6 %).

## **Überlebensrate**

Das HRS überlebten 975 Katzen (86,7%). 150 (13,3 %) wurden getötet oder starben in Folge des Absturzes. 79 davon wurden wegen schwerer Verletzungen und infauster Prognose eingeschläfert und 16 Katzen wurden auf Wunsch des Tierhalters wegen zu erwartender hoher Behandlungskosten getötet. 55 Katzen starben infolge hochgradiger Verletzungen.

## 5 Diskussion

In zahlreichen Dokumentationsanalysen zu den verschiedensten Verletzungen beispielsweise am Kopf (WRUCK, 1996), Thorax (MEYER ZU ERPEN, 1984), Abdomen (BRUNNBERG et al., 2002), Wirbelsäule (SOMMER, 1998) und denen am muskuloskelettalen System (HILL, 1977; FUCHS, 1978; EULER, 1979; PHILLIPS, 1979; STAIMER, 1980; ROUSCH, 1980; LAND, 1981; LÖSSLEIN, 1982; FISCHER, 1986; BÖHMER, 1987; RICHARDSON und THACHER, 1993; KRIEGSHEIM, 2001) ist der Absturz von Katzen aus mehr oder minder großen Höhen mit bis zu 70 % die weitaus häufigste Ursache der Läsionen.

Die nächst häufige Ätiologie kann oft nicht eruiert werden. Sie bleibt okkult. Nach KOLATA (1980) trifft das bei Katzen in bis zu 40 % der Verletzungen, vor dem Verkehrsunfall (16 %) und dem Absturz (14 %) zu. Obwohl der Absturz als Verletzungsursache bei dieser Tierart dermaßen bedeutsam ist, konnten wenn man einmal von KOLATA (1980) absieht, in der Literatur dazu nur neun epidemiologische Studien gefunden werden. Übereinstimmend werden Ursache (Absturz aus der Höhe) und das dem folgende Verletzungsprofil seit 1976 (ROBINSON) als HRS bezeichnet.

Die epidemiologischen Studien wurden in verschiedenen Großstädten Europas (n= 6) und Nordamerikas (n = 3) angefertigt. Die analysierte Patientenzahl betrug zwischen 65 - 413 und in der Summe der Studien 1617 Katzen, während die eigenen Untersuchungen 1125 Katzen einschloss. Sie waren von 2004 bis 2013 wegen eines HRS in der Klinik für kleine Haustiere der Freien Universität Berlin vorgestellt worden.

### Epidemiologie

**Rasse:** Nach der vorliegenden Studie (Tab. 4, S.29) waren knapp 82 % (N = 1125; n = 911) der Katzen Europäisch Kurzhaar, während andere Rassen zwischen 3,7 % (Mischlinge) und 0,1 % (z.B. Colourpoint) Rassekatzen ausmachten. Ein Vergleich zu den Angaben der Literatur ist nicht möglich, da zur Rasse in den Studien spezifische Benennungen fehlen. Vermutlich ähnelt die Rasseverteilung, der „Berliner“. Für die Klinik in Berlin ist die Verteilung in der Studie ein Spiegelbild der Klientel der Klinik (NAKLADAL et al., 2013).

**Alter:** Die Katzen der eigenen Untersuchungen waren im Durchschnitt 2,3 Jahre alt, auch wenn das Raster mit < 1 Jahr, 1 - 8 Jahre und > 8 Jahre weniger engmaschig als das in der Literatur angelegt war. Die eigenen Altersergebnisse decken sich im Hinblick auf das Durchschnittsalter mit 2,5 Jahren bzw. 2,7 Jahren mit denen von DUPRE et al. (1995) sowie WHITNEY und MEHLHAFF (1987).

Deutlich jünger waren mit 1,8 sowie 1,2 Jahren die Patienten in den Studien von VNUK et al. (2004) sowie PAPAZOGLU et al. (2001). Erweitert man einmal die Raster auf jünger als 1 Jahr (VNUK et al., 2004), jünger als 2 Jahre (FLAGSTAD et al., 1999) und jünger als 3 Jahre (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987) waren zu 59,6 %, 72 % bzw. 64 % Jungtiere im HRS involviert. THACHER (1993), PAPAZOGLU et al. (2001) und VNUK et al. (2004) leiten aus der „Jugend“ eine höhere Verletzungsgefährdung ab, weil junge Tiere spielfreudiger, neugieriger und unerfahrener sind als ältere. Zudem ist nach BONNER et al. (2012) vor allem bei Jungkatzen das Gleichgewichtsgefühl noch schlecht trainiert. Die eigenen Untersuchungen bestätigen das nicht, da nur 27,3 % der Patienten jünger als 1 Jahr, entsprechend 72,7 % älter und von diesen, 13 % älter als 8 Jahre waren.

Ganz allgemein wird in der Literatur deswegen jungen Katzen bis zu einem Jahr in zahlreichen Traumastudien eine sehr hohe Unfallgefährdung (bis zu 72 % beim HRS) zugesprochen. Im Hinblick auf die Läsionen, ihr Verletzungsmuster und dem Schweregrad ob nicht, leicht oder lebensbedrohlich verletzt, konnten in der eigenen Analyse unter Berücksichtigung des Alters keine relevanten Zusammenhänge aufgedeckt werden.

**Geschlecht:** Unabhängig davon ob intakt oder kastriert, waren in der eigenen Studie männliche (54,1 %) und weibliche (45,9 %) Tiere etwa gleich häufig abgestürzt. Unter dem Aspekt kastriert (62,9 %) waren 40,6 % männlich und 21,9 % weiblich. Dieses stimmt mit den Angaben von BONNER et al. (2012) mit 75% sowie WHITNEY und MEHLHAFF (1987) mit 50% Kastraten überein. Während bei VUNK et al. (2004) in Kroatien nur 4,2 % und in Tessaloniki nach PAPAZOGLU et al. (2001) nur 2 % der Katzen, die ein HRS erlitten, kastriert waren. Erklären lassen sich die Unterschiede im Vergleich zu Zentraleuropa und Amerika vor allem damit, dass es in den USA und auch in Europa in der Katzenhaltung Routine ist, die Tiere zu kastrieren.

Nach KOLATA et al. (1974) sind bei traumatisierten Katzen immer männliche Tiere häufiger betroffen als weibliche, wenn man einmal vom HRS absieht. Das HRS kommt seinen Angaben nach signifikant häufiger bei Kätzinnen vor. Kätzinnen sollen sich eher im häuslichen Umfeld aufhalten als Kater und deswegen weniger anderen Gefährdungen (z.B. Autounfall) ausgesetzt sein als dem Absturz. Das kann mit den eigenen Ergebnissen nicht bestätigt werden. Im Hinblick auf die Läsionen, konnten unter dem Aspekt Geschlecht weder für das Verletzungsmuster noch den Schweregrad Auffälligkeiten festgestellt werden.

**Körpergewicht:** In der eigenen Arbeit wogen die Katzen im Durchschnitt 4,1 kg, über 80 % der Patienten hatten ein Körpergewicht von 2 - 4 kg (43,8 %) bzw. 4 - 6 kg (40,3 %). Nur BONNER et al. (2012) macht im Zusammenhang mit dem HRS zum Körpergewicht der Patienten Angaben und stellt mit 4,8 kg Vergleichbares fest. Auch bei BONNER et al. (2012) reicht das Körpergewicht von sehr leicht (< 2 kg) bis sehr schwer (6 - 10 kg).

Obwohl dem Körpergewicht der Katzen beim HRS im Hinblick auf die Läsionen und deren Schweregrade eine entscheidende Bedeutung zukommen soll, sind keine Daten zu finden, wenn man einmal von MEYER ZU ERPEN (1984) und WARNER und DEMLING (1986) absieht. Sowohl MEYER ZU ERPEN (1984) als auch WARNER und DEMLING (1986) stellen übereinstimmend fest, dass die Aufprallenergie nur von der Masse des fallenden Körpers und der Absturzhöhe abhängig ist. Die Aufprallenergie steigt im Gegensatz zur Geschwindigkeit proportional zur Absturzhöhe. Beim Sturz aus dem vierzehnten Stock ist sie vierzehnmal höher als bei einem aus dem ersten. Während die Geschwindigkeit bei einer 2 kg schweren Katze beim Absturz aus dem 1. Stockwerk bei einer angenommenen Höhe von 3 m fast 20 km/h beträgt und die Fallzeit 0,56 Sekunden, schlägt die Katze mit einer Geschwindigkeit beim Absturz aus dem 14. Stockwerk bei einer Fallzeit von 2,07 Sekunden von 73 km/h auf.

Beim Aufprall wird die kinetische Energie in statische umgewandelt. Interessant ist, dass trotz dieser biomechanischen Gegebenheiten zwischen Körpergewicht der Katzen und Schweregrad der Verletzungen keine signifikanten Zusammenhänge aufgedeckt werden konnten.

### **Zeit des Absturzes**

**Monat:** In der eigenen Studie (Tab. 9, S.47) stürzten etwa 77 % der Patienten im Sommer (April bis September) und 23 % im Winter (Oktober bis März) ab. Addiert man einmal die schon oder noch warmen Monate März (5,1 %) und Oktober (6,8 %) dazu, erlitten 89 % das HRS in den „warmen Jahreszeiten“. Während in den Wintermonaten die Absturzhäufigkeit mit 2,1 % bis 3,5 % sehr niedrig war. Im Sommer war sie im Juli (17,9 %), August (14,7 %) und Juni (13,5 %) besonders hoch. Das deckt sich mit den Daten von ROBINSON (1976), WHITNEY und MEHLHAFF (1987), FLAGSTAD et al. (1999), PAPAZOGLU et al. (2001), VNUK et al. (2004) und NAKLADAL et al. (2013). Für die besonders warmen Monate Mai bis August konnten auch FLAGSTAD et al. (1999) eine deutliche Korrelation zur HRS-Häufigkeit belegen. Da Wohnhäuser in Berlin so gut wie nie mit Klimaanlage ausgestattet sind, erfolgt die Lüftung in den warmen Jahreszeiten über offene Außenfenster und/oder Balkontüren.

Katzen lieben es, sich in der Sonne draußen aufzuhalten, einen vorbeifliegenden Schmetterling oder Vogel zu beobachten und können umso leichter abstürzen, wie auch

FLAGSTAD et al. (1999), PAPAOGLOU et al. (2001) und NAKLADAL et al. (2013) mutmaßen.

**Stunde:** Insgesamt stürzten 1125 Katzen ab, von 1034 (92 %) konnte anamnestisch die Tageszeit festgestellt werden in der sich der Unfall ereignete. Nachts fielen 642 (62,1 %), (Abb. 25, S.48) und tagsüber entsprechend 392 (37,9 %) der Tiere in die Tiefe. Interessant ist, dass in den Zeitfenstern morgens (n = 125), mittags (n = 144) und nachmittags (n = 123) etwa gleich viele Katzen den Unfall erlitten, während in den Abendstunden (n = 271) und nachts doppelt bis 3 x so viele (n = 371) abstürzten. Dieses deckt sich nicht mit den Daten von PAPAOGLOU et al. (2001). Nach seinen Ergebnissen stürzten die Katzen am Tage gehäuft ab, weil sie in Tessaoniki tagsüber ungehindert den Balkon für ihren Bewegungsdrang mit nutzen können. In Berlin dürfte die Häufigkeit des HRS abends und nachts wohl eher mit den Arbeitszeiten der Tierhalter zu begründen sein. Tagsüber sind die Katzen allein zu Hause. Fenster und Türen sind unter anderem wegen der hohen Einbruchgefährdung tagsüber geschlossen. Nach der Arbeit am Abend und nachts wird die Wohnung über offene Fenster/Balkontüren gelüftet, so dass davon auch die Katze profitiert und der Absturz letztlich so begünstigt wird. Zudem werden die Unfalldiere abends bzw. nachts vorgestellt, weil der Tierhalter zu Hause ist und die Zeit hat, den Tierarzt zeitnah einzubinden. Dementsprechend wurden knapp 71 % der HRS Patienten in den Abend- und Nachtstunden (18 - 6 Uhr) innerhalb von höchstens 4 Stunden post traumam dem Tierarzt vorgestellt, während bei den Tagverletzten der Prozentsatz nur 60 % (Tab. 11, S.49) betrug. Das deckt sich mit den Angaben von WHITNEY und MEHLHAFF (1987).

### **Absturzhöhe**

Die Absturzhöhe als entscheidender Faktor für die Schwere der Verletzung beim HRS, führt zu einem proportionalen Anstieg der Aufprallenergie, die vom Tierkörper absorbiert wird und Knochenbrüche sowie u.a. Rupturen innerer Organe verursachen kann (WARNER und DEMLING, 1986; DIAMOND, 1988). Das kann durch den großen statistischen Unterschied zwischen Schweregrad und Absturzhöhe unterstrichen werden. Aus diesem Grund ist die Absturzhöhe ausschlaggebendes Einschlusskriterium der Studie.

Die ermittelte durchschnittliche Absturzhöhe von 12 m ist beinahe identisch mit der in den Untersuchungen von BARTH (1990) 11,5 m, VNUK et al. (2004) 12,4 m und PAPAOGLOU et al. (2001) 11,3 m.

Die geringeren, durchschnittlichen Absturzhöhen von BONNER et al. (2012) 8,8 m und FLAGSTAD et al. (1999) 9,7 m, können durch die zusätzlichen Untersuchungen von Katzen, die aus dem ersten Stockwerk gestürzt sind, erklärt werden. Dem gegenüber weicht die durchschnittliche Absturzhöhe in der Studie von WHITNEY und MEHLHAFF (1987) 20,1 m

deutlich nach oben ab und verdeutlicht, dass die breite Varianz der durchschnittlichen Absturzhöhe neben dem Studiendesign auch auf die unterschiedliche Bebauung der Städte und die unterschiedlichen Höhen der einzelnen Stockwerke zurückzuführen ist. Die größten Bauwerke der USA befinden sich in New York, dem gegenüber kommen in Städten wie Kopenhagen oder Zagreb selten Gebäude mit einer Höhe über 6. Etagen vor.

Betrachtet man die ähnliche Bebauung von Paris und Berlin ist es nicht verwunderlich, dass in dieser Studie und der DUPRES et al. (1995) die Katzen am häufigsten aus dem zweiten, dritten und vierten Stockwerk stürzten.

### ***Aufpralluntergrund***

Der Aufpralluntergrund, ob weich oder hart, war bei nur 20 % der eigenen Patienten angegeben. Dieses deckt sich mit den Aufzeichnungen von WHITNEY und MEHLHAFF (1987), VNUK et al. (2004) und BONNER et al. (2012). Der Unfall wurde nur selten beobachtet, wenn man einmal von „aus dem Fenster gestürzt“ absieht. Ebenso wird tierärztlich bei der Anamneseerhebung selten danach gefragt. Auch wenn ein großer Teil der Aufprallenergie beim Aufschlag vom Muskel-, Sehnen- und Bandapparat der Gliedmaßen abgefangen wird, so wirkt der verbleibende Rest auf Kopf, Thorax und Abdomen. Die Katzen sind entsprechend umso schwerer verletzt, je härter der Aufprall ist. Das entspricht den Ergebnissen von WARNER und DEMLING (1986), WHITNEY und MEHLHAFF (1987), DIAMOND (1988), BARTH (1990), KAPATKIN und MATTHIESEN (1991), PAPAZOGLU et al. (2001), VNUK et al. (2004) und BONNER et al. (2012). 74,2 % der Katzen der vorliegenden Studie prallten auf harten Untergrund auf. Sie waren signifikant schwerer verletzt als die, die auf weichen Boden aufschlugen.

### ***Mehrfach Abstürze***

In der eigenen Studie waren 26 Katzen (2,3 %) wiederholt 2 x (76,9 %), 3 x (19,2 %) und 4 x (3,9 %) abgestürzt. Dieses deckt sich in etwa mit den Angaben von BONNER et al. (2012) mit 2,4 %, PAPAZOGLU et al. (2001) mit 1,4 % und WHITNEY und MEHLHAFF (1987) mit 3 % mehrfach gestürzten Katzen. Offensichtlich sind einige wenige Tiere nicht lernfähig oder aber der Tierhalter hat keine Vorkehrungen getroffen, einem neuerlichen Absturz durch Barrieren vorzubeugen. Bei wenigen Tieren trug auch umzugsbedingt die neue „Wohnumgebung“ dazu bei, die Neugierde bis zum Absturz zu fördern.

### **Untersuchungsprotokoll der HRS Patienten**

Die Untersuchung der abgestürzten Katzen in der vorliegenden Arbeit folgte, identisch dem allgemein üblichen Vorgehen bei Traumapatienten, strikt einem rigiden, einfachen Protokoll, um die lebenswichtigen Systeme und Organe zu beurteilen und bei lebensbedrohlicher Schädigung schnell sowie zielgerichtet zu intervenieren. Die Buchstaben A, B, C, D, E, F des Alphabets als Leitfaden stehen für die Untersuchung der **A**temwegsorgane, der **B**lutführenden Organe (Herz/Kreislauf), des **C**entralen Nerven- (Bewusstsein), des **D**igestions-, des **E**xkretionssystems und **F**rakturen.

In Berlin wurden möglichst von jedem Traumapatienten Röntgenaufnahmen des Thorax und Abdomen im latero-lateralen und ggf. im dorso-ventralen (Thorax) oder ventro-dorsalem Strahlengang angefertigt. Instabilitäts- oder frakturverdächtige Regionen wurden röntgenologisch möglichst im Grundbildpaar abgebildet.

Dieses Vorgehen deckt sich weitgehend mit dem von VNUK et al. (2004). Im Hinblick auf das „Röntgen“ konnte er von 86,8 % der Patienten Röntgenaufnahmen anfertigen. WHITNEY und MEHLHAFF (1987) und PAPAOGLOU et al. (2001) gelang es von allen HRS-Katzen, den Thorax röntgenologisch abzubilden, auch wenn das nicht mit klinischen Befunden zu begründen war. Sie gewannen damit zahlreiche zusätzliche, auch nicht HRS relevante Befunde.

### **Verletzungsmuster**

Im eigenen Patientengut überstanden nur 3,7 % der Katzen den Absturz unverletzt. Das deckt sich etwa mit den Angaben von PAPAOGLOU et al. (2001) mit 1,9 % verletzungsfreier Tiere, während FLAGSTAD et al. (1999) diesen Prozentsatz mit 10 % angeben. Allerdings werten sie alle Katzen aus, unabhängig von der Höhe aus der sie gestürzt waren.

**Schock:** Ein hypovolämischer Schock wurde in der vorliegenden Studienklientel bei nahezu der Hälfte der Patienten (48,6 %) diagnostiziert, während dieser Prozentsatz bei DUPRE et al. (1995) 58 %, bei DUHAUTOIS et al. (2010) 62 % und bei BARTH (1990) sogar 70 % betrug. WHITNEY und MEHLHAFF (1987) geben 24 %, PAPAOGLOU et al. (2001) 17 %, VNUK et al. (2004) 11 %, FLAGSTAD et al. (1999) knapp 8 % und BUSINA und LÉCUYER (2000) nur 3 % Schockpatienten an.

Beim ersten Betrachten können diese Diskrepanzen zwischen 3 % bis 70 % nicht gut erklärt werden. Korreliert man dieses aber mit der Zeit, die zwischen Unfall und Vorstellung beim Tierarzt verstrichen war, so ergibt sich für die Klientel der eigenen Untersuchungen: wurde das Unfallopfer innerhalb der ersten 4 Stunden nach dem Ereignis vorgestellt, waren knapp

70 % (68,3 %) der Katzen noch im Schock, mit größer werdenden Zeitintervallen sank der Prozentsatz schnell auf unter 30 %. Abgesehen davon werden die Tiere, die in Großstädten verunfallen, wohl umgehend dem Tierarzt vorgestellt, weil das durch die bekannte Praxen-/Klinikdichte leicht möglich ist, während im ländlichen Raum Fachtierärzte für Kleintiere eher seltener aufzufinden sind. Entsprechend kann der Schock bei später (mehr als 4 Stunden post traumam) Konsultation bereits wieder kompensiert sein.

**Thorax:** Das stumpfe Thoraxtrauma ist übereinstimmend mit den Literaturangaben die häufigste Verletzung nach einem Absturz. Der Prozentsatz ist mit zwischen 13 % (PAPAZOGLU et al, 2001), 22 % (FLAGSTAD et al., 1999), 80 % (DUPRE et al., 1995) sowie 90 % (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987) angegeben. Im eigenen Patientengut waren knapp 60 % der Tiere thoraxverletzt. Das stimmt mit einer älteren Studie von BARTH (1990) aus derselben Stadt überein. Verglichen mit den Angaben von WHITNEY und MEHLHAFF (1987) ist der gut 30% niedrigere Prozentsatz von Thoraxverletzungen infolge eines HRS wohl damit begründet, dass in der Klinik in Berlin und in der Studie von VNUK et al. (2004) Katzen nur geröntgt werden, wenn klinische Symptome dieses fordern, um einen etwaigen Verdacht bildlich zu belegen. Es mag sein, dass einige Thoraxverletzungen deswegen wohl nicht entdeckt wurden. Bekannt ist, dass klinische Symptome einer Throaxverletzung bei der Katze häufig nicht mit Röntgenbefunden korrelieren. Das untermauert die Empfehlung von WHITNEY und MEHLHAFF (1987) bei allen HRS-Katzen, den Thorax zu röntgen.

In der eigenen Studie erlitten 46,8 % (n = 527) der Katzen einen Lungenkontusion, 24,6 % (n = 277) einen Pneumothorax, 1,9 % (n = 21) ein subcutanes Emphysem, 1,8 % (n = 20) einen Hämorthorax, 1,4 % (n = 16) ein Pneumomediastinum sowie 1,4 % (n = 16) eine sternale Fraktur/ Luxation bzw. 1,2 % (n = 14) eine Rippenfraktur, 4,3 % (n = 48) eine Wirbelfraktur/-luxation im thorakalen bzw. im thoracolumbalen Übergangsbereich. In den meisten Fällen (71 %) kam nur eine Thoraxverletzung und in 29 % der Fälle kamen zwei bis fünf Thoraxläsionen zugleich vor. MEYER ZU ERPEN (1984) diagnostizierte dagegen nach einem HRS in 75 % der Fälle mehrere Thoraxläsionen zeitgleich. Abgesehen davon war in der Studie, wie bei BARTH (1990) und VNUK et al. (2004) unter den Einzelläsionen der Pneumothorax am häufigsten. In den eigenen Untersuchungen war dagegen wie bei WHITNEY und MEHLHAFF (1987), DUPRE et al. (1995) und PAPAZOGLU et al. (2001) die Lungenkontusion häufigster Schaden.

Diese Diskrepanz, die Studien vergleichend, kann nicht gut erklärt werden. Denkbar wäre, dass die Zeit zwischen Unfall und Vorstellung in der Klinik mit von Bedeutung ist. Zumindest in München (MEYER ZU ERPEN, 1984) ist die Klinik im Stadtzentrum, während sie in Berlin weit außerhalb in einem wenig von Hochhäusern geprägten Stadtbereich liegt. In Berlin verstreicht viel Zeit bis die Klinik erreicht wird, sodass Luft (Pneumothorax) sehr viel



schneller resorbiert sein kann als Flüssigkeit (Hämothorax, Lungenkontusion). Das könnte begründen, warum in der vorliegenden Studie aus Berlin bei dezentem Pneumothorax, die Luft bereits wieder resorbiert war, während die Flüssigkeit bei z.B. Lungenkontusion oder Hämothorax röntgenologisch noch nachgewiesen werden konnte (MEYER ZU ERPEN, 1984; DUPRE et al., 1995). Der hohe Anteil der Lungenkontusion in der eigenen Untersuchung ist zudem auch damit erklärbar, dass es in Berlin Standard ist, bei derartigen Erkrankungen, die nachweislich klinisch von einer ausgeprägten Dyspnoe gekennzeichnet sind, Röntgenaufnahmen des Thorax in zwei Ebenen anzufertigen. Entsprechend ist die Wahrscheinlichkeit etwaige pathologische Befunde zu übersehen etwa um 50 % geringer.

**Kopf:** Verletzungen im Bereich des Kopfes wurden in der eigenen Klientel bei insgesamt 575 (51,1 %) Patienten diagnostiziert. Das entspricht etwa den Angaben von WHITNEY und MEHLHAFF(1987) mit 56 % und denen von BONNER et al. (2012) mit 66 %. BONNER et al. (2012) haben allerdings in ihren Untersuchungen nur Katzen nach einem HRS analysiert, die Verletzungen unabhängig von Art und Ausmaß im Kopfbereich hatten. Dieser Prozentsatz ist dagegen von BUSINA und LÉCUYER (2000) mit 5 %, PAPAOGLOU et al. (2001) mit 10 %, FLAGSTAD et al. (1999) mit 14 %, VNUK et al. (2004) mit 17 %, DUPHAUSTOIS et al. (2010) mit 29 % und DUPRE et al. (1995) mit 32 % zum Teil wesentlich niedriger angegeben. Nach BONNER et al. (2012) ergeben sich diese Diskrepanzen, weil zahlreiche Verletzungen wie z.B. Zahnfrakturen oder auch Hautläsionen, Blutungen mit und ohne erkennbarer Wunde bagatellisiert und entsprechend nicht in der Literatur registriert wurden.

Im eigenen Patientengut wiesen 42,1 % der Tiere nur eine (n = 242) und 57,9 % (n = 338) mindestens zwei (33,9%) bis sieben (0,2%) Kopftraumen auf.

Häufigste Verletzung war mit 21,7 % die Abrasion von Haut. Dieser Prozentsatz war bei BARTH (1990) und PAPAOGLOU et al. (2001) mit 64,4 %, WHITNEY und MEHLHAFF (1987) mit 56 %, BONNER et al. (2012) mit 51,8 % und FLAGSTAD et al. (1999) mit 34,8 % wesentlich höher und auch wesentlich niedriger (PAPAOGLOU et al., 2001, 3,9 %; VNUK et al., 2004, 10,9 %).

Eine mit der Literatur vergleichbare Streuung ist auch bei der zweithäufigsten Verletzung Blutungen aus Nase (Epistaxis 18,5 %) und Fang (13 %) festzustellen. Das waren bei BARTH (1990) 64,4 %, BONNER et al. (2012) 36,1 %, DUPRE et al. (1995) 32,4 %, BUSINA und LÉCUYER (2000) 25 % sowie DUHAUSTOIS et al. (2010) 19 %, während der Prozentsatz des Nasenblutens von FLAGSTAD et al. (1999) mit 10 %, von VNUK et al. (2004) mit 8,4 % und von PAPAOGLOU et al. (2001) sogar nur mit 2,4 % angegeben wird. Die Blutungen aus dem Fang sind den verschiedensten Läsionen wie im eigenen

Patientengut zu 4,1 % Zungenwunden geschuldet. BONNER et al. (2012) fanden bei 10,8 % der HRS Patienten Zungenläsionen als Blutungsursache.

Bei insgesamt 13,1 % der eigenen Klientel waren Zähne verletzt. Das betraf nur die Canini und Prämolaren wie auch bei BONNER et al. (2012). Der Prozentsatz der Zahnverletzungen ist aber nach BARTH (1990) mit 29,9 %, BONNER et al. (2012) mit 17,3 % sowie WHITNEY et al. (1987) mit 17 % zum Teil wesentlich höher und nach FLAGSTAD et al. (1999) mit 7,4 % sowie VNUK et al. (2004) mit 0,8 % wesentlich niedriger.

Auch für die Gaumenspalte, die bei 12,8 % der eigenen Patienten diagnostiziert wurde, ist in der Literatur eine etwa vergleichbar hohe Prozentzahl von WRUCK (1996) mit 27,9 %, von BONNER et al. (2012) mit 20,3 %, von WHITNEY und MEHLHAFF (1987) mit 17 %, von DUHAUSTOIS et al. (2010) mit 16 % sowie von DUPRE et al. (1995) mit 11 % sowie niedrigere von FLAGSTAD et al. (1999) mit 10,6 %, von BUSINA und LÉCUYER (2000) mit 8 % und VNUK et al. (2004) mit 5 % zitiert.

Durch das HRS erlitten 114 (10,1 %) Tiere der vorliegenden Arbeit eine röntgenologisch belegte Unterkieferfraktur- (10,1 %), -luxation (1%) oder Symphysensprengung (0,7 %) und 34 (3 %) weitere, eine klinisch diagnostizierte Unterkieferfraktur. Nur WHITNEY und MEHLHAFF (1987) geben mit 9 % Vergleichbares an, während von BARTH (1990) für Mandibularfrakturen 28,9 % und –luxationen 23,3 % und von WRUCK (1996) 20 % genannt werden. Wesentlich niedriger ist dagegen die Häufigkeit bei BONNER et al. (2012) mit 3,6 %, VNUK et al. (2004) mit 3,4 % und FLAGSTAD et al. (1999) mit 3,4 %.

Ein Schädel-Hirn-Trauma wurde bei nur 2,8 % der eigenen Patienten diagnostiziert. FLAGSTAD et al. (1999) gibt eine Quote von nur 0,7 % an, während sie bei WRUCK (1996) 12 % betrug.

Unabhängig vom Verletzungsmuster entstehen die Läsionen im Bereich des Kopfes beim Aufschlag auf den Boden. Übereinstimmend mit den Angaben in der Literatur lassen sich aus Körpergewicht, Absturzhöhe und Aufschlaguntergrund keine Korrelationen zu einem etwaigen Verletzungsmosaik und dessen Ausprägungsgrad für den Kopf ableiten.

**Bauch:** Im stumpfen Bauchtrauma sind alle Verletzungen zusammengefasst, die durch stumpfe Gewalt gegen den Bauchraum entstanden sind. Verletzt sein können die Bauchhöhlenbegrenzungen (Bauchwand, Diaphragma, Wirbelsäule, Becken), parenchymatöse Organe (Leber, Milz), Harntraktorgane (Niere, Nierenlager, Harnleiter, Harnblase, Harnröhre) und die Organe des Verdauungstraktes (Magen/Darm, Gekröse/Netz, Pankreas). BRUNNBERG et al. (2002) fand in einer Studie an 310 akzidentellen Traumakatten durch stumpfe Gewalt 474 Verletzungen. In der Reihenfolge der Häufigkeit waren die Begrenzungen (40,9 %) mit Diaphragma (26,6 %) und Bauchdecke (14,3 %) vor dem Harntrakt (34,8 %), dem Verdauungstrakt (9,5 %), der Leber (9,1 %) sowie der Milz (5,7

%) am häufigsten verletzt. Als häufigste Ursache des stumpfen Bauchtraumas geben BRUNNBERG et al. (2002) unbekannt (35 %), Autounfall (25 %), HRS (20 %) und anderes, wie Tritt, Spiel, Schlag an. 27 % der Patienten waren polytraumatisiert,

Von den 1125 Katzen der vorliegenden HRS-Studie erlitten 164 (15 %) ein stumpfes Bauchtrauma mit nur einer (n = 145; 88,4 %), mit zwei (n = 18; 11 %) oder drei (n = 1; 0,6 %) Läsion(en).

Diese Prozentzahl des stumpfen Bauchtraumas nach HRS stimmt etwa mit den Angaben von WHITNEY und MEHLHAFF (1987) und DUPRE et al. (1995) mit je 11 %, BUSINA und LÉCUYER (2000) 12 % sowie DUHAUTOIS et al. (2010) mit 17 % überein, während nach FLAGSTAD et al. (1999) nur 2 %, nach PAPAOGLOU et al. (2001) nur 1 % und nach VNUK et al. (2004) nur 7 % eines erlitten.

Interessant ist, dass die Begrenzungen (Diaphragma, n = 1; 0,6 %; Bauchwand, n = 32; 2,8 %) der eigenen Klientel insgesamt nur in 20 % (n = 164) bzw. bezogen auf die Gesamtzahl (N = 1125) gar nur in 3 % rupturierten oder gequetscht (Hämatom) waren. Nach WHITNEY und MEHLHAFF (1987), PAPAOGLOU et al. (2001) und VNUK et al. (2004) betrug dieser Prozentsatz nur 2 - 5 %. Auch sie untersuchten nur HRS Patienten.

Häufigste intraabdominale Verletzungen bei den eigenen Patienten waren die des Harntraktes bei 93 Tieren (8,3 %; N = 1125), mit dem Kardinalsymptom Hämaturie (7,5 %), obwohl bei nur 9 Katzen (0,8 %) rupturierte Harntraktorgane (Ureter, n = 7; Harnblase, n = 2) dem und dem folgenden Uroabdomen zugrunde lagen. Meist waren die Organe nur gequetscht. Das deckt sich mehr oder minder mit den Beobachtungen von WHITNEY und MEHLHAFF (1987; 4 %), DUPRE et al. (1995; 10 %), FLAGSTAD et al. (1999; 2,4 %), VNUK et al. (2004; 2,4 %) und DUHAUTOIS et al. (2010; 13 %). BARTH (1990) gibt dagegen eine Häufigkeit von 40,1 % an.

Auch in der Analyse der einzelnen Organe des Harntraktes rupturierte die Harnblase selten beim HRS (ROBINSON, 1976: 0,2 %; LETTOW et al., 1986: 0,6 %; WHITNEY und MEHLHAFF, 1987: 2,3 %; DUPRE et al., 1995: 0,25 %; BUSINA und LÉCUYER, 2000: 2 %; PAPAOGLOU et al., 2001: 0,5 %; VNUK et al., 2004: 0,8 %; DUHAUTOIS et al., 2010: 1,4 %). Im Hinblick auf die Ureteren und/oder Nieren geben nur LETTOW et al. (1986) für den Harnleiterabriss einen Prozentsatz von 0,1 % an. Offensichtliche Nierenverletzungen wurden weder in der Literatur im Zusammenhang beschrieben noch im eigenen Patientengut festgestellt.

Unter den Bauchhöhlenorganen entstand bei 15 Katzen (N = 1125, 1,3 %; n = 164, 9 %) beim HRS der eigenen Studien eine traumatische Pankreatitis. Dieses deckt sich in etwa mit den Angaben von ZIMMERMANN et al. (2013; 12,8 %), während LETTOW et al. (1986; 1,1 %), DUPRE et al. (1995; 0,3 %), DUHAUTOIS et al. (2010; 0,5 %) und LIEHMANN et al. (2011; 0,6 %) diese Verletzung weitaus seltener diagnostizierten.

Sieht man vom Hämoperitoneum unbekannter Organquelle bei 21 (N = 1125, 2 %; n = 164, 13 %) der eigenen Patienten einmal ab, konnten keine Verletzungen des Magendarmtraktes, (Gekröse/Omentum) und keine der parenchymatösen Organe (Leber und/oder Milz) festgestellt werden. Auch nach den Literaturangaben sind Läsionen dieser Organe Raritäten beim HRS. Nach LETTOW et al. (1986) waren die Leber in 0,6 %, die Milz in 0,4 %, der Uterus in 0,2 % und der Magen/Darm in je 0,1 % der Fälle rupturiert.

Auch wenn anzunehmen ist, dass beim HRS wesentlich häufiger abdominale Blutungen entstehen, so ist die Häufigkeit lebensgefährlicher abdominaler Verletzungen auffallend niedrig oder aber die Tiere sind daran verendet noch bevor sie dem Tierarzt vorgestellt wurden. Dafür könnte der Zeitraum zwischen Unfall und Vorstellung (Tab. 11, S.49) der noch lebenden Katzen sprechen, der bei 40 % der eigenen Fälle mehr als vier Stunden betrug.

Mit dem niedrigen Anteil abdominal (15 %; n = 164) und dem hohem thorakal (58 %; n = 656) verletzter Patienten der eigenen Klientel (N = 1125) lässt sich gut der Verletzungsmechanismus beim HRS erklären. Beim Absturz schlägt der Körper der Katze je nach Absturzhöhe und Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 5,42 m/sec ( $3\text{m} / \sqrt{3} \text{m} / 9,807$ ) – 14 m/sec ( $20\text{m} / \sqrt{3} \text{m} / 9,807$ ) mit dem Brustbein auf dem Boden auf. Kompensatorisch weicht das Sternum dem Druck ventrodorsal um 10 - 15 mm aus. Die Rippen sind kranial in einem Winkel von etwa 78° und kaudal in einem bis zu 50° zur Längsachse der Wirbelsäule im Wirbelgelenk mobil aufgehängt und haben damit die Potenz, den Brustkorb von bis zu 40° auf 90° zu erweitern (MEYER ZU ERPEN, 1984). Die intrathorakalen Organe mit ihrer verschiedenen Dichte und damit verbundenen Masseträgheit werden mit verschiedenen Geschwindigkeiten acceleriert, gegeneinander und gegen die Brustkorbbegrenzungen geschleudert, gequetscht und mit dem Contre coup Effekt decellert und zurück gestoßen. Sie reißen (Lungenkontusion, Pneumothorax, Pneumomediastinum, Hämorthorax) oder die Elastizitätsgrenzen des knöchernen Stützapparates (Rippen, Sternum, Wirbelsäule) werden, zwar selten, bis zur Luxation / Fraktur überschritten. Das ist bei der eigenen Klientel in den nur wenigen Fällen mit einer Luxation / Fraktur des Sternums (n = 16; 1,4 %), der Rippen (n = 14; 1,2 %) und der Wirbelkörper (n = 48; 4,3 %; 33 Frakturen; 15 Luxation) belegt.

Die Druckwellen werden über den Thorax auf das Abdomen allerdings sehr abgeschwächt übertragen. Dabei kommt dem mehr muskulären, denn sehnigen Diaphragma der Katze besondere Bedeutung zu, die kinetische Energie zu dämpfen und auf und im Bauchraum fortzuleiten und die abdominalen Organe in gleicher aber wesentlich abgeschwächter Form direkt oder über den Contre coup Effekt zu quetschen (Hämaturie, Hämoperitoneum, inguinales Fettgewebe, traumatische Pankreatitis) oder aber bis zur Ruptur (Diaphragma, Bauchdecke, Harnblase, Harnleiter) zu überdehnen. Dabei wird der linke Lobus (Magenschenkel) des Pankreas zwischen Duodenum und Magen gequetscht, weil er dort fixiert ist und den Druckwellen nicht ausweichen kann, während der rechte

(Duodenalschenkel) gut beweglich ist. Durch Kontusion und Distorsion sowohl des endo- als auch exokrinen Systems der Bauchspeicheldrüse werden wohl insbesondere die azinären Zellen so lädiert, dass Verdauungsenzyme freigesetzt werden und häufig eine posttraumatische Pankreatitis induzieren.

**Gliedmaßen:** Synoptisch sind alle Knochen-, Band- und Gelenkkapselläsionen an den Vorder- oder Hintergliedmaßen der eigenen Klientel aus den folgenden Aufstellungen zu ersehen.

**Frakturen N = 402**

- Scapula n = 16
- Humerus n = 38
- Radius/Ulna n = 152
- Ossa carpi n = 1
- Metacarpalia n = 189
- Ossa digitorum n = 6

**Gelenkfrakturen N = 35**

- Schultergelenk n = 1
- Ellenbogengelenk n = 30
- Karpalgelenk n = 4

**Luxationen N = 44**

- Schultergelenk n = 0
- Ellenbogengelenk n = 0
- Karpalgelenk n = 44



$$\Sigma = 481$$

Abb. 32: Muskuloskeletale Verletzungen der Vordergliedmaße

**Frakturen N = 497**

Becken n = 125  
Os femoris n = 146  
Tibia/Fibula n = 144  
Ossa tarsi n = 50  
Metatarsalia n = 30  
Ossa digitorum n = 2

**Gelenkfrakturen N = 123**

Hüftgelenk n = 32  
Kniegelenk n = 8  
Sprunggelenk n = 83

**Luxationen N = 92**

Iliosakralgelenk n = 49  
Hüftgelenk n = 24  
Kniegelenk n = 0  
Tarsalgelenk n = 19



$$\Sigma = 712$$

Abb. 33: Muskuloskelettale Verletzungen der Hintergliedmaße

Damit lässt sich gut der Verletzungsmechanismus für die Gliedmaßen und das Becken erklären. Gesteuert vom Luftstellreflex (BEAVER, 2003, S. 10) wird die kinetische Energie vorn sofort und hinten in Sekundenbruchteilen verzögert über die gestreckten Vorder- und Hintergliedmaßen dorsal über die jeweiligen Extremitätenabschnitte fortgeleitet, abgebremst und in statische Energie im Skelett über das Autopodium mit Acro-, Meta- und Basipodium, ins Zeugopodium (Radius/Ulna; Tibia/Fibula) und weiter über das Stylopodium (Humerus; Os femoris) bis ins Cingulum extremitatum (Scapula, Clavicula, Coracoid, Ossa coxae) transformiert.

*Cingulum membri thoracici (Schultergürtel)*: Vorn verpufft die dorsal geleitete Restenergie des Aufpralls im Drehfeld der vornehmlich muskulösen Verbindungen im Rumpfschultergelenk mit seiner ausgedehnten Beweglichkeit. Sie erlaubt ein Heben und Senken der Schulter, sodass der Margo dorsalis scapulae die Dornfortsätze der vorderen Brustwirbelsäule überragen oder unter das Niveau der Rückenlinie sinken kann. Zusätzlich kann sich das Schulterblatt an der Brustwand sehr ausgedehnt kraniokaudal verschieben. Entsprechend selten frakturierten beim HRS Scapula (n = 16; 1,4%; N = 1125) oder das proximale Humerusendstück (n = 0).

*Cingulum membri pelvini (Beckengürtel)*: Hinten trifft die dorsal geleitete Restenergie auf das selbst im Iliosakralgelenk so gut wie unbewegliche Becken und kann nicht abgepuffert werden. Nicht selten (n = 49) kommt es ein- bzw. beidseitig (n = 28; 57 %) zur Luxation in der Art. sacroiliaca, weil die Ligg. sacroiliaca dorsales zerreißen und/oder Beckenknochen brechen (n = 125; 11 %; 206 Ossa coxae), weil das Becken vor allem mit den Tuber ischiadica aufprallt und der Beckenring in den Ossa coxae selten isoliert (n = 37; 18 %), meist kombiniert (n = 169; 82 %) zerbricht.

In den Gelenken der freien Extremitäten wird der Aufprall distal bis hin zur maximalen Hyperextension (palmar, plantar) und proximal bis hin zur Hyperflexion abgefedert oder aber die skelettalen Abschnitte werden überfordert luxieren oder brechen. Sieht man einmal vom Becken beim HRS ab, sind in der Summe der Schäden vorn und hinten kaum Unterschiede festzustellen. Anatomisch begründet, lassen sich aus dem Trauma aber segmentale Besonderheiten im Verletzungsmosaik gut begründen.

Deswegen erscheint es sinnvoll, wie zuvor beim Cingulum extremitatum abschnittsweise für Vorder- und Hintergliedmaßen, nun distal beginnend, die Bereiche um die jeweiligen Gelenke vergleichend, zu analysieren.

*Autopodium*: Beim Aufprall wird die leichte Dorsalflexion der Gliedmaßen in den Karpal- und Tarsalgelenken maximal ausgeschöpft (= palmare, plantare Hyperextension). Der Umfang in der Beuge- und Streckbewegung ist im Karpalgelenk in der Art. antebrachioarpea mit 150 - 195° wesentlich größer, als der im Sprunggelenk in der Art. tarsocruralis mit 140°. In absteigendem Ausmaß nehmen die straffen Artt. mediocarpeae, carpometacarpeae sowie hinten calcaneoquartalis, centrodistalis, talocalcaneocentralis und tarsometatarseeae nur noch sehr geringfügig an den Beuge- und Streckbewegungen teil. Die Anordnung, Form und Größe, der an diesen Gelenken in den jeweiligen Etagen (vertikal) und Reihen (horizontal) kommunizierenden Knochen, ist in den Handwurzelgelenken eher flach und im Fußwurzelgelenk eher reliefartig tief und verzapft.

Im Karpalgelenk kann deswegen der Aufschlag so vom Hyperextensionspotential kompensiert werden, dass artikulär nur die palmaren Band- und Knorpelstrukturen zerreißen aber keine Gelenkfraktur entsteht, wie die eigene Studienklientel dies mit 44 Hyperextensionsläsionen, aber nur einer Fraktur eindrücklich belegen. 53 % der Bandrupturen betrafen die mobile proximale, 14 % die sehr straffe mediale und 33 % die distale Reihe. Da die palmaren Band- und Knorpelstrukturen ganz offensichtlich dem Aufprall eher standhalten, da nur 4 % der 1125 Patienten eine derartige Läsion erlitten, frakturieren wesentlich häufiger die Ossa metacarpalia. Sie sind dorsal konvex gebogen, so dass ihre Biegetoleranz leicht in der Konvexität versagt, wie die 189 gebrochenen Pfoten vorn bei 143 Katzen beweisen. Proximal des Karpalgelenks bricht dagegen der distale Radius/Ulnabereich selten (n = 38). Während so in der Summe 271 Karpalgelenksbereiche - distale Radius-/Ulna (n = 38, 14 %), Karpalgelenk (n = 44, 16 %), Ossa metacarpalia (n = 189, 70 %) verletzt werden, traf dieses für nur 152 Tarsalgelenksbereiche zu.

Die Anzahl distaler Tibia-/Fibulafrakturen entspricht mit 41, der am Unterarm in der Region (n = 38). Dagegen frakturierten hinten Mittelfuß- (n = 39) 5 x seltener als Mittelhandpfoten. Allerdings wurde das Tarsalgelenk mit 72 Fällen fast doppelt so häufig verletzt wie das Karpalgelenk (n = 44). Auch im Sprunggelenk zerreißen zwar seltener, aber wenn eher die Ligamenta (n = 19) der sehr straffen Art. tarsocruralis (n = 11) vor denen der Artt. tarsometatarseeae (n = 7) und der talocalcaneocentralis (n = 1). Dagegen sind die Knochen des Sprunggelenkes äußerst bruchgefährdet, wie mit 53 Fällen der eigenen Klientel belegt ist. Der reduzierte Bewegungsumfang und die weitgehend ineinander verzapften Knochen im Tarsalgelenk begründen das. Durch die Wucht des Aufpralls brechen der Talus zu 83 % (n = 44) und der Calcaneus zu 14 % (n = 6) während andere Knochen des Gelenkes sehr selten frakturieren. Talus und Calcaneus werden wie im Nussknacker gespalten oder häufig zertrümmert (41 %). Somit ist die zerstörerische Energie hinten in den Knochen des Gelenkes verbraucht. Entsprechend selten frakturieren die Knochen periartikulär distal (Metatarsus n = 39) und proximal (distaler Tibia/Fibulabereich n = 41)



*Zeugopodium (Radius/Ulna; Tibia/Fibula)*: Sowohl von den insgesamt 152 Radius-/Ulna-, wie auch den etwa gleich häufigen 144 Tibia-/Fibulafrakturen waren mit 47 % bzw. 52 % am häufigsten die diaphysären Bereiche betroffen, während der distale mit 25 % (Radius/Ulna) bzw. 28 % (Tibia/Fibula) in gut einem Viertel der Fälle und der proximale mit 9 % (Radius/Ulna) bzw. nur mit 2 % (Tibia/Fibula) sehr selten frakturiert war. Die diaphysäre Frakturhäufigkeit an Radius/Ulna dürfte durch die Konvexität des Radius und die an Tibia/Fibula durch die Taillierung der Tibia begünstigt sein. Beim Aufschlag werden diese Bereiche über die Belastungstoleranz hinaus gestresst, so dass sie brechen. Denkbar ist, dass zusätzliche Scher-, Biege- und Torsionskräfte der Frakturstehung förderlich sind, wie dieses für alle Knochen der Extremitäten beim HRS zutreffen dürfte.

*Stylopodium (Humerus; Os femoris)*: Bei 1125 Katzen brach der Humerus in nur 38 Fällen (3 %), das Os femoris dagegen in 146 (13 %). Der distale Bereich mit Gelenkbeteiligung war sowohl am Humerus (61 %), als auch am Os femoris (54 %) am häufigsten, vor dem diaphysären am Humerus und am Os femoris, vor dem proximalen (22 %) frakturiert. Beim HRS trifft die Energie über den Radius direkt auf den Condylus humeri, dessen Capitulum humeri exponiert ist und in seiner statischen Architektur vom Foramen supracondylare reduziert wird, sodass er leicht abbricht (laterale Kondylusfraktur). Dagegen scheint die Trochlea humeri (medial) weitaus weniger frakturgefährdet zu sein. Sie ist mehr oder minder nur vom Processus coronoideus medialis ulnae gestützt. Die Statik ist zudem durch seinen kolbenartigen Auftrieb und dem Foramen supratrochleae mit der filigranen medialen Rippe als Begrenzung so verstärkt, dass er kaum bricht. Die zerstörerische Kraft ist somit distal so verbraucht, dass proximal nur sehr selten noch eine Fraktur entsteht.

An der Hintergliedmaße trifft die Energie dagegen auf ein zwischen Knie- und Hüftgelenk eingespanntes Os femoris, das zwar durch maximale Flexion in den beiden Gelenken den Aufschlag abpuffern, aber letztlich nicht ausweichen kann. Es bricht bevorzugt supracondylär oder proximal in Form von Frakturen des Collum, Caput oder sub-/intra-trochantär. Selten kommt es zur Luxatio ossis femoris (n = 24; 2 %).

## Risikoanalyse

Auf der Basis der Befunde von 1125 Patienten der eigenen Analysen, beträgt das Risiko im Bereich des muskuloskelettalen Systems 92 %, des Thorax 58 %, des Kopfes 51 % und für einen Schock 49 % verletzt zu werden.

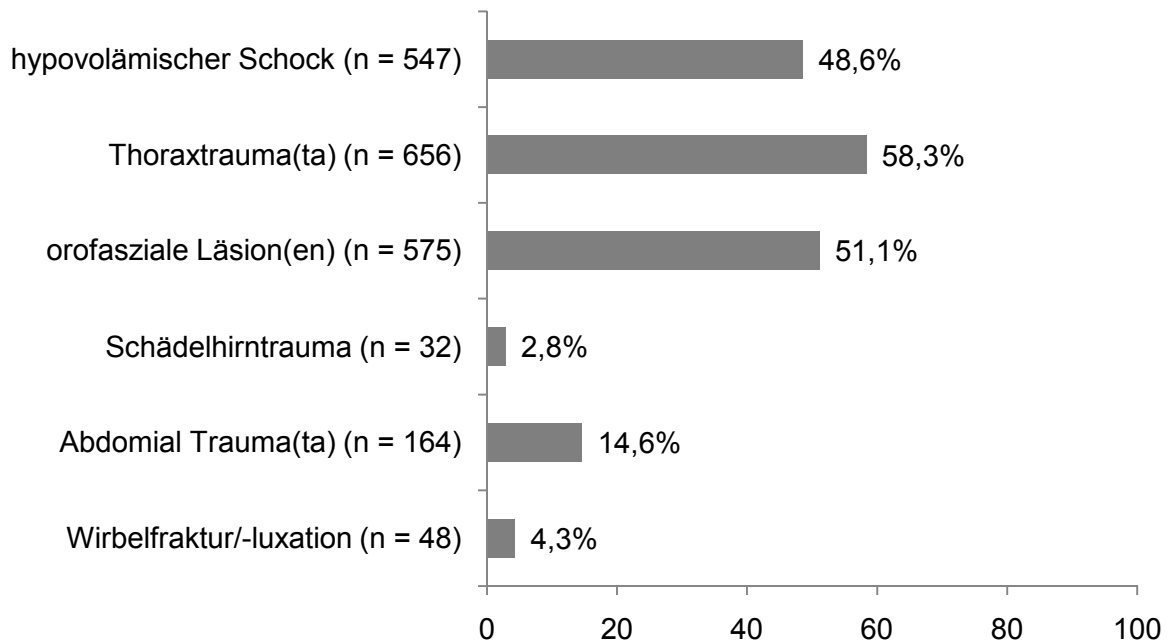


Abbildung 34: Anzahl und prozentuale Häufigkeit der HRS-Läsionen bei 1125 Katzen

Das stimmt mit den Angaben von DUPRE et al. (1995) und DUHAUSTOIS et al. (2010) überein. Während ROBINSON (1976) und BARTH (1990) diese Gefährdungen auch, aber in anderen Rangfolgen und Häufigkeiten, angeben.

Allein die hohe Anzahl einzelner Läsionen mit bis zu 60 % lässt vermuten, dass bei nicht wenigen HRS-Patienten mehrere Organsysteme zugleich verletzt werden. ROBINSON (1976) diagnostizierte als häufigste Kombination eine „unhappy Trias“ aus Epistaxis, Gaumenspalte und Pneumothorax. VNUK et al. (2004) erweitern dieses Muster in veränderter Reihung mit Extremitätenfraktur, Epistaxis, Gaumenspalte und Schock. In der eigenen Klientel ist das Verletzungsrisiko, einen Schock mit Lungenkontusion, vor dem aus Lungenkontusion, Pneumothorax und Schock zu erleiden, am größten. Im Fazit kommt zwar jede Verletzungskombination vor, es lassen sich aber weder aus der Absturzhöhe, dem Körpergewicht der Patienten, noch aus dem Aufschlaguntergrund typische Verletzungsmuster hochrechnen. Mit zunehmender Höhe beim Absturz steigt allerdings linear die Zahl der Läsionen bei bis zu 5 m auf 2, 3 und bei bis zu 20 m auf 3,7.

Das stimmt weitgehend mit den Angaben von WHITNEY und MEHLHAFF (1987), FLAGSTAD et al. (1999) und PAPAZOGLU et al. (2001) überein, auch wenn die Zunahme der Läsionen zu Beginn linear und dann eher einen kurvenartigen Verlauf beim Absturz oberhalb der 4. / 5. (FLAGSTAD et al., 2001) bzw. der 7. Etage (WHITNEY und MEHLHAFF, 1987) folgt oder gar sinkt.

Unabhängig von den Verletzungen und der Absturzhöhe kommt dem Luftstellreflex wohl mitentscheidende Bedeutung bei der Traumatisierung zu. Kann er sich vollständig entfalten, wird die kinetische Energie „geordnet“ dorsal geleitet und verursacht an den Gliedmaßen, Kopf, Wirbelsäule, Thorax und Abdomen die genannten Läsionen. Kann er sich nicht entfalten, weil er nicht trainiert ist, der Absturz durch Buschwerk, Bäume, Barrieren u.a. gestört wird, können Schäden resultieren, die wohl in der Mehrzahl nicht aus Körpergewicht, Absturzhöhe und Aufschlagenergie allein Voraussagen zur konkreten Organgefährdung möglich machen. Nur so lässt sich erklären, dass nach DUPRE et al. (1995) und PAPAZOGLU et al. (2001) z.B. die Wirbelsäule schon bei niedriger Absturzhöhe exponiert ist, verletzt zu werden, während in der eigenen Arbeit dieses Risiko erst ab 20 m Höhe bestand.

Übereinstimmend wird festgestellt, dass ab einer Absturzhöhe von 12 - 20 m insgesamt mehr polytraumatisierte Patienten zu erwarten sind und eine auffällig höhere Frakturrate festzustellen ist. Bei Stürzen aus mehr als 20 m Höhe erreicht der fallende Körper dagegen die maximale Beschleunigung bei steigendem Luftwiderstand und zunehmender Aufprallenergie. Die Frakturhäufigkeit sinkt nach WHITNEY und MEHLHAFF (1987), THACHER (1993) und VNUK et al. (2004) obwohl die Schockwellen des Aufschlages dermaßen über Gliedmaßen, Thorax und Abdomen abgepuffert werden, dass auch die Organe dieser Körperhöhlen eher weniger traumatisiert seien sollen. Die eigenen Ergebnisse lassen diese Schlussfolgerung nicht zu, da die Häufigkeit von Frakturen und Thoraxtraumen mit zunehmender Sturztiefe stieg.

## Überlebensrate

975 (87 %; N = 1125) Katzen der vorliegenden Studie überlebten den Absturz in die Tiefe, obwohl 71 % der Überlebenden mittel- bis schwerstgradig verletzt waren. 150 (13,3 %, N = 1125) der Unfallopfer starben letztlich am Polytrauma (n = 55; 36,6 %), wurden deswegen und infauster Prognose (n = 79; 52,6 %) oder aber aus finanziellen Gründen auf Wunsch (n = 16; 10,6 %) getötet.

In der Literatur ist mit 92 % eine etwas höhere Überlebensrate in den Dokumentationsanalysen von WHITNEY und MEHLHAFF (1987), BARTH (1990), DUPRE et al. (1995), PAPAZOGLU et al. (2001), VNUK et al. (2004) und BONNER et al. (2012) angegeben. Insbesondere BONNER et al. (2012) geben zu bedenken, dass die Dunkelziffer toter Katzen im Zusammenhang mit dem HRS wohl wesentlich höher ist, da gefundene tote Katzen verglichen mit Hunden wohl nicht mehr dem Tierarzt vorgestellt werden, um den Tod zu bestätigen, da die Katzenhaltung in Deutschland steuerfrei ist. Entsprechend bedarf es keines Belegs, um z.B. die Steuer todesfallbedingt aussetzen zu können.

Am Unfall unmittelbar starben in der eigenen Klientel in der Klinik 36,6 % (n = 55, N = 150) der Patienten. Vergleichbare Raten geben WHITNEY und MEHLHAFF (1987) und VNUK et al. (2004) an, während BONNER et al. (2012) keine Tiere verloren.

Letztlich mussten aus Kostengründen und wegen infauster Prognose den Literaturangaben zufolge mit 36-60 % zahlreiche Patienten eingeschläfert werden.

Das HRS kann eine vitale Gefährdung sein und/oder werden, wobei sich nicht selten das Ausmaß der Verletzungen der frühzeitigen Diagnostik entziehen kann. Im Hinblick auf diese Schwierigkeiten kommt der Anamnese eine mitentscheidende Bedeutung zu. Damit und aus dem Körpergewicht des Patienten, der Absturzhöhe und dem Aufschlaguntergrund lässt sich auf das Ausmaß der Läsionen schließen.

## 6 Zusammenfassung

### Felines High-rise Syndrom

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurde das feline HRS bei 1125 Patienten, die in den Jahren 2004 bis 2013 in der Klinik für kleine Haustiere der Freien Universität Berlin vorgestellt wurden, analysiert.

**Signalement:** 82 % der Tiere waren Europäisch Kurzhaar Katzen, 3,7 % Mischlinge und 0,1 % seltene Rassetiere. Die Patienten waren im Durchschnitt 2,3 Jahre alt, davon 27,3 % jünger und 72,7 % älter als ein Jahr. 54,1 % der Tiere waren männlich und 45,9 % weiblich. Davon waren 62,9 % männlich- und 21,9 % weiblich kastriert. Das Körpergewicht der Tiere betrug im Durchschnitt 4,1 kg.

**Unfallhergang:** Jahres-/Tageszeit: 77 % der Tiere erlitten den Absturz in der wärmeren/warmen Jahreszeit April bis September und 23% in der kälteren/kalten von Oktober bis April. Nachts fielen 62% und am Tag 38% der Tiere in die Tiefe.

**Absturzhöhe:** 47 % stürzten aus Alt- und 53 % aus Neubauten ab. Häufigste Absturzhöhen waren die 4. (31 %), 3. (29 %), 2. (18 %) und 5. (11 %) Etage. Das entspricht 12 m (31 %), 16 m (26 %), 8 m (22 %), 5 m (12 %) und mehr als 20 m (10 %).

Nach einem Fenstersturz können bei Katzen eine Vielzahl charakteristischer Verletzungen in Form von Thoraxtrauma(ta), orofaszialen Läsionen, abdominal Traumata und Fraktur(en) in Kombination mit anderen Läsionen diagnostiziert werden.

48,6 % der Katzen dieser Studie erlitten einen posttraumatischen Schock, 2,8 % ein Schädelhirntrauma, 58,3 % ein oder mehrere Thoraxtrauma(ta), 51,1 % eine oder mehrere orofasziale Läsion(en), 14,6 % ein stumpfes Bauchtrauma. Das muskuloskeletale System wurde bei 1040 Patienten beim Absturz traumatisiert, bei 47,2 % durch eine oder mehrere Fraktur(en) der Gliedmaße(n), bei 11,1 % durch Beckenfraktur(en), bei 12,1 % durch Gliedmaßenluxation(en), bei 1,5 % durch Bandruptur(en), bei 8,2 % durch Weichteilverletzungen der Gliedmaßen. Bei 4,8 % kam es zu Wirbelfraktur(en) und/oder Wirbelluxation. 3,7 % der Katzen blieben beim Absturz unverletzt, 25,2 % waren geringgradig, 25,1 % mittelgradig, 20,2 % hochgradig, nicht lebensbedrohlich und 25,9 % hochgradig, lebensbedrohlich verletzt. 87 % der Katzen überlebten. Davon waren 71 % mittel- bis schwerstgradig verletzt. 150 (13,3 %, N = 1125) der Unfallopfer starben letztlich in der Klinik am Polytrauma (n = 55; 36,6 %), wurden deswegen und infauster Prognose (n =

79; 52,6 %) oder aber aufgrund zu erwartender Kosten (n = 16; 10,6 %) für die Therapie auf Wunsch der Besitzer getötet.

Es konnte ein signifikanter Unterschied zwischen dem Schweregrad der Verletzungen und der Beschaffenheit der Aufprallfläche sowie der Absturzhöhe festgestellt werden. Prallen Katzen auf einen harten Untergrund auf, sind sie schwerer verletzt. Sie sind ebenso schwerer lädiert, je größer die Absturzhöhe ist.

Leicht verletzte Katzen sind meist mit Maulblutung, karpalen Bandläsionen und/oder metakarpalen Fraktur(en), Unterkieferfraktur(en) oder Epistaxis, Gaumenspalte und Zahntrauma(ta) sowie einer oder mehreren Abrasionen des Gesichts polytraumatisiert. Schwerverletzt sind Katzen mit Lungenkontusion, Schock, Pneumothorax zusätzlich zum Läsionsbukett der Leichtverletzten. Die Verletzungen: Schock, Schädelhirntraum, Lungenkontusion, Pneumothorax, Hämothorax, Pneumomediastinum, subcutanes Emphysem, Unterkieferfraktur(en), Harnblasenruptur, Wirbelsäulentrauma, Radius- und Ulnafraktur(en), karpale und metakarpale Fraktur(en), Beckenfraktur(en) und Tibia- und Fibularfraktur(en) werden signifikant häufiger mit zunehmender Absturztiefe diagnostiziert.

## 7 Summary

### Feline high-rise syndrome

In the present retrospective study, feline HRS was analyzed in 1125 patients presented in the years 2004 to 2013 at the Small Animal Clinic of Freie Universität Berlin.

**Signalment:** 82 % of the animals were European Shorthair cats, 3.7 % were crossbreeds and 0.1 % rare breed animals. The patients were, on average, 2.3 years old, 27.3 % were younger and 72.7 % older than one year. 54.1 % of the animals were male and 45.9 % female. 62.9 % of the males were neutered and 21.9 % of the females were spayed. The body weight of all animals averaged 4.1 kg.

**Course of the accident:** time of the year/time of the day: 77 % of the animals fell during the warmer/warm season, i.e. from April to September and 23 % in the colder/cold season, i.e. from October to April. 62 % of the animals fell at night and 38 % fell during the day.

**Height of fall:** 47 % of the cats in the study fell from high-ceilinged, pre-World War II buildings and 53 % from low-ceilinged, post-war buildings. Most of the falls were from the fourth (31 %), third (29 %), second (18 %) and fifth (11 %) floors. This corresponded to 12 m (31 %), 16 m (26 %), 8 m (22 %), 5 m (12 %) and more than 20 m (10 %).

After such falls, cats suffer from a variety of characteristic injuries including chest trauma, orofacial lesions, abdominal trauma and fractures in combination with other lesions.

The cats in the study suffered circulatory shock (48.6 %), craniocerebral injury (2.8 %), one or more chest traumas (58.3 %), one or more orofacial lesions (51.1 %) and blunt abdominal trauma (14.6 %). The musculoskeletal system was injured by the falls in 1040 patients, which included one or more fracture(s) of limb(s) (47.2 %) and of the pelvis (11.1 %), luxation of limb(s) (12.1 %) and ligament rupture(s) (1.5 %), soft tissue injuries of the limbs (8.2 %) and vertebral fracture(s) and/or vertebral luxation(s) (4.8 %). 3.7 % of the cats recovered from the fall uninjured, 25.2 % had minor, 25.1 % moderate, 20.2 % severe, non-life-threatening and 25.9 % severe, life-threatening injuries. 87 % of the cats survived. 71% of those were moderately to severely injured. 150 (13.3 %, N = 1125) of the patients eventually died in the clinic due to multiple traumas (n = 55; 36.6 %), or were euthanized at the request of their owners because of multiple traumas and a poor prognosis (n = 79; 52.6 %) or anticipated high treatment costs (n = 16; 10.6 %).

A significant correlation was determined between the severity of the injury, the consistency of the impact surface and the height of fall. Cats that had fallen on a hard surface were more seriously injured. They were also more seriously hurt if they fell from greater heights.

Slightly injured cats are usually polytraumatized with mouth bleeds, carpal ligament lesions and/or metacarpal fractures, mandibular fractures or epistaxis, hard palate fractures and dental trauma and one or more facial abrasions. Seriously injured cats present with pulmonary contusion, shock and pneumothorax in addition to the miscellaneous lesions from the slightly injured category.

The following injuries: shock, craniocerebral injury, pulmonary contusion, pneumothorax, haemothorax, pneumomediastinum, subcutaneous emphysema, mandibular fractures, rupture of the urinary bladder, spinal trauma, radial/ulnar fractures, carpal and metacarpal fractures, pelvic fractures and tibial/fibular fractures are significantly more likely to be diagnosed in direct proportion to the height of the fall.



## 8 Zitierte Literatur

ADAMANTOS, S.; CORR, S. (2007):  
Emergency care of the cat with multi-trauma.  
In Practice. 29: 388-396.

AGALAR, F.; CAKMAKEI, M.; SAYEK, I. (1999):  
Factors effecting mortality in urban vertical free falls: evaluation of 180 cases.  
International Surgery. 84: 271-274.

BARTH, R. (1990):  
Die polytraumatisierte Katze.  
Kleintierpraxis. 35(7): 321-330.

BEAVER, B. (2003):  
Air Righting.  
In: Feline Behavior: A Guide for Veterinarians. Saunders, St. Louis, 283-287.

BÖHMER, H. (1987):  
Zur Luxatio Ossis femoris traumatica bei der Katze.  
München, Ludwig-Maximilian-Universität, Vet Med Dissertation.

BONNER, S. E.; REITER, A. M.; LEWIS, J. R. (2012):  
Orofacial manifestations of high-Rise syndrome in cats: a retrospective study of 84 cases.  
J Vet Dent. 29(1): 10-18.

BRUNNBERG, L.; STADIE, B.; BURGER, M.; KAISER, S.; STAEDLE, C.; FORTERRE, F. (2002):  
Die traumatisierte Katze.  
In: Kongressband. Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft, 6-9.

BUSINA, R.; LÉCUYER, M. (2000):  
Syndrome du grate-ciel chez le chat.  
Le médecin vétérinaire du Québec. 30(3): 167-170.

CARMICHAEL, L. (1934):  
The genetic development of the kitten`s capacity to right itself in the air when falling.  
J Genet Psychol. 44: 453-457.

CREMIEUX, J.; VERAART, C.; WANET, M. C. (1984):  
Developent of the Air Righting Reflex in Cats Visually Deprived Since Birth.  
Experimental Brain Research. 54: 564-566.

DIAMOND, J. M. (1988):  
Why cats have nine lives.  
Nature. 332(6165): 586-587.

DUHAUTOIS, B.; PUCHEU, B.; JUILLET, C. (2010):  
High-rise syndrome: comparative and retrospective study of 204 cases.  
Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France. 2: 167-172.

DUPRÉ, G.; ALLENOU, A.; BOUVY, B. (1995):  
High-rise syndrome: a retrospective Study on cats.  
Veterinary Surgery. 24: 294.

EULER, B. (1979):  
Unterarmfrakturen bei der Katze. Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970-1978.  
München, Ludwig-Maximilian-Universität, Vet Med Dissertation.

FISCHER, H. (1986):  
Verletzungen des Sprunggelenks der Katze. Behandlung und Ergebnisse in den Jahren  
1976-1984.  
München, Ludwig-Maximilian-Universität, Vet Med Dissertation.

FLAGSTAD, A.; ARNBJERG, J.; JENSEN, S. E. (1999):  
Feline high-rise syndrom in greater metropolitan area of Copenhagen. A four years  
retrospective.  
European Journal of Companion Animal Practice. 9(2): 165-171.

FOX, M. W. (1970):  
Reflex development and behavioral organisation.  
In: Himwich WA (ed) Development Neurobiology, Springfield, 553-580.

FUCHS, R. (1978):  
Femurschaftfrakturen bei der Katze. Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970-1977.  
München, Ludwig-Maximilian-Universität, Vet Med Dissertation.

GORDON, L. E.; THACHER, C.; KAPATKIN, A. (1993):  
High-rise syndrome in dogs: 81 cases (1985-1991).  
Journal of the American Veterinary Medical Association. 202:118-125.

HILL, F. W. G. (1977):  
A survey of bone fractures in the cat.  
J small Anim Pract. 18: 457-463.

KAPATKIN, A. S.; MATTHIESEN, D. T. (1991):  
Feline High-Rise Syndrome.  
Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian. 13: 1389-1394.

KNECHT, C. D. (1978):  
Fractures in Cats: A Survey of 100 Cases.  
Feline Practice. 8(3): 43-46.

KOLATA, R. J.; KRAUT, N. H.; JOHNSTON, D. E. (1974):  
Patterns of Trauma in Urban Dogs and Cats: A Study of 1,000 Cases.  
Journal of the Veterinary Medicine Association. 164: 499-502.

- KOLATA, R. J. (1980):  
Trauma in Dogs and Cats: An Overview.  
Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. 10(3): 515-522.
- KRIEGSHEIM, A. (2001):  
Eine retrospektive Studie über Gelenksluxationen der Gliedmaße bei Hund und Katze.  
Berlin, Freie Universität Berlin, Vet Med Dissertation.
- LAND, B. (1981):  
Unterschenkelfrakturen bei der Katze. Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970-1980.  
München, Ludwig-Maximilian-Universität, Vet Med Dissertation.
- LANGWORTHY, O. R. (1929):  
A correlated study of the development of reflex activity in fetal and young kittens and the myelinization of tracts in the nervous system.  
Carnegie Inst Wash Contrib Embryol. 114(20): 127-171.
- LETTOW, E.; KABISCH, D.; ARNOLD, U. (1986):  
Pankreasruptur nach Fenstersturz bei der Katze.  
Kleintierpraxis. 31(4): 191-196.
- LIEHMANN, L. M.; DÖRNER, J.; HITTMAIR, K. M.; SCHWENDENWEIN, I.; REIFINGER, M.; DUPRÉ, G. (2012):  
Pancreatic rupture in four cats with high-rise syndrome.  
J Feline Med Surg. 14(2): 131-137.
- LÖSSLEIN, L. (1982):  
Metakarpal- und Metatarsalfrakturen bei Hund und Katze. Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1975-1981.  
München, Ludwig-Maximilian-Universität, Vet Med Dissertation.
- MAGNUS, R. (1922):  
Wie sich die fallende Katze in der Luft umdreht.  
Arch Neerl physiol. 7: 218-222.
- MEYER ZU ERPEN, S. (1984):  
Zum stumpfen Thoraxtrauma bei der Katze.  
München, Ludwig-Maximilian-Universität, Vet Med Dissertation.
- MUELLER, H. R.; WEED, L. H. (1916):  
Notes on the falling reflex of cats.  
Am J Physiol. 40: 373-379.
- NAKLADAL, B.; HAGEN, von F.; BRUNNBERG, M.; GROSS, M.; NIETZ, H.; BRUNNBERG, L. (2013):  
Carpal joint injuries in cats – an epidemiological study.  
Vet Comp Orthop Traumatol. 5: 333-339.

PAPAZOGLU, L. G.; GALATOS, A. D.; PATSIKAS, M. N.; SAVAS, I.; LEONTIDIS, L.; TRIFONIDOU, M. (2001):  
High-rise syndrom in cats: 207 cases (1988-1998).  
Australian veterinary Practitioner. 31(3): 98-102.

PHILLIPS, I. R. (1979):  
A survey of bone fractures in the dog and cat.  
J small Anim Pract. 20: 661-674.

PRATSCHKE, K. M.; KIRBY, B. M. (2002):  
High rise syndrome with impalement in three cats.  
Journal of Small Animal Practice. 43: 261-264.

RADEMACHER, G. G. J.; TER BRAAK, J. W. G. (1936):  
Das Umdrehen der fallenden Katze in der Luft.  
Acta Oto-Laryngol. 23: 313-343.

REYNOLDS, B. M.; BALSANO, N. A.; REYNOLDS, F. X. (1971):  
Falls from heights: a surgical experience of 200 consecutive cases.  
Ann. Surg. 174: 304-310.

RICHARDSON, E. F.; THACHER, C. W. (1993):  
Tibial Fractures in Cats.  
The Compendium on continuing education for the practicing veterinarian. 15(3): 383-393.

ROBINSON, G. W. (1976):  
The High Rise Trauma Syndrome in Cats.  
Feline Practice. 6(5): 40-43.

ROUSCH, J. C. (1980):  
Orthopedic Problems of the cat – A Review.  
Feline Practice. 10(3): 10-26.

SANS, A.; PUJOL, R.; MARTY, R. (1968):  
Etude du reflexe de redressment dans la periode post-natale chez divers mammiferes.  
Psychol Fr. 12: 101-127.

SMITH, M. D.; BURRINGTON, J. D.; WOOLF, A. D. (1975):  
Injuries in children sustained in free falls: an analysis of 66 cases.  
Journal of Trauma. 15: 987-991.

SOMMER, K. (1998):  
Frakturen, Luxationen und Luxationsfrakturen der Wirbelsäule bei Hund und Katze.  
München, Ludwig-Maximilian-Universität, Vet Med Dissertation.

STAIMER, M. S. (1980):  
Humerusfrakturen bei der Katze, Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970-1978.  
München, Ludwig-Maximilian-Universität, Vet Med Dissertation.

- STREUBEL, R.; MAKARA, M.; GUERRERO, T. (2011):  
Medial radio-carpal arthrodesis in three cats with a 2.0 mm locking maxillofacial plate system.  
Vet Comp Orthop Traumatol. 4: 294-298.
- THACHER, C. (1993):  
Feline High-Rise Syndrome.  
Feline Practice. 21(3): 25-27.
- UNGER, M.; MONTAVON, P. M.; HEIM, U. F. A. (1990):  
Classification of fractures of long bones in the dog and cat: introduction and clinical application.  
Vet Comp Orthop Traumatol. 3: 41-50.
- VILLSBLANCA, J. R.; OLMSTEAD, C. E. (1979):  
Neurological development of kittens.  
Dev Psychobiol. 12: 101-127.
- VNUK, D.; PIRKIC, B.; MATICI, D.; RADISIC, B.; STEJSKAL, M.; BABIC, T. (2004):  
Feline high-rise syndrom: 119 cases (1998-2001).  
J Feline Med Surg. 6(5): 305-312.
- WARKENTIN, J.; CARMICHAEL, L. (1939):  
A study of the development of the air righting reflex in cats and rabbits.  
J Gen Psychol. 55: 67-80.
- WARNER, K. G.; DEMLING, R. H. (1986):  
The Pathophysiology of Free-Fall Injury.  
Annals of Emergency Medicine. 15(9): 1088-1093.
- WHITNEY, W. O.; MEHLHAFF, C. J. (1987):  
High –rise syndrom in cats.  
Journal of the American Veterinary Medical Association. 191: 1399-1403.
- WRUCK, A. (1996):  
Kopfverletzungen bei Hund und Katze.  
Berlin, Freie Universität Berlin, Vet Med Dissertation.
- ZIMMERMANN, E.; HITTMAIR, K. M.; SUCHIDOLSKI, J. S.; STEINER, J. M.; TICHY, A.; DUPRÉ, G. (2013):  
Serum feline-specific pancreatic lipase immunoreactivity concentrations and abdominal ultrasonographic findings in cats with trauma resulting from high-rise syndrome.  
JAVMA. 242(9): 1238-1243.

## 9 Danksagung

Herrn Prof. Leo Brunberg danke ich herzlich für die Überlassung des Themas, die wissenschaftliche Anleitung und seine mir jederzeit gern gewährte Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit sowie für die kritische Korrektur meines Manuskripts.

Frau PD Dr. Roswitha Merle vom Institut für Veterinär-Epidemiologie und Biometrie sowie Herrn Traugott Wierer danke ich für die fachliche Beratung bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse.

Weiterhin danke ich den Mitarbeitern der Klinik für kleine Haustiere, insbesondere Herrn Thomas Kuhn für die Zusammenstellung der Patientenakten aus Vetera©, Frau Katharina Vallentin und Herrn Horst Kirchner für die Unterstützung bei der Suche von Röntgenaufnahmen im Archiv der Klinik sowie meinen Doktoranden-Kollegen für die Zusammenarbeit während der Doktorandenzeit.

Ich danke meiner Familie und meinen Freunden, insbesondere meinem Lebensgefährten Sebastian Weil danke ich von ganzem Herzen für seine unermessliche Geduld und liebevolle Hilfe.

Schließlich danke ich meiner Mama von Herzen für ihre Unterstützung und Hilfe, ohne die die Anfertigung der Dissertation nicht möglich gewesen wäre.

## **10 Selbständigkeitserklärung**

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 27.06.2016

Annica Nerlich