

Aus dem Institut für Veterinär - Physiologie  
des Fachbereiches Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

---

**Vergleichende anatomische und physiologische Untersuchungen  
über die intraulnare und intravenöse  
Injektion beim Vogel**

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

vorgelegt von  
**Steffen Böttcher**  
Tierarzt aus Magdeburg

Berlin 1999  
Journal-Nr. 2276

---

Gedruckt mit Genehmigung  
des Fachbereiches Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

Dekan:	Univ. - Prof. Dr. K. Hartung
Erster Gutachter:	Prof. Dr. Heike Tönhardt
Zweiter Gutachter:	Prof. Dr. M. Hafez

Tag der Promotion:	17.09.1999
--------------------	------------

**INHALT**

1	EINLEITUNG UND ZIELSTELLUNG.....	1
2	ALLGEMEINE GRUNDLAGEN .....	4
2.1	Anatomisch-morphologische Grundlagen .....	4
2.1.1	Die Ulna .....	4
2.1.2	Das Karpalgelenk.....	4
2.1.3	Die Blutgefäße am Unterarm .....	5
2.1.3.1	<i>Die Arterien</i> .....	5
2.1.3.2	<i>Die Venen</i> .....	6
2.2	Belastung des Vogels durch tierärztliche Manipulation .....	6
2.2.1	Streß - Belastung.....	6
2.2.2	Tierärztliche Manipulation des Vogelpatienten.....	8
2.3	Physiologie des Taubenherzens .....	12
2.4	Parameter der Belastungsmessung.....	14
3	MATERIAL UND METHODEN .....	16
3.1	Versuchstiere.....	16
3.1.1	Herkunft und Haltung .....	16
3.1.2	Voruntersuchungen .....	18
3.2	Methodenbeschreibung .....	19
3.2.1	Intraossaere Phlebographie .....	19
3.2.2	Technik der intraulnaren Katheterisierung .....	19
3.3	Beschreibung der Versuchsplanung und Durchführung.....	21

## INHALT

---

3.3.1	Allgemeine Bedingungen.....	21
3.3.2	Gruppe intravenöse Injektion - Methode A .....	24
3.3.3	Gruppe intraulnare Injektion - Methode B.....	25
3.3.4	Handling - Standardisierte Arbeitsgänge .....	26
3.3.5	Methodik der Datenerfassung .....	27
3.3.5.1	<i>Die Einzeltiere</i> .....	27
3.3.5.2	<i>Die Gruppen</i> .....	28
3.3.5.3	<i>Zielgröße und Arbeitshypothese</i> .....	29
3.4	Auswertung und Statistik .....	31
3.4.1	Grundlagen zur Datenerfassung.....	31
3.4.2	Methoden zur statistischen Aus- und Bewertung der Versuche .....	31
4	ERGEBNISSE.....	35
4.1	Voruntersuchungen .....	35
	Röntgenuntersuchung .....	36
	Kropfabstrich .....	36
	Kotuntersuchung.....	36
4.2	Betrachtung der einzelnen Tiere .....	36
4.2.1	Tauben der Methode A .....	36
	Tauben 1.....	37
	Tauben 2.....	37
	Tauben 3.....	38
	Tauben 4.....	38
	Tauben 5.....	39
	Tauben 6.....	39
4.2.2	Tauben der Methode B.....	40
	Tauben 1.....	40
	Tauben 2.....	40
	Tauben 3.....	41

# INHALT

---

	Taube 4.....	41
	Taube 5.....	41
	Taube 6.....	42
4.3	Versuch .....	42
4.4	Statistische Auswertung der Versuche.....	46
4.5	Intraossäre Phlebographie .....	52
	Höckerschwan ( <i>Cygnus olor</i> ) .....	52
	Stockente ( <i>Anas platyrhynchos</i> ) .....	52
	Habicht ( <i>Accipiter gentilis</i> ).....	53
	Mäusebussard ( <i>Buteo buteo</i> ).....	53
	Bleßhuhn ( <i>Fulica atra</i> ) .....	53
	Brieftaube ( <i>Columba livia f. domestica</i> ).....	54
	Waldohreule ( <i>Asio otus</i> ) .....	54
	Mittelspecht ( <i>Dendrocopus medius</i> ) .....	54
	Buntspecht ( <i>Dendrocopus major</i> ).....	55
	Nebelkrähe ( <i>Corvus corone cornix</i> ).....	55
	Eichelhäher ( <i>Garrulus glandarius</i> ).....	55
5	DISKUSSION .....	56
5.1	Herzfrequenz als Parameter .....	56
	Wahl der Herzfrequenz .....	56
	Voruntersuchung.....	56
	Einzeltierbetrachtung .....	57
	Versuch .....	60
5.2	Methodenvergleich.....	62
	Intravenöse Injektion.....	63
	Intraulnare Injektion.....	64
	Fixierung des Flügels .....	64

## INHALT

---

5.3	Mögliche Einflüsse .....	65
	Versuchsmanagement .....	65
	Einzelhaltung/Volierenhaltung .....	66
	Doxycyclin/Psittacosetherapie .....	68
5.4	Intraossaere Phlebographie .....	69
	Schlußbemerkung .....	70
6	ZUSAMMENFASSUNG.....	71
7	SUMMARY .....	72
8	LITERATUR.....	74
9	ANHANG.....	87

### Verzeichnisse der Abbildungen, Tabellen und wesentlichen Abkürzungen

#### Abbildungen (Abb.):

<b>Abb. 1:</b>	Handling von Käfigvögeln .....	11
<b>Abb. 2:</b>	Stellung und Fixierung eines Flügels zum Einbringen einer Kanüle .....	20
<b>Abb. 3:</b>	Übersicht zum gesamten Versuchsablauf.....	22
<b>Abb. 4:</b>	Schematische Darstellung der Elektrodenlokalisation .....	23
<b>Abb. 5:</b>	Schema der Versuchsanordnung .....	24
<b>Abb. 6:</b>	Darstellung eines Einzelversuchsablaufes.....	30
<b>Abb. 7:</b>	Aufbau der verwendeten Boxplot-Darstellungen.....	34
<b>Abb. 8:</b>	Gruppierte Boxplotdarstellung der originären Flächenmaße .....	46
<b>Abb. 9:</b>	Gruppierte Boxplotdarstellung der logarithmierten Flächenmaße .....	47
<b>Abb. 10:</b>	Logarithmierte Flächenmaße aller Tauben der Methode A .....	48
<b>Abb. 11:</b>	Logarithmierte Flächenmaße aller Tauben der Methode B .....	49
<b>Abb. 12:</b>	Logarithmierte Mittelwerte beider Methoden .....	50

Tabellen (Tab.):

<b>Tab. 1:</b> Ruheherzfrequenz bei Tauben .....	13
<b>Tab. 2:</b> Herzfrequenz bei Brieftauben .....	14
<b>Tab. 3:</b> Übersicht zu den untersuchten Vogelarten .....	17
<b>Tab. 4:</b> Zweifaktorielle Varianzanalyse .....	33
<b>Tab. 5:</b> Herzfrequenz der Tauben 1 - 12 in der klinischen Voruntersuchung .....	35
<b>Tab. 6:</b> Herzfrequenzcharakteristika, Methode A .....	43
<b>Tab. 7:</b> Herzfrequenzcharakteristika, Methode B .....	43
<b>Tab. 8:</b> Charakteristische Herzfrequenzen der Anfangswerte und Endwerte .....	45
<b>Tab. 9:</b> Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse .....	51
<b>Tab. 10:</b> Körpermasse der Tauben .....	87
<b>Tab. 11:</b> Flächenmaße für die Berechnungen in der Statistik .....	87

wesentliche Abkürzungen:

bpm	beats per minute
EKG	Elektrokardiogramm
G	Gauge (Kanülenmaß)
Hz	Hertz
HF	Herzfrequenz
I.E.	Internationale Einheiten
MHz	Megahertz
MS	Mittlere Abweichungsquadrate (engl.: mean squares)
NaCl	Natriumchlorid

## 1 EINLEITUNG UND ZIELSTELLUNG

Erste Hinweise zur Injektion in das Knochenmark finden sich in der Literatur schon sehr früh. TOCANTINS (1940) und PAPPER (1942) beschreiben die schnelle Aufnahme von Injektionsflüssigkeiten und Arzneimitteln in den Körperkreislauf nach Injektion in das Knochenmark. MACHT führte 1943 eine Studie bei intraossärer Injektion von Epinephrin durch. Seitdem hat sich in der Tier- und Humanmedizin dieses Verfahren weiterentwickelt und findet hier vor allem in der Pädiatrie und Unfallchirurgie seine Anwendung (QUILLIGAN und TURKEL, 1946; SCHOOR et al., 1979; HODGE, 1985; HOPKINS, 1990).

In der Tiermedizin wurden mittels dieser Methode auch Untersuchungen bei verschiedenen Haustieren durchgeführt. Zum Beispiel wurde von KRISHTOFOROVA und STASENKO (1980) untersucht, wie die lokale Gefäßreaktion beim Lamm nach Injektion von therapeutischen Substanzen in das Knochenmark ist. MANOHAR et al. (1976) beschrieben einen Knochenzugang bei Lokalanästhesie von Gliedmaßen eines Büffelkalbes. HODGE et al. (1987) führten Infusionen über einen Knochenzugang beim hypovolämischen Junghund durch und überprüften dabei auch die Durchflußgeschwindigkeit des Infusionsmittels. Nicht nur verschiedene Hunderassen sondern auch Katzen sind über einen intraossären Katheter bei verschiedenen Erkrankungen behandelt worden. Das Alter der Tiere lag zwischen 18 Tagen und 14 Jahren (OTTO et al., 1989).

Die Methode, bei einem Vogel Infusionen in einen Knochen zu applizieren, wurde erstmals 1990 von RITCHIE et al. in den USA für die Vogelmedizin entwickelt und beschrieben. Die Anwendung der intraulnaren Applikation von Medikamenten bei diesen Tieren ist in Deutschland noch relativ unbekannt und beruht auf Erfahrungswerten, da wissenschaftliche Untersuchungen fehlen.



Die Zahl der Vogelpatienten in den Kleintierpraxen reicht von wenigen Tieren im Monat bis zu 500 im Jahr. Spezialisierte Kliniker behandeln zum Teil über 3.000 Vögel im Jahr. Die Zahlen stammen aus jahrelangen Erfahrungen einiger Praktiker<sup>1</sup>.

Abgesehen vom Wirtschaftsgeflügel, welches vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1998) mit einer Stückzahl von 112,5 Millionen (1996, Zusammensetzung: Hühner gesamt, Gänse, Enten und Truthühner) angegeben ist und den in Deutschland lebenden ca. 5 Mio. Brieftauben, gibt es eine große und ständig wachsende Zahl von privat gehaltenen Käfig- und Volierenvögeln. Der Verlag der Wirtschaftsgemeinschaft Zoologischer Fachbetriebe gibt 5,0 Millionen Ziervögel an (ANONYM, 1998). Im Deutschen Tierärzteblatt (ANONYM, 1999) sind 8,1 Millionen Ziervögel angegeben.

Immer öfter werden einem Tierarzt auch alle Arten von Wildvögeln - oft mit schweren Beeinträchtigungen - vorgestellt. Greifvogelpatienten stammen nicht nur aus der Wildnis, sondern ebenso von Falknern.

Da die klinische Behandlung von Einzeltieren in der Wirtschaftsgeflügelhaltung extrem selten Bedeutung hat, stehen in dieser Dissertation aufgrund zunehmenden klinischen Interesses die Zoo-, Zier- und Wildvögel im Vordergrund.

Aufgefundene Wildvögel, die einem Tierarzt vorgestellt werden, haben sehr oft Traumata durch Unfälle oder Bißverletzungen erlitten. Der Vogelpatient wird fast immer in einem fortgeschrittenem Stadium einer Erkrankung vorgestellt. Die Verhaltensweise, auch bei extremen Schmerzen oder Beeinträchtigungen keine oder eine für den Besitzer nicht zu erkennende Symptomatik zu zeigen, lassen das frühe Erkennen einer Krankheit beim Vogel oft nicht zu.

---

<sup>1</sup> Persönliche Mitteilungen (BÖTTCHER, M., KLING, S., KUMMERFELD, N., 1998; PIEPER, K., 1999)

Daher ist es nachvollziehbar, daß in der Klinik und Poliklinik für Kleine Haustiere der FU Berlin lebenserhaltende Maßnahmen bei 60 % aller Vogelpatienten durchgeführt werden müssen. Diese sind auch fast immer mit einer Zufuhr von Flüssigkeit verbunden. Die intraossäre Injektion ist für Applikationen bei Flüssigkeitstherapien für Schockpatienten und für einige andere intravenös zu verabreichende Medikamente entwickelt worden. Heute stehen dafür zwei Formen zur Verfügung. Es sind die Injektion in die *Ulna (intraulnar)* und in den *Tibiotarsus (intra tibiotarsal)* möglich. Speziell der Schockpatient kann dadurch trotz kollabiertem Gefäßsystem eine angemessene und schnelle Behandlung erfahren. Diese Methode kann außerdem bei Behandlungen von Nestlingen (gerade auch bei Psittaciden, welche im Embryonalstadium schlüpfen) sowie zur Steigerung der *Diurese* und für Infusionen während längerer Operationen eingesetzt werden.

Die Versuche für diese Arbeit sind gemacht worden, um zwei Injektionsverfahren, deren Anwendung in bezug auf Belastungen nur empirisch ist, einander gegenüber zu stellen und statistisch zu vergleichen.

Erstes Ziel der vorliegenden Arbeit ist deshalb der Vergleich von intraulnarer und intravenöser Injektion. In dieser Arbeit werden beide Methoden hinsichtlich der Belastung für Tauben verglichen. Als Belastungsparameter wird die Herzfrequenz eingesetzt. Das Handling und dessen Zeitdauer der beiden Methoden werden dabei gegenüber gestellt. Um die Belastung der Tauben während einer Behandlung vergleichbar zu machen, wurde der Ablauf der Arbeitsschritte standardisiert.

Es gilt, zweitens zu diskutieren, welche der beiden Methoden für die Praxis besonders empfohlen werden kann.

Drittes Ziel der Dissertation ist es, anatomische Verhältnisse bei verschiedenen Spezies, bezogen auf die Venenaustrittsstellen aus der *Ulna*, weiter zu klären. Die zur Verfügung stehende aktuelle Literatur zu dieser Thematik ist unzureichend und bedarf der Erweiterung.

## 2 ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

### 2.1 Anatomisch-morphologische Grundlagen

#### 2.1.1 Die Ulna

Bei den heute existenten Vogelarten hat sich aufgrund der Spezialisierung (beispielsweise auf Lebensräume, Nahrungserwerb und Brutverhalten) eine sehr verschiedenartige Morphologie entwickelt. Dieses vielfältige Erscheinungsbild wird auch von den Flügelknochen geprägt.

VOLLMERHAUS (1992) beschreibt das Verhältnis von den Unterarmknochen zum *Humerus* beim Huhn als gleichlang, bei Gans und Ente als wenig kürzer und bei der Taube als etwas länger. SCHRÖDER (1985) gibt dagegen an, daß bei Huhn, Ente und Gans die Unterarmknochen kürzer sind als der *Humerus*, und bei der Taube die *Ossa antebrachii* länger sind als der Oberarmknochen. Die lateral gelegene - in vielen Fällen ein wenig gekrümmte - *Ulna* ist, weil sie das Widerlager für die Armschwingen abgibt, stärker als der mehr gestreckte *Radius*. Die beiden Knochen sind an ihren Enden fast unbeweglich miteinander verbunden und werden durch die verhältnismäßig große Unterarmspalte getrennt. Das distale Endstück von *Ulna* und *Radius* besitzt Gelenkflächen zur Artikulation mit dem *Carpus*.

#### 2.1.2 Das Karpalgelenk

Am Handwurzelgelenk des Vogels sind fünf Knochen beteiligt, die sich funktionell in zwei Gelenketagen aufteilen. In der distalen Ebene artikuliert der *Carpometacarpus* mit beiden Karpalknochen in einer Gelenkpfanne. Die proximale Ebene bilden *Radius* und *Ulna* mit je einem der *Ossa carpi* (*radiale* und *ulnare*). Bei der Beugung des Flügels schiebt der *Radius* das *Os carpi radiale* nach distal (VOLLMERHAUS, 1992).

Auf diese Weise ist der Zugang zum *Sulcus intercondylaris ulnae* in stärkerer Flexion des Flügels ebenso erschwert wie in starker Extension.

Die Sehnen der *Musculi extensores metacarpi radialis et longus alulae* ziehen, vom Unterarm kommend, dorsokranial an diesem Gelenk entlang zu Daumen und Mittelhandknochen. Ihnen aufgelagert ist die Sehne des *Musculus (M.) tensor protapagialis pars longus*. Dorsokaudal und im *Sulcus tendineus ulnae* gleitend befinden sich Sehnen vom *M. extensor metacarpi ulnaris* und *M. extensor digitorum communis*, aus dem der *M. extensor brevis digiti majoris* hervorgeht, und der *M. extensor longus digiti majoris* sowie die *Arteria radialis profundus*. Ventral und zwischen *Carpus ulnae* und *Ulna* findet sich die *Arteria ulnaris superficialis* mit der Sehne des *M. flexor digitorum superficialis*. Im *Sulcus intercondylaris ulnae* verlaufen die sehnigen Anteile der *Musculi flexores digitorum profundus* und *digitorum superficialis* (OROSZ ET AL., 1992).

Die Bänder des Karpalgelenkes sind für die intraulnare Injektionstechnik eher unbedeutend. Deshalb wird hier nicht näher auf sie eingegangen.

### 2.1.3 Die Blutgefäße am Unterarm

#### 2.1.3.1 Die Arterien

Die *Arteria (A.) ulnaris* und die *A. radialis* sind Endäste der *A. brachialis* und gehen in der Mitte des Oberarmes aus ihr hervor. Aus beiden Unterarmarterien läßt sich ein oberflächliches und ein tiefes arterielles System ableiten. Die oberflächliche Ulnarisarterie (*A. ulnaris superficialis*) ist die distale Fortsetzung der *A. recurrens ulnaris*, die am Ellenbogengelenk von der *A. ulnaris* nach kaudal entlassen wird. Die stärkere Fortsetzung der *A. ulnaris* ist ihr tiefverlaufender Zweig (*A. ulnaris profunda*). Sie zieht flügelspitzenwärts und hat ihre gerade Fortsetzung in der *A. metacarpalis interossea*. Die *Arteria radialis* spaltet sich am Ansatz des *M. biceps brachii* in ihren tiefen und oberflächlichen Anteil. Die *A. radialis profunda* ist die stärkere von beiden und wird vom *Nervus medianus* nach distal begleitet, wo sie in *Rami alulares* endet

(SALOMON, 1993). SCHRÖDER (1985) stellt noch heraus, daß die *A. ulnaris* und die *A. radialis* mehrere Äste an die Follikel der Armschwingen abgeben.

### 2.1.3.2 Die Venen

Die für die Punktion am Flügel wichtige Vene ist die *Vena (V.) ulnaris profunda* (BAUMEL et al., 1979). BITTNER (1927), der als erster den Verlauf der Vene und ihre Punktionstechnik genauer beschreibt, nennt dieses Gefäß *Vena cutanea ulnaris*. Eine direkte arterielle Begleitung dieser Vene ist nicht vorhanden.

In englischsprachiger Literatur ist auffällig, daß die verschiedenen Venen der Schultergliedmaße oft als “brachial vein“ bezeichnet werden (HICKEL, 1982; FOWLER, 1996; EVANS, 1996; COLES, 1997). Es ist zu bemerken, daß eine genaue Benennung der Punktionsstelle der Vene in der Medialfläche der *Regio cubiti* und über dem distalen *Humerus* nach den verschiedenen Autoren nicht einheitlich vorgenommen werden kann.

Ihr proximaler Teil eignet sich ebenfalls für die Blutabnahme über dem mittleren *Humerus*. Die Vene heißt hier *V. basilica* (auch “brachial vein“). Sie entläßt vor der Ellenbogenbeuge die *V. radialis*. Aus dieser gehen die *Venae radiales superficialis et profunda* hervor. Zwischen letztgenannter und der *V. ulnaris profunda* kann die *V. carpalis ventralis* als ventrale Verbindung angesehen werden. Die Hand wird von mehreren Ästen der *Venae metacarpalis interossea, metacarpales dorsales et antebrachialis dorsalis caudalis* durchzogen (SALOMON, 1993).

## 2.2 Belastung des Vogels durch tierärztliche Manipulation

### 2.2.1 Streß - Belastung

Häufig werden verschiedenste Belastungen, zum Beispiel auch die tierärztliche Manipulation, für einen Organismus als “Streß“ bezeichnet. Dieser allgemein verwendete Begriff umfaßt ein vielschichtiges Geschehen, das nur in notwendigem Umfang für diese Arbeit erläutert werden soll. Der Begriff “Belastung“ soll ebenfalls

in den folgenden Abschnitten näher betrachtet werden. Die Worte “tierärztliche Manipulation” und “Handling“ (ANDERSON und EDNEY, 1994) wurden bewußt gewählt und werden in diese Problematik eingeordnet.

Eine verbreitete Arbeitsdefinition von Physiologen ist, daß Streß das Ausmaß äußerer Einflüsse auf den Körper kennzeichnet, welche dazu tendieren, die Homöostase im Organismus zu verschieben (STOTT, 1981). Streß stellt somit eine Belastung für den Organismus dar.

CANNON (1928) erkannte als erster, daß die Hormone des Nebennierenmarkes im Organismus vor allem die Aufgabe haben, als “Starter” physiologische Mechanismen in Gang zu setzen, die zur Überwindung akuter Notfallsituationen erforderlich sind. Diese Notwehrfunktion des Nebennierenmarkes bezeichnete er als “Fight and Flight Syndrome”. Das heißt, die Erhöhung des Adrenalinspiegels hat eine verbesserte Reaktionsfähigkeit zur Folge.

Nach DÖCKE (1994) beschrieb Selye erstmals 1936 die Nebennierenrinden-Reaktion nach der Einwirkung von Stressoren. Er führte den Sammelbegriff “Streß” für unspezifische außergewöhnliche Belastungen ein (PENZLIN, 1991). Stressoren können übersteigerte physiologische Reize (z. B. Hunger, Durst), peristatische Einflüsse (z. B. Hitze, Kälte, Wetter) oder physikalische, biochemische und biologische Noxen sein (OETTEL und KRONBERGER, 1978). Die drei Stadien der Körperreaktionen (Alarmreaktion, Adaptation und Erschöpfung) als unspezifisches Reaktionssyndrom auf schädliche Reize faßte Selye als “General Adaptation Syndrom“ zusammen (LADEWIG, 1994).

Auch das “Stundenglas”-Modell des heutigen Streß-Konzeptes kann keine endgültige Definition liefern, obgleich es alle möglichen extraindividuellen Ereignisse und intraindividuellen Reaktionen berücksichtigt. Das liegt daran, daß außergewöhnliche Belastungen (Streß) mit ihren Stimuli (Einwirkungen aus der Umwelt) und die darauffolgenden Reaktionen des Körpers sehr stark variabel sind, und verschiedene

Individuen unterschiedlich auf das gleiche Umweltereignis reagieren. Die Ursachen liegen in der genetischen Prädisposition und in der prä- und postnatalen Ontogenese.

Für den Zustand der Adaptation gilt, daß länger auf den Organismus wirkende Störungen zu einem neuen Sollwert mit unverändertem oder sogar erweitertem Regelbereich mit dauerhaftem Charakter führen. Physiologische Verhältnisse bleiben dabei erhalten. Wird durch einen Streßzustand eine physiologische Folgeerscheinung ausgelöst, handelt es sich um Eustreß. Pathologische Folgeerscheinungen nach Streßzuständen beinhalten Kompensation und Dekompensation und werden als Distreß bezeichnet. Die Leistungsfähigkeit des Körpers ist vermindert. Bei der Kompensation liegt, ähnlich der Adaptation, eine Verschiebung des Regelbereiches auf ein anderes Niveau vor. Hier unterstützen aber andere Regelkreise das beanspruchte Regulationssystem, und der neue Regelbereich ist schließlich eingeschränkt. Kann die Funktion des beanspruchten Regelkreises trotz gegenregulatorischer Maßnahmen nicht mehr stabil aufrecht erhalten werden und gelangen somit Kompensationsversuche über die Grenze des Kompensationsbereiches, entsteht eine Dekompensation (HARTMANN, 1994). Im weiteren Verlauf kann sie zum Tod führen.

Weitere Untersuchungen haben ergeben, daß es keine Belastung per se gibt, sondern daß jede Belastung spezifisch ist. Eine relativ einheitliche hormonelle Reaktion wird durch Antagonismus und Synergismus der stoffwechselaktiven Hormone sowie durch Vermaschung der primär aktiven Regelsysteme mit anderen nur vorgetäuscht (NICHELMANN und KRONBERGER, 1978).

### 2.2.2 Tierärztliche Manipulation des Vogelpatienten

Die tierärztliche Manipulation bezieht sich auf die Tätigkeiten am oder mit dem Tier. Außer diesen gibt es weitere wichtige Tätigkeiten wie die vorherige Aufnahme des Signalements und der Anamnese. SLAPPENDEL und VAN SLUIJS (1993) bezeichnen dies als medizinische Registrierung. Weiterhin gehören eine Beratung, die allgemeine Adspektion sowie die Formulierung des Problems (Diagnosestellung) dazu.

Anamnese und Untersuchung des Körpers sind die Methoden, mit denen ein Tierarzt bei Ausübung seines Berufes in erster Instanz ein Problem aufgreift, das durch den Besitzer eines Tieres an ihn herangetragen wird (RIJNBERK und DE VRIES, 1993).

Um letztendlich eine Diagnose stellen zu können und die entsprechende Therapie einzuleiten, müssen am Tier verschiedene Tätigkeiten durchgeführt werden. Zu diesen tierärztlichen Manipulationen (auch Handling) gehören das Fangen und Fixieren, die lokale Adspektion, Auskultation, Perkussion, Palpation und die Temperaturmessung sowie diagnostische Eingriffe in Form von Injektionen, Punktionen, Biopsien, Endoskopien und Probelaparotomien. Die Auswahl der Methodik und der Instrumente unterliegt zum einen der Gewissenhaftigkeit des Tierarztes und zum anderen den Zwängen des jeweiligen Falles. Pflegende Maßnahmen für das Wohlbefinden des Tieres zum Beispiel an Krallen, Fell, Federn und Schnabel sind ebenso wichtige Tätigkeiten und müssen gerade beim Vogel genauestens überlegt sein.

Die Kenntnisse tierärztlicher Aspekte bei bekannten Arten aus einer bestimmten Ordnung oder Familie der Vögel können die Vorgehensweise bei weniger bekannten Arten der gleichen Ordnung oder Familie positiv beeinflussen. Ziel bei der tierärztlichen Manipulation des Vogels muß sein, den Zeitraum, in dem der Patient in den Händen gehalten wird, auf ein Minimum zu beschränken. So ist der Patient so wenig wie möglich einer Belastung ausgesetzt. Aber das Risiko beim Umgang mit deutlich kranken Vögeln darf kein Grund sein, eine Therapie ohne gründliche Untersuchung einzuleiten (LUMEIJ, 1993).

Die Manipulation eines Vogels in der tierärztlichen Praxis stellt eine außerordentliche Situation für das Tier dar. Nach MÜHLEITNER (1998) kommen unter den Bedingungen der freien Wildbahn länger anhaltende Belastungen so gut wie nicht vor, weil extreme Situationen dort meist von kurzer Dauer sind, beziehungsweise das Tier ihnen aktiv ausweichen kann. Deshalb sollte ein Vogel für Untersuchungen nicht ohne Vorbereitung in die Hand genommen werden. Zu diesen Vorbereitungen gehört ein Plan (wenigstens gedanklich) über die Reihenfolge und Anzahl der Tätigkeiten sowie



über die richtigen Zwangsmaßnahmen je nach Vogelspezies. So sollte im überwiegenden Teil der Fälle eine Hauptmaßnahme während des Handlings von Vögeln die Immobilisierung der Flügel sein. Dadurch werden Flattern und die Gefahr eines Traumas verhindert sowie die Belastungen für Tier und Mensch verringert (COOPER, 1994). Voraussetzung dafür ist eine vollständige Anamnese und Erweiterung der Kenntnisse eines Krankheitsfalles anhand gewissenhafter Adspektion. Es ist mit dem Besitzer vorher zu klären, ob eine Sedierung im Bedarfsfall erfolgen darf.

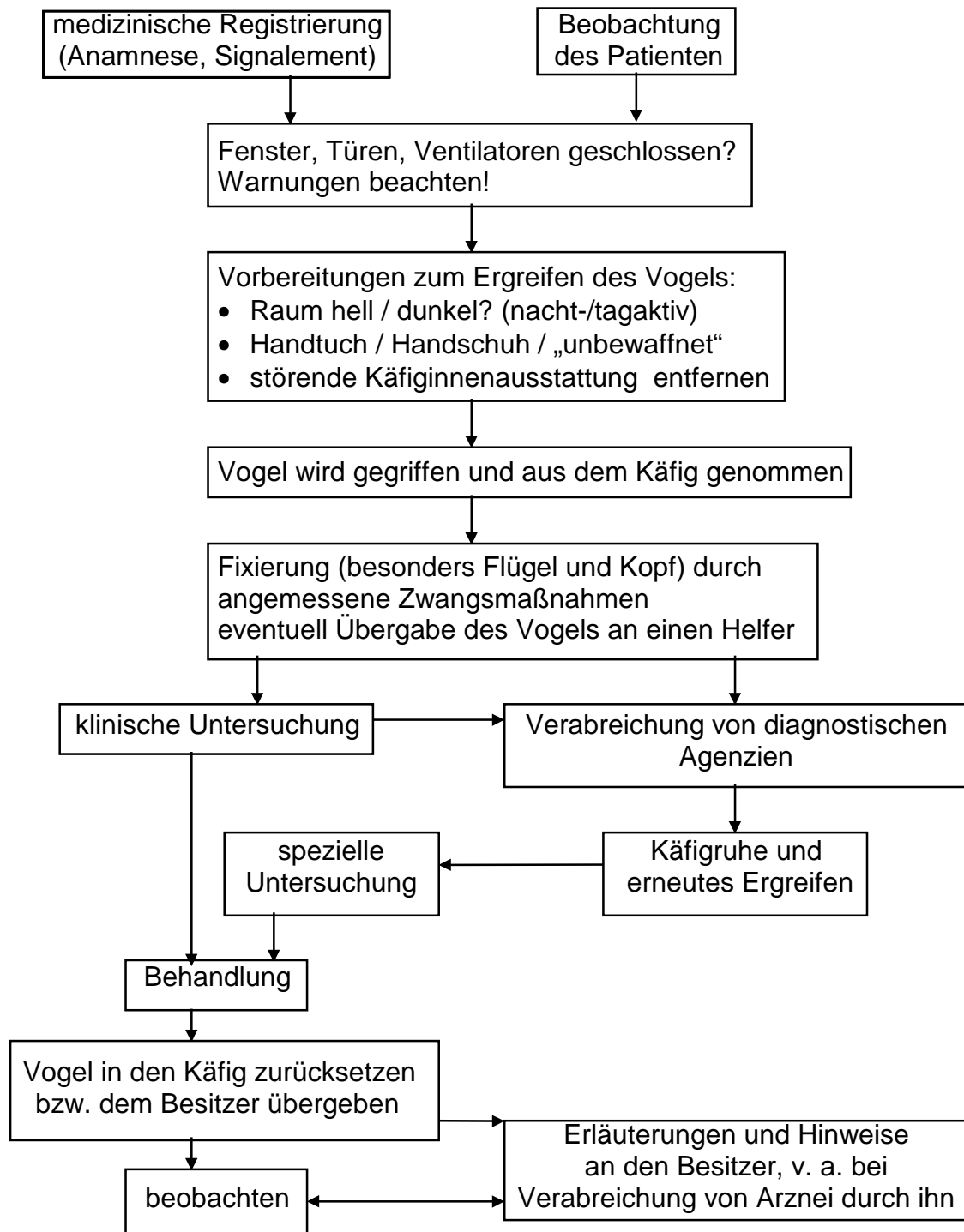
Immer noch weit verbreitet ist das Vorurteil, insbesondere kleinere Vogelpatienten erlitten zwangsläufig als Folge von Manipulationen und Zwangsmaßnahmen einen Schocktod (KORBEL, 1992). Auch LUMEIJ (1993) schreibt, daß Belastungen durch das Handling, vor allem wenn es in falscher Art und Weise erfolgt, dazu führen können, daß der Vogel in den Händen des Untersuchers stirbt. Aber die Untersuchungen von GERINGER (1973) sagen generell aus, daß Vögel eher andere Krankheiten erleiden, als durch Unfall, Herztod oder an Frakturen zu sterben (weniger als 7 % der zur Sektion gekommenen).

Die optimale Gestaltung der Untersuchung und der sichere Umgang mit dem Vogel hat positive Aspekte:

Der Vogel ist nicht länger als nötig ungewohnten und unangenehmen Situationen ausgesetzt.

Die gegenseitige Verletzungsgefahr durch Abwehrbewegungen des Patienten ist weniger hoch (KORBEL, 1992).

Nicht zuletzt gewinnt der Tierarzt bei seiner Klientel mehr Vertrauen (LUMEIJ, 1993). Abbildung 1 zeigt ein nach COOPER (1994) modifiziertes Schema wie der Handlungsablauf bei Vorstellung, Untersuchung und Behandlung eines Vogelpatienten aussehen sollte.



**Abb. 1:** Handling von Käfigvögeln (modifiziert nach COOPER, 1994)

### **2.3 Physiologie des Taubenherzens**

Vögel haben, bezogen auf das Körpergewicht, ein größeres Schlagvolumen und deshalb im Vergleich zu gleich großen Säugetieren ein relativ hohes Herzminutenvolumen. Außerdem fällt die Herzfrequenz niedriger aus als beim Säuger (GRUBB, 1982, 1983).

Nach BOUVEROT ET AL. (1976) besitzen Tauben im Verhältnis zu vergleichbar großen Säugern eine nur halb so hohe Herzfrequenz, ein 1,5fach größeres Herzminutenvolumen und ein 2,75mal größeres Schlagvolumen. Speziell die Taube regelt dies mit einem erheblich größeren Blutvolumen als die meisten anderen Vogelarten. Das Blutvolumen der Taube liegt bei 16,9 - 20 % ihres Körpergewichtes (PALOMEQUE und PLANAS, 1978). BUTLER et al. (1977) führten ein erhöhtes Herzminutenvolumen während des Fliegens vor allem auf einen starken Anstieg der Herzfrequenz zurück. Die Autoren untersuchten den Flug von Brief- und Kingtauben und konnten keine Herzfrequenzunterschiede zwischen beiden Rassen feststellen. Die Brieftauben erholten sich jedoch danach wesentlich schneller. Die letztgenannten Autoren stellten bereits kurz vor Beginn des Fluges bei allen Tauben einen deutlichen Herzfrequenzanstieg fest. GRUBB (1982) wies bei auf einem Laufband laufenden Tauben einen Anstieg des Schlagvolumens um 40 % während maximaler Anstrengung nach. Aber bei Aufregung der Tiere stellte sie im Gegensatz dazu vor allem einen Herzfrequenzanstieg ohne verändertes Schlagvolumen fest.

Eine Übersicht mit von verschiedenen Autoren ermittelten Herzfrequenzwerten geben Tabellen 1 und 2.

**Tab. 1:** Ruheherzfrequenz bei Tauben (modifiziert nach WARZECHA, 1989)

<b>Autoren</b>	<b>Methode der Herzfrequenzermittlung</b>	<b>Ruheherzfrequenz [bpm]</b>
<b>a) Tauben fixiert</b>		
KISCH 1951	auf dem Tisch fixiert	185 - 295
RINGER et al. 1955	auf dem Rücken in einem Holzhalter fixiert, Blutdruckmeßkanülen	205 Kingtauben
COHEN und MC DONALD 1971	in elastische Binden gewickelt, in dunkler Kammer	144,3 (White Carneaux)
BUTLER und TAYLOR 1974	Fixation	182 ± 15
LUMEIJ und STOCKHOF 1985	in der Hand in aufrechter Position gehalten	160 - 300 (Ø 211)
WARZECHA 1989	in mechanischer Haltevorrichtung fixiert	jährige 146 ± 21 2 - 4 jährige: 133 ± 20
<b>b) Tauben unfixiert</b>		
BUCHANAN 1909	unfixiert, Füße in Bandagen in physiolog. NaCl-Lsg.	185
HART und ROY 1966	Telemetriesystem: Elektroden intrathorakal, Kabel subcutan, Sender (30g) auf dem Rücken	166
VAN TWYER und ALLISON 1972	mit 8 Elektroden (Kopf, Körper) für sieben Tage in Beobachtungsraum, danach 24-h-Messungen	162,8 (wach) 100,1 (REM-Schlaf) 92,4 (Tiefschlaf)
AULIE 1972	mit 5 Elektroden mit Kabel im Windkanal	198
BUTLER et al. 1977	mit 2 Elektroden mit Kabel in Ruhe im Windkanal	115 ± 2 (Brief- und Kingtauben)
GRUBB 1982	mit Katheter in rechtem Ventrikel in Box mit Sichtglas	178 ± 25
RÜTHER 1998	2 Elektroden mit Kabel, frei im Käfig	121
	Telemetriesystem, 2 Elektroden und Sender, im Taubenschlag	112

**Tab. 2:** Herzfrequenz bei Brieftauben während der Ruhe, des Fluges und nach der Landung

<b>Autoren</b>	<b>Ruheherzfrequenz [bpm]</b>	<b>max. Herzfrequenz im Flug [bpm]</b>	<b>Herzfrequenz [bpm] nach der Landung</b>
<b>HART und ROY 1966</b>	166	564	
<b>AULIE 1972</b>	198	702	nach 2½ min: 270
<b>BUTLER et al. 1977</b>	115	670 (Windtunnel) 600 (freier Flug)	nach 2 min: ca. 220

#### **2.4 Parameter der Belastungsmessung**

Zusammenfassend stellt die tierärztliche Manipulation eine Belastung für den Vogel dar. Die Belastungsmessung kann beim Vogel und bei Säugetieren direkt oder indirekt erfolgen.

Die direkten - invasiven - Methoden sind mit einer Blut- oder Gewebeentnahme verbunden. Dazu gehören unter anderem die Bestimmung des Glukokortikoidspiegels, besonders des Cortisols bei Mensch, Schwein, Rind und Hund sowie des Corticosterons bei Kaninchen, Maus und Ratte. Das Adrenocorticotrope Hormon, das Corticotropin-Releasing-Hormon und die beiden Catecholamine Adrenalin und Noradrenalin können auch mittels invasiver Methode, aber mit größerem Aufwand, zur Belastungsmessung herangezogen werden (THUN und SCHWARZ-PORSCHE, 1994). Beim Geflügel nutzt man zur Glukokortikoidbestimmung das Corticosteron (HARVEY et al., 1986).

Zur indirekten - nichtinvasiven - Messung der Belastung können klinische Parameter wie Herzfrequenz, Atemfrequenz und die Körpertemperatur, also vegetativ beeinflusste Größen, herangezogen werden.

Das vegetative Nervensystem, mit seinen beiden Anteilen Sympathikus und Parasympathikus, versorgt auch beim Vogel das Herz. Der Sympathikus erreicht nach Anastomosierung einzelner Fasern postganglionärer Neurone der letzten drei Halsganglien als *Nervus (N.) cardiacus* das Herz (McDONALD und COHEN, 1970). Der *Nervus vagus* übernimmt dessen parasympathische Versorgung. Auch die Ventrikel werden im Unterschied zum Säuger von vagalen Fasern erreicht (BOLTON, 1967). Nach SCHWABER und COHEN (1978) ist die vagale Innervation des Herzens bei Tauben umfangreicher als bei Säugetieren. Die über den *N. vagus* vermittelten Blutdruckschwankungen haben eine schnelle Änderung des Herzminutenvolumens und der Herzfrequenz zur Folge (STURKIE, 1986).

Zu beachten ist immer, daß die Untersuchungsmethode selbst eine möglichst geringe Belastung und damit keinen Streß verursacht. Die Messung der Herzfrequenz gilt als indirekter Nachweis einer streßbedingten Catecholaminfreisetzung (LADEWIG, 1994). Da dabei eine sehr kurze Latenzzeit zwischen Einwirkung des Stressors und der Reaktion auftritt, ist die Nutzung der Herzfrequenz als vegetativ beeinflusste Größe besonders gut geeignet, um die Injektionsmethoden durch Belastungsmessung vergleichen zu können.

Aus dieser Literaturschau ergibt sich zum einen, daß eine große Zahl von Vogelpatienten behandelt werden muß. Zum anderen wird deutlich, daß diese tierärztlichen Manipulationen eine Belastung für das Tier darstellen. Daher ist es sinnvoll, Behandlungsmethoden auf ihre Belastung für das Tier zu prüfen und zu vergleichen. In dieser Arbeit werden zwei Injektionsmethoden verglichen.

### 3 MATERIAL UND METHODEN

#### 3.1 Versuchstiere

##### 3.1.1 Herkunft und Haltung

Zu den Versuchen wurden Brieftauben (*Columba livia f. domestica*) aus einem privaten Brieftaubenschlag genutzt. Die zwölf Tiere waren von einem Züchter aus Haldensleben. Alle 12 Tauben waren Jährlinge und männlichen Geschlechts. Die Auswahl der Tauben für jede Methode (zwei Gruppen zu je sechs Tieren) erfolgte mit Hilfe der einfachen Zufallsauswahl. Die Tauben für die Methode A (Tiere für die intravenöse Injektion) wiesen Gewichte zwischen 480 g und 580 g auf. Tauben für die Methode B (Tiere für die intraulnare Injektion) wogen zwischen 450 g und 640 g. Die Vögel für Methode A wurden gemeinschaftlich in einer Stall-Innenvoliere (Maße: 2,38 m x 0,95 m x 2,10 m) der Klinik und Poliklinik für Kleine Haustiere (FU Berlin) gehalten. Die sechs Tauben für die intraulnare Methode waren einzeln in V2A-Stahlkäfigen (Maße: 60 cm x 55 cm x 60 cm) mit einem Kunststofflochplattenboden untergebracht und hatten nur zu den Tieren der anderen Gruppe Sichtkontakt. In den Käfigen konnten sie sich immer frei bewegen. Die Raumtemperatur lag bei 23 °C, die Luftfeuchtigkeit um 65 %. Da die Versuche in denselben Räumen stattfanden, gelten diese Werte auch dafür. Futter in Form einer kommerziellen Taubenfuttermischung und Wasser wurden zu jeder Zeit frisch zur Verfügung gestellt. Beides wurde den Tauben *ad libitum* angeboten. Für die Tiere war ein Lichtregime von jeweils 12 Stunden eingerichtet. Die Hellphase war zwischen 7.30 Uhr und 19.30 Uhr.

Bei den für die intraossäre Phlebographie verwendeten Tieren handelte es sich in einem Fall um eine lebende Taube und in allen anderen Fällen um bereits euthanasierte Patienten. Alle untersuchten Vögel sind in der Übersicht (Tab. 3) nach ihren Familien

geordnet aufgeführt. Da die intraossäre Phlebographie innerhalb der nächsten Stunde nach der Euthanasie (auf Ausnahmen wird an betreffender Stelle hingewiesen) erfolgte, waren die Verhältnisse der Venen im Flügel unverändert und die Ergebnisse auswertbar, wie auch PAPO und BARGAI (1981) nachwiesen. Sie führten eine intraossäre Phlebographie bei Hunden durch. Der Zeitpunkt lag dabei acht Stunden *post mortem*.

**Tab. 3:** Übersicht zu den untersuchten Vogelarten (Nomenklatur und Ordnung, DELIN und SVENSSON, 1998):

Art	Alter	Kanülenmaße	
		[mm]	[G]
Höckerschwan (Cygnus olor)	adult	1,1 x 30	19
Stockente (Anas platyrhynchos)	adult	0,9 x 40	20
Habicht (Accipiter gentilis)	adult	0,9 x 40	20
Mäusebussard (Buteo buteo)	adult	0,9 x 40	20
Bleßhuhn (Fulica atra)	adult	0,9 x 40	20
Brieftaube (Columba livia f. domestica)	einjährig	0,9 x 40	20
Waldohreule (Asio otus)	adult	0,7 x 30	22
Mittelspecht (Dendrocopus medius)	4 Wochen	0,55 x 25	24
Buntspecht (Dendrocopus major)	adult	0,55 x 25	24
Nebelkrähe (Corvus corone cornix)	3 Wochen	0,7 x 30	22
Eichelhäher (Garrulus glandarius)	einjährig	0,7 x 30	22

Die Untersuchungen und Messungen für diese Arbeit fanden im Frühjahr 1997 statt und konnten dankenswerterweise in der Klinik und Poliklinik für Kleine Haustiere (Fachbereich Veterinärmedizin, FU Berlin) durchgeführt werden.



### 3.1.2 Voruntersuchungen

Zu den Voruntersuchungen gehörten eine Allgemeinuntersuchung, eine parasitologische sowie eine mikrobiologische Untersuchung.

Bei den klinischen Untersuchungen ergaben sich bei allen 12 Tauben keine besonderen Befunde. Nach parasitologischen und mikrobiologischen Kotuntersuchungen (Institut für Parasitologie bzw. Mikrobiologie, Fachbereich Veterinärmedizin, FU Berlin) lagen Coccidien und eine E. coli Infektion vor. Ein Kropfabstrich wurde ebenfalls vorgenommen, jedoch mit negativen Ergebnis. Alle Tauben wurden mit inaktiviertem Newcastle Virus, Stamm La Sota (Colombovac<sup>®</sup> PMV<sup>2</sup>) subcutan gegen Paramyxovirose geimpft.

Röntgenaufnahmen und ein Elektrokardiogramm<sup>3</sup> (EKG) wurden von jedem Tier angefertigt. Mit diesem EKG-Meßgerät wurde bei den in Rückenlage fixierten Tieren eine bipolare Ableitung nach Einthoven vorgenommen. Die Klemmelektroden wurden dazu links und rechts an der Flügelhaut nahe der Brustwand, über dem Brustbein und in der Kniefalte befestigt. Die entsprechenden Stellen waren vorher mit Alkohol benetzt worden. Alle Tauben wurden zu Beginn, während und nach Beendigung des Versuches gewogen. Es wurden Kontrollröntgenaufnahmen mittels Siemens Röntgengerät<sup>4</sup> angefertigt. Die Kassetten<sup>5</sup> wurden mit feinzeichnenden, grünempfindlichen Filmen bestückt. Der Film-Focus-Abstand war 115 cm.

---

<sup>2</sup> Fa. Solvay, Mönchengladbach

<sup>3</sup> Gerät der Fa. PPG Hellige GmbH, EK 53 R

<sup>4</sup> Koordinat Kombi

<sup>5</sup> AGFA<sup>®</sup>, ohne Raster, Mamoray, EU cassette

### 3.2 Methodenbeschreibung

#### 3.2.1 Intraossaere Phlebographie

Hier wurde versucht, die Zahl der Venenaustrittsstellen der *Ulna*, zum Teil die Größe der Blutsinus dieses Knochens sowie Verteilung und Weg des Kontrastmittels zu bestimmen. Dazu wurde eine intraossaere Phlebographie bei einer Taube mit einer 10 cm x 10 cm Röntgenbildkamera<sup>6</sup> und einer Bildfolge von zwei Bildern pro Sekunde aufgezeichnet. Das Bildverstärkersignal ist auch über ein Videosystem aufgezeichnet worden. Dafür wurde dem Tier über eine Maske Isofluran (Forene<sup>®7</sup>) für die Inhalationsnarkose zugeleitet. Der Isofluran-Verdampfer<sup>8</sup> war an das Narkosegerät Tiberius<sup>9</sup> angeschlossen. Die Dosierung des nichtionischen Röntgenkontrastmittels (Solutrast<sup>®</sup> 200 M<sup>10</sup>) betrug 0,5 ml für die Taube. Für die intraossaere Phlebographie bei den in Tabelle 3 aufgeführten Arten (Durchführung *post mortem*) wurde ebenfalls das Röntgenkontrastmittel Solutrast<sup>®</sup> 200 M über eine intraulnar sitzende Kanüle in den Knochen bzw. in die Markhöhle injiziert. Auch hier kamen schon das erwähnte Film-Foliensystem und das Siemens Röntgengerät zum Einsatz.

#### 3.2.2 Technik der intraulnaren Katheterisierung

Zur besseren Übersicht wurden einige Federn kranio-medial am Handwurzel-Gelenk entfernt und der Bereich aseptisch (Kodan<sup>®</sup> Tinktur forte<sup>11</sup>) vorbereitet. Der Flügel wurde dann mittels Daumen und Mittelfinger einer Hand (von kranial greifend) an der *Ulna* fixiert. Mit dem Zeigefinger dieser Hand wurde auf der distalen Gelenkfläche der *Ulna* der *Sulcus intercondylaris* und das *Os carpi radiale* palpirt. Abbildung 2 zeigt eine andere Möglichkeit den Flügel zu fixieren. Das Gelenk wurde dazu in mittlere Stellung gebracht. Mit der anderen Hand verbringt man die Kanüle unter

---

<sup>6</sup> „Sircam“, Siemens AG Medizintechnik, Erlangen

<sup>7</sup> Fa. Abbott

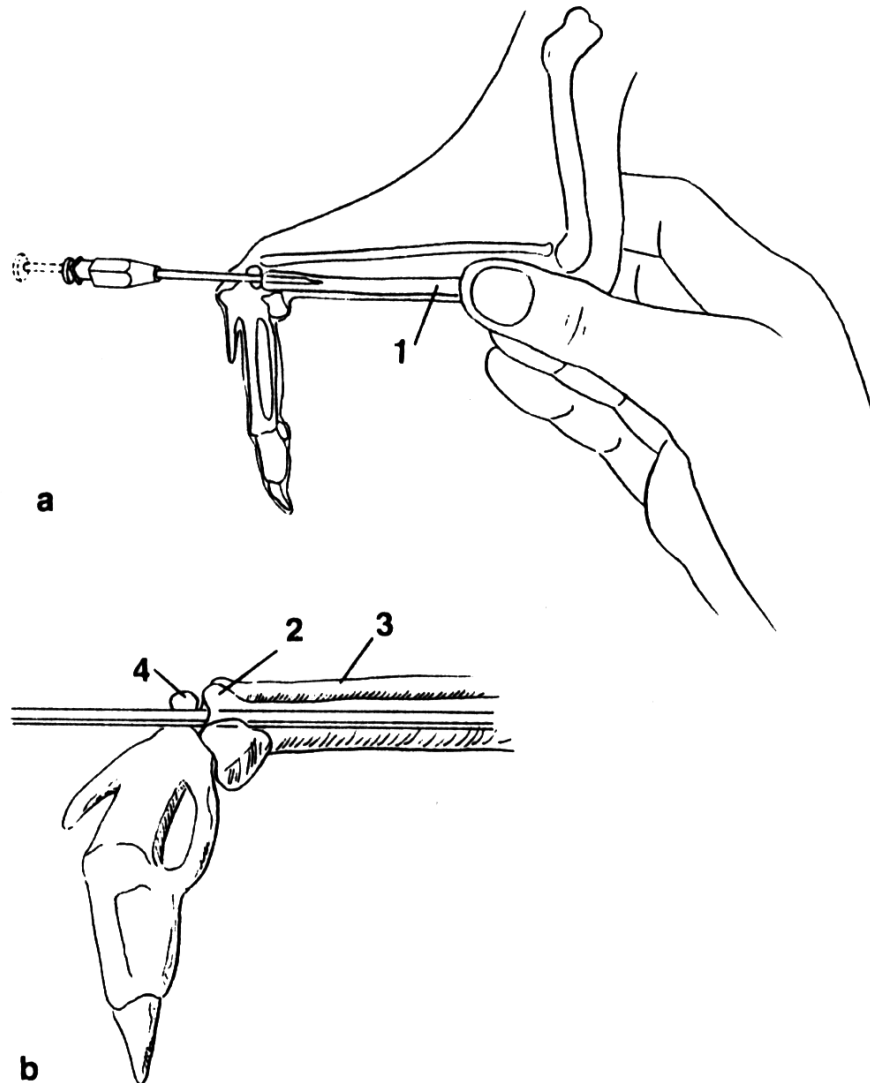
<sup>8</sup> Vapor I9.I, Fa. Abbott

<sup>9</sup> Drägerwerk AG, Lübeck

<sup>10</sup> Fa. Bracco-Byk Gulden

<sup>11</sup> Fa. Rebopharm, Bocholt

längsrotierenden langsamen Bewegungen und parallel zur Längsachse des Knochens in diesem *Sulcus* in die *Ulna* (RITCHIE et al., RITCHIE, 1990; LAMBERSKI und DANIEL, 1992; QUESENBERRY und HILLYER, 1994; HARRIS, 1997; JENKINS, 1997; SMITH, 1997).



**Abb. 2a:** Stellung und Fixierung eines Flügels zum Einbringen einer Kanüle in die *Ulna* nach QUESENBERRY und HILLYER (1994);

**b:** die Kanüle ist ein wenig ventral der dorsalen Kondyle (distale *Ulna*) platziert

- |                   |                           |
|-------------------|---------------------------|
| 1 <i>Ulna</i> ,   | 2 ihre dorsale Kondyle,   |
| 3 <i>Radius</i> , | 4 <i>Os carpi radiale</i> |

Das *Os carpi radiale* und wenn möglich die Sehnen der *Musculi extensores metacarpi radialis et longus alulae* wurden als Orientierung genutzt, d. h. die Kanülen (Sterican<sup>®12</sup>) wurden ventral dieser Strukturen eingestochen. Die in Abbildung 2 a dargestellte Kanüle ist mittels einen Mandrins verschließbar.

### **3.3 Beschreibung der Versuchsplanung und Durchführung**

#### **3.3.1 Allgemeine Bedingungen**

Im Folgenden sollen die Versuchsabschnitte, Bedingungen und Materialien beschrieben werden, welche bei Methode A und Methode B identisch sind. In den Unterpunkten 3.3.2 und 3.3.3 werden nur die abweichenden Abschnitte und Arbeitsschritte erläutert.

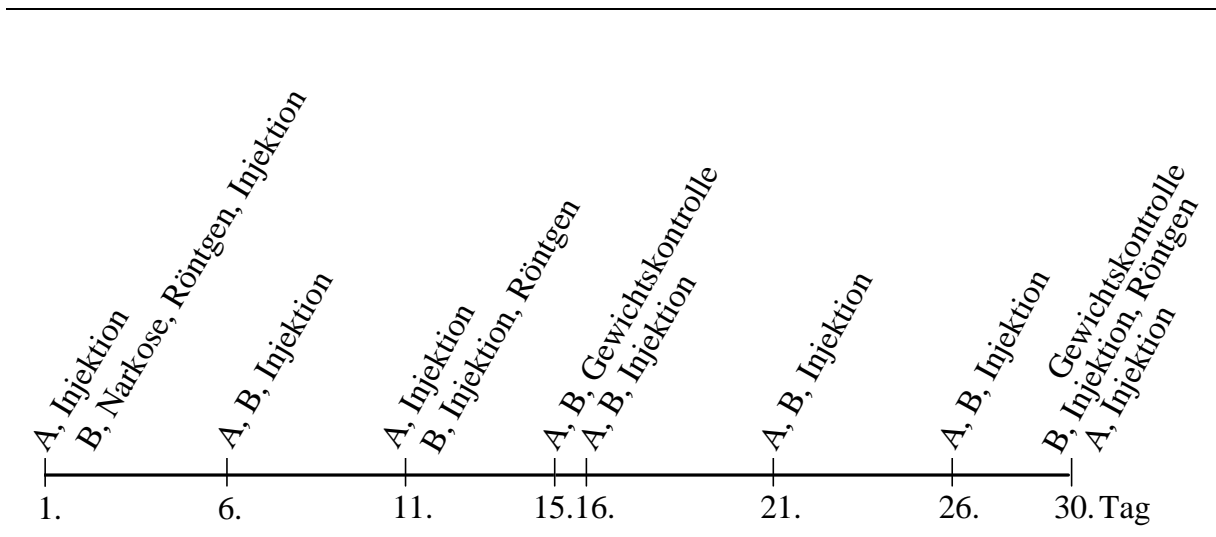
Um eine Applikation mehrmals durchzuführen und so genügend Werte für die Auswertung zu erhalten, wurde nach einem Medikament gesucht, das im Sinne der Aufgabenstellung eingesetzt werden konnte. Bei Doxycyclin (Vibravenös<sup>®</sup> SF<sup>13</sup>) ist das mehrmalige Verabreichen im Falle einer Chlamydiatherapie notwendig (LÜTHGEN, 1984; RÜBEL und ISENBÜGEL, 1998). Deshalb wurde diese Behandlung für den Versuch gewählt (vgl. S. 68).

Alle 12 Tauben wurden siebenmal einer EKG-Aufzeichnung unterzogen. Das EKG wurde durchgehend vor, während und nach dem Handling für eine Applikation aufgenommen und mittels Computer gespeichert. Das heißt, die Tauben wurden nach der ersten Doxycyclinapplikation noch fünfmal im Abstand von fünf Tagen und letztmalig nach weiteren vier Tagen dieser Behandlung unterzogen. Zur Anwendung kam Doxycyclin (Vibravenös<sup>®</sup> SF) 75 mg/kg KM. Für beide Methoden war dafür jedesmal derselbe Tag vorgesehen (Abb. 3).

---

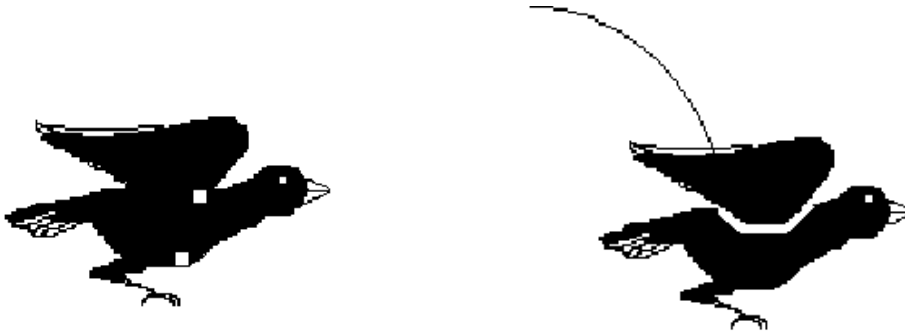
<sup>12</sup> Fa. B. Braun, Melsungen

<sup>13</sup> Fa. Pfizer, Karlsruhe



**Abb. 3:** Übersicht zum gesamten Versuchsablauf, zu jeder Injektion gehört eine EKG-Aufzeichnung

Um das EKG der Tiere aufzeichnen zu können, wurde ein Radiotelemetriesystem genutzt. Bei dem verwendeten Telemetrie - System (Eigenbau) handelte es sich um ein analoges frequenzmoduliertes System, das Frequenzen im 40 MHz-Bereich nutzt. Die dazugehörigen Sender sind quarz-stabilisiert und verwenden nach der ersten Verstärkungsstufe einen Tiefpassfilter von 25 Hz, um Störeinflüsse im Bereich der Netzspannung (50 Hz) zu minimieren. Als Senderantenne diente ein drittes freies Kabel (gleich den Elektrodenkabeln) mit einer Länge von 30 cm. Aus technischen Gründen war ein Nachschwingen der Signale bei höheren Spannungen nicht zu vermeiden, wodurch die Qualität der EKGs teilweise beeinträchtigt wurde. Der Radiosender (Platine: 4 cm x 2,4 cm) und die dazugehörige Batterie wurden zunächst mit einem Schrumpfschlauch überzogen und mit Hilfe eines selbsthaftenden Verbandes, ähnlich einem Rucksack, auf dem Rücken der Taube angebracht. Das Gewicht des Senders einschließlich der Batterie und des Schrumpfschlauches betrug 20 g. Die Tauben wurden dadurch nicht im Verhalten beeinträchtigt und gewöhnten sich schnell an den 'Rucksack'. Damit die Ruheherzfrequenz der einzelnen Tiere gemessen werden konnte, wurden sie vor und nach dem Handling in einen Transportpappkarton (Maße: 43 cm x 23 cm x 26 cm) gesetzt.



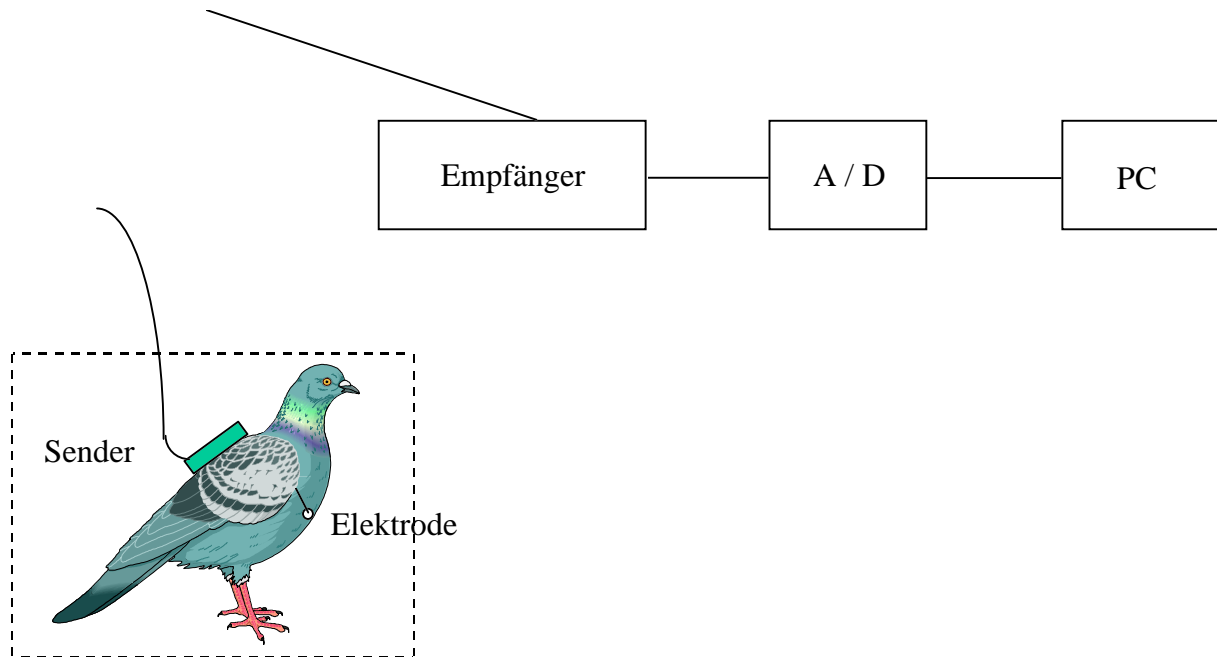
**Abb. 4:** Schematische Darstellung der Elektrodenlokalisierung (links) und eines 'Rucksackträgers' für den Sender (rechts). Die 'Flügelelektrode' wurde lateral am Brustkorb direkt unterhalb der Flügelspannhaut angesetzt. Die Senderantenne ist ebenfalls angedeutet.

Die Ableitung der Elektrokardiogramme erfolgte bei Methode A und B immer mit zwei kommerziellen Silber/Silberchloridelektroden<sup>14</sup>, die ventral seitlich am Sternum und lateral am Brustkorb direkt unterhalb der Flügelspannhaut angebracht wurden (Abb. 4). Ein zusätzliches Elektrodenleitgel erübrigte sich wegen des verwendeten Elektrodentypes. Die Elektrodenkabel wurden dazu über Rücken und Schultern der Vögel geführt. Zur direkten Fixierung der Elektroden auf der Haut wurde mit hautverträglichem Gewebe-Klebeband (Tesa<sup>®</sup>) gearbeitet. Nach dem Anbringen eines Senders an einer Taube wurde diese in den erwähnten Karton gesetzt und mit der EKG-Aufnahme begonnen. Während der Zeit in der Dunkelbox und des Handlings war aufgrund der Räumlichkeiten für die Tauben eine akustische Reizwahrnehmung ihrer Artgenossen möglich. Die Empfängerantenne mußte sich aus technischen Gründen in der Nähe befinden, um das frequenzmodulierte Signal (EKG) dem zugehörigen Sender sowie einem Analog/Digital-Wandler<sup>15</sup> zuleiten zu können. Mit einem Computer<sup>16</sup> wurden die umgewandelten Signale (EKG) zur späteren Auswertung gespeichert (Abb. 5). Die EKG-Aufzeichnung erfolgte pro Versuchstag und Taube durchschnittlich 40 Minuten.

<sup>14</sup> Typ H5 0308, VivoMed

<sup>15</sup> MacLab<sup>®</sup>, ADInstruments Pty Ltd., Castle Hill

<sup>16</sup> Macintosh IIsi



**Abb. 5:** Schema der Versuchsanordnung: Zwischenspeicherung auf einem Daten-(DAT)-Rekorder, Digitalisierung durch einen Analog/Digital (A/D)-Wandler, Speicherung im PC zur späteren Auswertung

### 3.3.2 Gruppe intravenöse Injektion - Methode A

Zu dieser Methode gehörten die Tauben mit den Nummern 2, 3, 4, 7, 8 und 12 (im weiteren Nr. 1 - 6). Die Tiere wurden direkt vor dem Versuch einzeln aus der Voliere herausgefangen. Der betreffende Vogel erhielt danach seinen Sender und kam in die Dunkelbox (Transportkarton), während nun das EKG aufgezeichnet wurde. In dieser Zeit wurde Doxycyclin gewichtsbezogen für die intravenöse Injektion vorbereitet. Nach etwa 15 Minuten ohne Störungen der Ruhe-EKG-Aufzeichnung wurde die Taube für die Applikation der Box entnommen. Die intravenöse Injektion erfolgte in die *Vena cutanea ulnaris*, *lege artis*, in Rückenlage des Tieres (HICKEL, 1982). Als Kanülengröße für diese Gruppe wurden 23 G x 1'' Kanülen (Neoject<sup>®17</sup>) gewählt. Eine Hämatombildung nach der Injektion ließ sich trotz 'Drucktupfer' nicht immer vermeiden, und es wurde nach Beendigung der EKG-Aufzeichnung Enelbin<sup>®</sup>-

<sup>17</sup> Fa. Dispomed<sup>®</sup>

Paste N<sup>18</sup> aufgetragen. Nach der Injektion kam die Taube für die Zeit bis zum Erreichen ihrer Ausgangswerte wieder in die Dunkelbox. Nach dem Ende der EKG-Speicherung wurde der Sender vom Rücken der Taube genommen, der entsprechende Flügel dann auf ein Hämatom untersucht, eventuell wie oben beschrieben behandelt und das Tier in die Voliere zurückgesetzt.

### 3.3.3 Gruppe intraulnare Injektion - Methode B

Die Tauben mit den Nummern 1, 5, 6, 9, 10 und 11 (im folgenden Nr. 1 - 6) bildeten die Gruppe für die intraulnare Injektion. Diese Tiere wurden ebenfalls direkt vor dem Versuch ihrem Käfig entnommen. Bei allen Tauben dieser Methode war die Kanüle in der rechten *Ulna* plaziert.

Der erste Versuchstag beinhaltete abweichend von den sechs folgenden Versuchstagen eine Inhalationsnarkose (siehe 3.2.1). Während dieser Narkose erhielt der entsprechende Vogel, in der Art und Weise wie in 3.2.2 beschrieben, eine Kanüle in die *Ulna* und wurde zur Kontrolle durchleuchtet. Außerdem bekam die Taube die nach ihrem Körpergewicht errechnete Menge Antibiotikum, wie auch an den folgenden Versuchstagen, innerhalb von c. a. 15 Sekunden verabreicht. Zum Nachspülen der Kanüle ist eine 2-ml-Spritze mit Heparin (Heparin-Natrium 25.000 I.E.<sup>19</sup>) ausgespült und danach 2 ml NaCl-Lösung (Isotone Kochsalzlösung 0,9 %) aufgezogen worden. Von dieser Mischung wurden 0,3 ml verwendet. Nach dem Verschluß der Kanüle (Sterican<sup>®</sup>) mit einem Stopfen erfolgte dessen Befestigung mit einem Stück Klebeband. Bei dieser Methode war eine Kanülengröße von 20 G x 1 ½'' in Anwendung. Zur Fixation der Kanüle in der Ulna und zur Immobilisierung des Flügels wurde Klebeband (Tesa<sup>®</sup>) in Form einer Acht um Konus und Schwinge geklebt. Nach der Applikation des Antibiotikums und nach der Narkoseausleitung ist das Tier wieder in die Dunkelbox (Transportkarton) gesetzt worden.

---

<sup>18</sup> Aluminiumsilikate, Zinkoxid, Salicylsäure, Fa. Casella-med GmbH

<sup>19</sup> Fa. A. Albrecht, Aulendorf



Der den Tauben vor der Narkose angelegte Sender zeichnete das EKG bis ca. zwanzig Minuten nach der Narkoseausleitung auf. Nach dem Ende der EKG-Speicherung wurde der Sender vom Rücken der Taube genommen und das Tier in den Käfig zurückgesetzt.

An den sechs folgenden Versuchstagen ist dann jeweils nur der Tesa<sup>®</sup>-Streifen über dem Kanülenverschluß gelöst und der Stopfen entfernt worden. Nach der Doxycyclingabe sowie der Spülung wurde er wieder eingesetzt. Die Tiere sind für das Handling nicht in Rückenlage gehalten, sondern mit dem `Taubenhaltergriff` (KORBEL, 1992) fixiert worden. Vorher erfolgte ungefähr 15 Minuten eine Ruhe-EKG-Aufzeichnung ohne Störungen. Nach der Injektion kam die Taube für etwa weitere 15 Minuten wieder in die Dunkelbox. Die Kanüle verblieb während der gesamten Versuchszeit von 30 Tagen in der Ulna und wurde jeweils vor und nach Doxycyclingabe mit je 0,3 ml NaCl-Heparin-Lösung (Isotone Kochsalzlösung 0,9 %; Heparin-Natrium 25.000 I.E.) gespült.

#### 3.3.4 Handling - Standardisierte Arbeitsgänge

Das Handling bei den Tauben für die Methode A entsprach folgenden Arbeitsgängen:

- Entnehmen des Vogels aus der Box
- Fixierung der Taube in Rückenlage auf eine Unterlage durch eine zweite Person
- Kontrolle des EKG-Empfanges
- Ausbreiten und Auflegen eines Flügels auf eine Unterlage
- Desinfektion medial im Ellenbogenbereich und Kenntlichmachung der *Vena ulnaris*
- Stauung der *V. ulnaris*
- Punktion der Vene in proximaler Richtung mit einer 0,6 x 25 mm Kanüle (23 G x 1'')
- Aufsetzen der vorbereiteten Doxycyclin-Spritze (siehe 3.3)

- Injektion
- Herausziehen der Nadel und sofortiges Aufdrücken eines Tupfers
- Zurücksetzen des Tieres in die Box

Das Handling für die Methode B entsprach folgenden Arbeitsgängen (außer am Tag 1):

- Entnehmen des Vogels aus der Box
- Fixierung der Taube mit dem Taubenhaltergriff
- Kontrolle des EKG-Empfanges
- Lösen des Tesastreifens über dem Kanülenverschluß
- Entfernen des Kanülenverschlusses
- Spülung der Kanüle mit 0,3 ml NaCl-Heparinlösung
- Aufsetzen der vorbereiteten Doxycyclin-Spritze (siehe 3.3)
- Injektion
- Nachspülen der Kanüle mit 0,3 ml NaCl-Heparinlösung
- Verschließen der Kanüle (0,9 x 40 mm, 20 G x 1 ½´´)
- Fixieren des Kanülenverschlusses

### 3.3.5 Methodik der Datenerfassung

#### 3.3.5.1 *Die Einzeltiere*

Die Aufzeichnungen nach dem Handling und die Ermittlung eines Endwertes wurden für die Beurteilung der einzelnen Tiere angefertigt und ausgewertet. Dazu ist außerdem die Herzfrequenz 60 Sekunden und 240 Sekunden nach Handlungende bestimmt worden. Diese Zeitpunkte konnten bei technischen Schwierigkeiten in einem plus/minus 25-Sekunden-Bereich liegen. Diese Zeitpunkte sind willkürlich ausgesucht und jeweils über ein 15-Sekunden-Intervall ermittelt worden. Im Punkt 4 und 5 (Ergebnisse und Diskussion) wird in der Einzeltierbetrachtung darauf eingegangen.

### 3.3.5.2 Die Gruppen

Die am ersten Versuchstag erstellten EKGs der Methode B (intraulnare Applikation) wurden von den Berechnungen ausgeschlossen, da Abweichungen von den festgelegten standardisierten Arbeitsgängen für das Handling auftraten (die durchgeführten Narkose und das Durchleuchten zur Kontrolle der Kanülenplatzierung). Um beide Methoden besser vergleichen zu können, wurde bei der Methode A (intravenöse Injektion) ebenfalls der erste Versuchstag nicht in die Berechnungen einbezogen. So gehen von beiden Methoden immer nur sechs Tage (2. - 7. Versuchstag) in die Auswertung des Methodenvergleiches ein. In den erstellten Diagrammen sind diese Tage zum besseren Verständnis mit 1 - 6 nummeriert.

Die EKG-Aufzeichnungen von jedem Tier lassen sich in drei Abschnitte unterteilen. Die Länge des ersten Abschnittes ist durch den Zeitpunkt für den Beginn des Handlings je Tag und Taube neu bestimmt worden und richtete sich nach dem Erreichen einer etwa gleichmäßig verlaufenden und niedrigen Herzfrequenz. Dieser Abschnitt ist durchschnittlich 15 Minuten lang. Er wurde in drei gleiche Teile geteilt und von jedem dieser Teile bilden 60 Sekunden die Grundlage für die Berechnung der Herzfrequenz. Der Ausgangswert stellt den arithmetischen Mittelwert aus diesen dreimal 60 Sekunden dar.

Der zweite Abschnitt des EKGs beinhaltet das Handling mit je einer Injektionsmethode je Taubengruppe. Für die Zeit des Handlings wurde alle zehn Sekunden die Herzfrequenz berechnet. Für einige Zehn-Sekunden-Intervalle, die aus technischen Gründen entweder fehlten oder undefinierbare EKG-Aufzeichnungen zeigten, konnte keine Herzfrequenz ermittelt werden. Diese Werte sind für die Berechnungen künstlich erzeugt worden. Fehlende erste Werte wurden den zweiten gleichgesetzt. Der fehlende letzte Wert ist aus dem vorletzten und dem nächsten nach dem Handling, ebenso wie Werte, die zwischen zwei Messungen fehlten, linear interpoliert worden. Bei der Einzeltierbetrachtung (siehe 4.2.1 und 4.2.2) wird darauf eingegangen.

Um einen Endwert zu ermitteln, wurde nach dem Handling die EKG-Messung und -Aufzeichnung bis zum Erreichen einer etwa gleichmäßig verlaufenden und niedrigen Herzfrequenz fortgeführt. Dieser dritte Abschnitt ist ebenfalls durchschnittlich 15 Minuten lang. Mit Abbildung 6 (unterer Teil) sollen die beschriebenen Berechnungsgrundlagen am Versuchsablauf verdeutlicht werden.

### *3.3.5.3 Zielgröße und Arbeitshypothese*

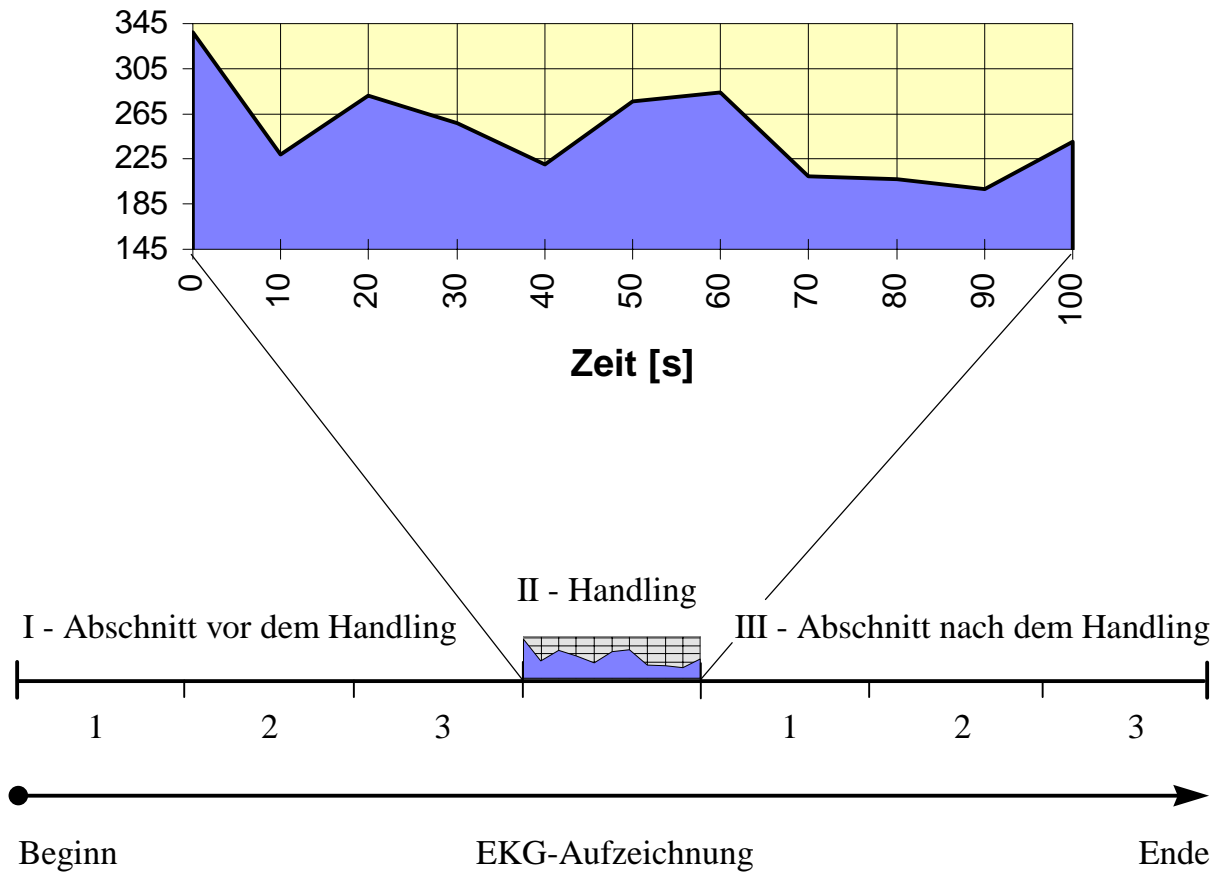
Um die Belastung der Tauben untereinander und zwischen beiden Methoden vergleichen und verschiedene Analysen durchführen zu können, sind die Herzfrequenz während des Handlings und die jeweils dazugehörige Zeit in Beziehung gesetzt worden. Von jeder Taube und jedem Tag wurde zu diesem Zweck ein Produkt berechnet. Dieses Produkt aus der Zeit ( $t$  [s]) des Handlings und der Herzfrequenz (HF [bpm]) läßt sich mit Hilfe einer graphischen Darstellung als Fläche auftragen. Diese Fläche stellt die Zielgröße dar, mit der die Belastung der Tauben charakterisiert werden soll. Es wurde immer von jeder ermittelten Herzfrequenz aus Abschnitt II (alle 10 s; obere Flächenbegrenzung im oberen Teil der Abb. 6) der Ausgangswert ( $I$ ) subtrahiert und damit eine Relation geschaffen, die einen Vergleich des Einflusses der Belastung und beider Methoden zuläßt. Der obere Teil der Abbildung 6 stellt ein Beispiel vor, in dem der Ausgangswert 145 bpm (untere Flächenbegrenzung) beträgt. Das Flächenmaß hat in diesem Beispiel eine Größe von 125.840 bpm\*s.

Die zwei wichtigsten Arbeitshypothesen für diese Versuche sind im folgenden formuliert.

1. Es bestehen an den einzelnen Versuchstagen Unterschiede zwischen den Injektionstechniken intraulnar und intravenös.
2. Die intraulnare Injektionsmethode hat keine so große Belastung der Tauben wie die intravenöse Methode zur Folge.

HF [bpm]

Methode B, Taube 1, 4. Tag



**Abb. 6:** *oberer Teil:* Darstellung der berechneten Fläche [bpm\*s]

obere Flächenbegrenzung: Herzfrequenz aus Abschnitt II

untere Flächenbegrenzung (Abszisse): Ausgangswert 145 bpm

(zum Wert 0 gehören die zehn Sekunden von 0 ... 10 usw.)

*unterer Teil:* Schema des Versuchsablaufes und der Berechnungsgrundlage

für die EKG-Auswertung je Tier und Tag;

Unterabschnitte 1 - 3: aus jedem Unterabschnitt wurden 60 Sekunden für die Ausgangswert ( I )- und Endwert ( III )-ermittlung ausgewählt;

Abschnitt II : Ermittlung der Herzfrequenz alle 10 Sekunden

### **3.4 Auswertung und Statistik**

#### **3.4.1 Grundlagen zur Datenerfassung**

Die Erfassung, Speicherung und Auswertung der EKGs erfolgte mit Hilfe der Software Chart<sup>®</sup> v3.4 und 3.5<sup>20</sup>. Innerhalb des Programms Chart kann die Herzfrequenz mittels der Herzperiodendauer der einzelnen Herzschlagpaare bestimmt werden. Diese Möglichkeit wurde zum großen Teil genutzt. Da aus technischen Gründen ein Nachschwingen der Signale bei höheren Spannungen nicht zu vermeiden war, wodurch die Qualität der EKGs teilweise beeinträchtigt wurde, ist zur Ermittlung dieser Herzfrequenzen jeweils der entsprechende Abschnitt des EKGs ausgezählt worden. So konnte eine einheitliche Datenerfassung gewährleistet werden. Die Zeiten für die gesamte EKG-Aufnahme und für das Handling konnten ebenfalls in diesem Programm bestimmt werden.

#### **3.4.2 Methoden zur statistischen Aus- und Bewertung der Versuche**

Die biometrische Auswertung der Versuche wurde mit einer partiell hierarchischen zweifaktoriellen Varianzanalyse mit zeitabhängigen Meßwiederholungen durchgeführt. Der **erste** Faktor bezieht sich auf die Injektionsmethode, der jeweils 6 vergleichbare Tauben (hierarchisch geschachtelt!) ausgesetzt worden sind.

Der **zweite** Faktor bezieht sich auf die an jeder Taube vorgenommene jeweilige Injektion an sechs aufeinanderfolgenden Tagen (“Meßwiederholungen an 6 Tagen“). Als Zielvariable, die die Belastung der einzelnen Messung je Taube charakterisieren soll, wurde die logarithmierte Flächendifferenz, aus dem Produkt von Herzfrequenz und Zeit beider Methoden, herangezogen.

---

<sup>20</sup> ADInstruments Pty Ltd., Castle Hill

Folgende Hypothesenpaare wurden geprüft:

$H_{0,\text{Tage}}$ : Über die einbezogenen Tage besteht **kein** unterschiedlicher mittlerer Belastungsverlauf bei beiden untersuchten Methoden (Parallelität zur Abszisse) **gegen**

$H_{1,\text{Tage}}$ : Über die einbezogenen Tage besteht **ein** unterschiedlicher mittlerer Belastungsverlauf (**keine** Parallelität zur Abszisse) sowie

$H_{0,\text{Methode}}$ : Beide Injektionstechniken unterscheiden sich **nicht** hinsichtlich ihrer mittleren Belastung in der Taubenpopulation **gegen**

$H_{1,\text{Methode}}$ : Beide Injektionstechniken **unterscheiden** sich hinsichtlich ihrer mittleren Belastung in der Taubenpopulation.

Als Signifikanzniveau (Fehler 1. Art) wurde für den Einzelvergleich  $\alpha = 0.05$  gewählt.

Als statistisches Modell wurde herangezogen:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + T_{k(i)} + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \beta T_{jk(i)},$$

worin  $\mu$  die durchschnittliche Belastung,  $\alpha_i$  ( $i = A, B$ ) die abweichende mittlere Belastung der  $i$ -ten Injektionsmethode und  $\beta_j$  ( $j = 1$  bis  $6$ ) die von der Parallelität über die Tage abweichende mittlere Belastung der  $j$ -ten Injektion über alle Tauben bedeuten.

$T_{k(i)}$  charakterisiert die Variabilität, das heißt, die als zufällig betrachteten Belastungsabweichungen der einzelnen Tauben innerhalb der jeweiligen Injektionsmethode. Als durchschnittliche Variation über beide Methoden stellt sie die Bezugsbasis für die Beurteilung der Belastungsdifferenz beider Injektionsmethoden dar.

$\alpha\beta_{ij}$  charakterisiert einen möglicherweise unterschiedlichen Zeitverlauf (über die sechs Tage) innerhalb beider Injektionsmethoden.

$\beta_{T_{jk(i)}}$  charakterisiert die residuale als zufällig zu betrachtende Variation über Tauben und Zeit innerhalb der jeweiligen Injektionsmethode. Der Durchschnitt aus beiden Methoden wird zur Beurteilung von Interaktion und zeitabhängigem Belastungsverlauf herangezogen. Sie enthält ebenfalls den nichtquantifizierbaren Meßfehler, da je Zeitpunkt nur eine Messung vorliegt.

Damit ergibt sich folgende summarische Tabelle für die Varianzanalyse einschließlich der erwarteten mittleren Abweichungsquadrate E(MS), aus denen auch die einzelnen Tests ableitbar sind.

**Tab. 4:** Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Meßwiederholungen

Quelle der Variation	Freiheitsgrade (FG)	Erwartete mittlere Abweichungsquadrate E(MS)
<b>zwischen den Tauben</b>	$6 \times 2 - 1$	
Injektionsmethoden	$2 - 1$	$\sigma_e^2 + 6 \cdot \sigma_T^2 + 6 \cdot 6 \cdot \sigma_\alpha^2$
Tauben innerhalb der Injektionsmethoden	$2 (6 - 1)$	$\sigma_e^2 + 6 \cdot \sigma_T^2$
<b>innerhalb der Tauben</b>	$6 \times 2 (6 - 1)$	
zwischen den Tagen	$6 - 1$	$\sigma_e^2 + \sigma_{\beta T}^2 + 6 \cdot 2 \cdot \sigma_{\alpha\beta}^2$
Tage x Methode	$(6 - 1)(6 - 1)$	$\sigma_e^2 + \sigma_{\beta T}^2 + 2 \cdot \sigma_{\alpha\beta}^2$
Tage x Tauben innerhalb der Methoden	$6(2 - 1)(6 - 1)$	$\sigma_e^2 + \sigma_{\beta T}^2$

Näheres zum statistischen Modell findet sich in den Ausführungen von WINER (1971).



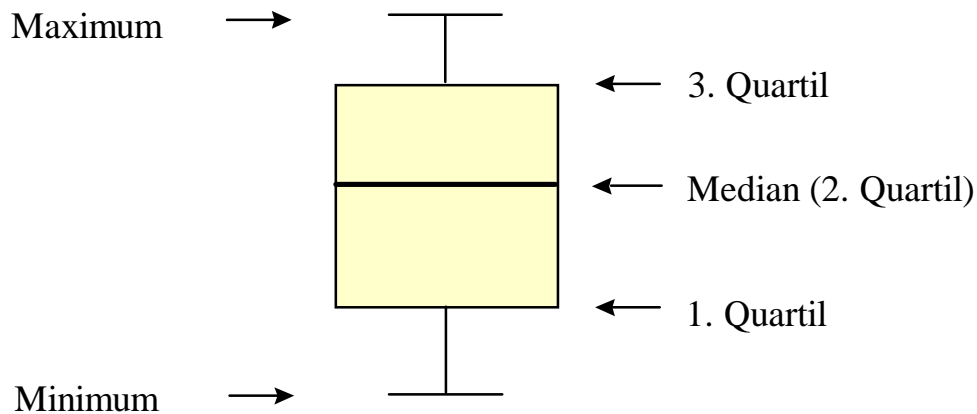
Zur Interpretation der Ergebnisse werden die Verlaufskurven der jeweils 6 Tauben je Methode, die Boxplotdarstellungen der originären wie auch der logarithmisch transformierten Flächenwerte sowie die mittleren Belastungen je Tag und Injektion graphisch dargestellt. Für den möglichen Unterschied in der Belastung zwischen den beiden Methoden wird ein 95 % -Konfidenzintervall mit dem Konfidenzfaktor  $t_{10; 0,975} = 2,228$  berechnet und auf die originären Verhältnisse rücktransformiert.

Die Formel für das Konfidenzintervall lautet:

$$P\{(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2) - 2.228 \cdot \frac{s_T}{\sqrt{18}} \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2) + 2.228 \cdot \frac{s_T}{\sqrt{18}}\} = 0.95$$

Die biometrischen Auswertungen sind mit der statistischen Software SPSS, Version 8.0 durchgeführt worden.

Der Aufbau der verwendeten Boxplotdarstellungen wird in Abb. 7 gezeigt.



**Abb. 7:** Aufbau der verwendeten Boxplot-Darstellungen

Die `box` des Boxplots beinhaltet 50 % aller Werte.

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 Voruntersuchungen

In der klinischen Voruntersuchung wurden Herzfrequenzen von 180 bis 310 Schlägen pro Minute (bpm) ermittelt. Im Durchschnitt waren es 242 bpm (Tab. 5). Von Taube Nr. 5 war es in der Voruntersuchung nicht möglich, ein auswertbares EKG zu erhalten. An dieser Stelle wird noch einmal darauf hingewiesen, daß die in Tabelle 5 aufgeführten Taubennummern eine fortlaufende Numerierung aller Tiere darstellt und die ursprüngliche Form ihrer Bezeichnung ist. In den Tabellen 6 und 7 wird dann die Zuteilung der Tauben zu den Methoden verdeutlicht (siehe auch 3.3.2 und 3.3.3).

**Tab. 5:** Herzfrequenz der Tauben 1 - 12 in der klinischen Voruntersuchung

<b>Taube Nr.</b>	<b>Herzfrequenz [bpm]</b>
<b>1</b>	270
<b>2</b>	180
<b>3</b>	230
<b>4</b>	180
<b>5</b>	–
<b>6</b>	260
<b>7</b>	310
<b>8</b>	200
<b>9</b>	220
<b>10</b>	260
<b>11</b>	240
<b>12</b>	310
<b>1 ... 12</b>	242

Die Ergebnisse weiterer klinischer Untersuchungen sollen zusammenfassend vorgestellt werden. Die Tauben waren bis zum Zeitpunkt der Untersuchung klinisch unauffällig. Die Tiere befanden sich in einem guten Ernährungszustand. Adspektorische und palpatorische Untersuchung ergaben keinen besonderen Befund.

### **Röntgenuntersuchung**

Insgesamt waren bei allen Tauben die Lebern leicht (Tauben 4, 6 und 10) bis stark (Tauben 1 und 8) vergrößert. Ansonsten war kein besonderer Befund zu erheben.

### **Kropfabstrich**

Eine Untersuchung auf Trichomonaden verlief bei allen Tauben negativ.

### **Kotuntersuchung**

Bei der parasitologischen Untersuchung der Sammelkotprobe wurde ein geringgradiger Befall mit Kokzidienoozysten nachgewiesen.

Bei der mikrobiologischen Untersuchung einer Sammelkotprobe wurde hochgradig *Escherichia coli* nachgewiesen.

## **4.2 Betrachtung der einzelnen Tiere**

### **4.2.1 Tauben der Methode A**

Für einige Zehn-Sekunden-Intervalle, die aus technischen Gründen entweder fehlten oder undefinierbare EKG-Aufzeichnungen zeigten, konnte keine Herzfrequenz ermittelt werden. Diese Werte sind für die Berechnungen künstlich erzeugt worden. Von 36 bei Methode A durchgeführten Einzelversuchen wurden neun fehlende erste Werte den zweiten gleichgesetzt. Sechsmal mußte der fehlende letzte Wert aus dem vorletzten und dem nächsten nach dem Handling ( $n^{+1}$ ) interpoliert werden. Werte, die dazwischen fehlten, sind ebenfalls linear interpoliert worden. Das erfolgte hier 13mal. Insgesamt sind das bei diesen Tauben 28 Werte von 941 erfaßten Werten. Die Dauer

des Handlings lag hier bei durchschnittlich 266 Sekunden. Der Median betrug 254 s, das erste Quartil 211 s und das dritte Quartil 314 s.

### **Taube 1**

Bei dieser Taube dauerte das Handling durchschnittlich 230 Sekunden. Das kürzeste Handling lag mit 166 Sekunden am sechsten Tag vor. Am zweiten Tag dauerte es mit 282 Sekunden am längsten. Daraus ergab sich eine Spanne von 116 Sekunden. Die Mittelwerte der Herzfrequenzen während des Handlings lagen zwischen 193 bpm (4. Tag) und 280 bpm (2. Tag). Die Spannbreite aller beim Handling ermittelten Werte reichte von 141 bpm bis 552 bpm. Das heißt, es gab auch Werte, die fast in der Höhe des Ausgangswertes von 137 bpm lagen. 60 Sekunden nach dem Handling war die durchschnittliche Herzfrequenz 161 bpm und somit 5 bpm höher als der Endwert von 156 bpm. Vier Minuten nach dem Handling (240 s-Wert) war die Herzfrequenz mit 165 bpm ein wenig höher als der 60 s-Wert. Die Injektion wurde fünfmal am rechten und einmal am linken Flügel vorgenommen. An den Tagen fünf und sechs mußte ein Tupfer zur Blutstillung an der Punktionsstelle befestigt werden. Bei Abnahme des Tupfers vom Flügel war die Höhe der Herzfrequenzen 412 bpm und 400 bpm über eine Zeit von 31 s und 60 s.

### **Taube 2**

Das Handling dieser Taube dauerte im Mittel mit 267 Sekunden ca. eine halbe Minute länger als bei Taube 1. Die kürzeste Zeit mit 180 Sekunden lag am vierten Tag vor. Am dritten Tag beanspruchte es mit 414 Sekunden den längsten Zeitraum. Daraus ergab sich eine Spanne von 234 Sekunden. Die Mittelwerte der Herzfrequenzen während des Handlings lagen zwischen 221 bpm (4. Tag) und 275 bpm (2. Tag). Die Spannbreite aller beim Handling ermittelten Werte reichte von 168 bpm bis 492 bpm. Einige Werte lagen in Höhe des Ausgangswertes (163 bpm). Nach dem Handling war der durchschnittliche 60 s-Wert mit 190 bpm ca. 15 bpm höher als der Endwert (175 bpm). Die Herzfrequenz war bei 240 s mit 198 bpm höher als der 60 s-Wert und der Endwert. Die Injektion wurde fünfmal am rechten und einmal am linken Flügel vorgenommen. Ein Tupfer zur Blutstillung mußte am fünften Tag angelegt werden.

Bei Abnahme des Tupfers vom Flügel - am Ende von Abschnitt III - betrug die Herzfrequenz über eine Zeit von 33 s durchschnittlich 300 bpm.

### **Taube 3**

Mit durchschnittlich 286 Sekunden, aber mit Werten von 186 Sekunden am fünften Tag und 435 Sekunden am zweiten Tag, war die Spanne des Handlings mit 249 Sekunden bei dieser Methode am größten. Die Mittelwerte der Herzfrequenzen während des Handlings lagen zwischen 193 bpm (3. Tag) und 284 bpm (2. Tag). Die Spannbreite aller beim Handling ermittelten Werte reichte von 144 bpm bis 450 bpm. Es gab insgesamt drei Werte, die niedriger (alle drei 144 bpm) waren als der Ausgangswert mit 146 bpm. 60 Sekunden nach dem Handling lag die gemessene Herzfrequenz bei 166 bpm. Der Endwert war 148 bpm. Der 240 s-Wert beträgt für dieses Tier durchschnittlich 155 bpm. Die Injektion wurde viermal am rechten und zweimal am linken Flügel vorgenommen. An den Tagen vier und fünf mußte ein Tupfer zur Blutstillung an der Punktionsstelle befestigt werden. Bei Abnahme des Tupfers vom Flügel war die Höhe der Herzfrequenzen 308 bpm und 320 bpm über eine Zeit von 46 s und 43 s.

### **Taube 4**

Das Handling hatte hier eine Länge von durchschnittlich 282 Sekunden. Die kürzeste Zeit mit 205 Sekunden lag am ersten Tag vor und dauerte am zweiten Tag mit 341 Sekunden am längsten. Daraus ergab sich eine Spanne von 136 Sekunden. Die Mittelwerte der Herzfrequenzen während des Handlings lagen zwischen 154 bpm (2. Tag) und 275 bpm (1. Tag). Die Spannbreite aller beim Handling ermittelten Werte reichte von 114 bpm bis 378 bpm. Das heißt, es gab wiederum Werte unter der Höhe des Ausgangswertes von 134 bpm. Dabei handelt es sich um einundzwanzig Werte zwischen 114 bpm und 132 bpm. 60 Sekunden nach dem Handling war die Herzfrequenz 151 bpm und somit 6 bpm höher als der Endwert von 145 bpm. Auch vier Minuten (240 s-Wert) danach war die Herzfrequenz mit 146 bpm in diesem Bereich. Die Injektion wurde fünfmal am rechten und einmal am linken Flügel vorgenommen. An den Tagen drei und sechs mußte ein Tupfer zur Blutstillung an der

Punktionsstelle befestigt werden. Bei Abnahme des Tupfers vom Flügel war die Höhe der Herzfrequenzen 272 bpm und 312 bpm über eine Zeit von 43 s und 59 s.

### **Taube 5**

Am Tag 2 war das Handling mit 428 Sekunden am längsten, mit 192 Sekunden (4. Tag) am kürzesten und dauerte durchschnittlich 279 Sekunden. Daraus ergibt sich eine Spanne von 236 Sekunden. Die Mittelwerte der Herzfrequenzen während des Handlings lagen 40 bpm auseinander und zwischen 261 bpm (5. Tag) und 301 bpm (2. Tag). Die Spannbreite aller beim Handling ermittelten Werte reichte von 189 bpm bis 498 bpm. Sieben Werte zwischen 189 bpm und 205 bpm liegen unter dem Ausgangswert von 207 bpm. Der 60 s-Wert hatte eine Höhe von 245 bpm. Er lag damit 27 bpm über dem Endwert von 218 bpm. Auch vier Minuten danach war die Herzfrequenz mit 243 bpm in diesem Bereich. Die Injektion wurde viermal am rechten und zweimal am linken Flügel vorgenommen. Ein Tupfer zur Blutstillung mußte am 5. Tag angelegt werden. Die Abnahme des Tupfers vom Flügel dauerte 45 s. In dieser Zeit trat eine Herzfrequenz von durchschnittlich 388 bpm auf.

### **Taube 6**

Durchschnittlich 253 Sekunden betrug das Handling von Taube Nr. 6. Das kürzeste Handling lag mit 212 Sekunden am fünften Tag vor und dauerte mit 290 Sekunden (erster Tag) am längsten. Daraus ergab sich eine Spanne von 78 Sekunden. Die Mittelwerte der Herzfrequenzen während des Handlings lagen zwischen 192 bpm (5. Tag) und 263 bpm (3. Tag). Die Spannbreite aller beim Handling ermittelten Werte reichte von 126 bpm bis 450 bpm. Das heißt, drei Werte (126, 131 und 132) befanden sich unter dem Ausgangswert von 141 bpm. 60 Sekunden nach dem Handling war die Herzfrequenz 183 bpm und damit 36 bpm höher als der Endwert von 147 bpm. Vier Minuten danach erreichte die Herzfrequenz einen Wert von 167 bpm. Die Injektion wurde viermal am rechten und zweimal am linken Flügel vorgenommen. An den Tagen drei, vier und sechs mußte ein Tupfer zur Blutstillung an der Punktionsstelle befestigt werden. Bei Abnahme der Tupfer vom Flügel war die Höhe der Herzfrequenzen 296, 430 und 368 bpm über eine Zeit von 48, 35 und 25 s.

#### 4.2.2 Tauben der Methode B

Wie schon bei der Methode A wurden auch bei dieser Methode einige Werte künstlich erzeugt. Insgesamt wurden neun erste, acht mittlere und sechs letzte Werte interpoliert. Es ergibt sich eine Zahl von 23 ersetzten Werten von insgesamt 450. Nur bei Taube Nr. 6 war es nicht nötig, Werte zu ersetzen. Der Median für die Handlingsdauer lag im Mittel bei 131 Sekunden, erstes sowie drittes Quartil lagen bei 111 s bzw. 144 s.

##### **Taube 1**

Bei dieser Taube dauerte das Handling durchschnittlich 122 Sekunden. Die kürzeste Zeit mit 110 Sekunden wurde dafür am vierten Tag registriert. Am ersten Tag dauerte es mit 156 Sekunden am längsten. Daraus ergibt sich eine Spanne von 46 Sekunden. Die Mittelwerte der Herzfrequenzen während des Handlings lagen zwischen 221 bpm (3. Tag) und 270 bpm (1. Tag). Die Spannbreite aller beim Handling ermittelten Werte reichte von 174 bpm bis 384 bpm. Es gab also keine Werte in der Nähe des Ausgangswertes von 141 bpm. Die Herzfrequenz erreichte 60 Sekunden nach dem Handling 191 bpm. Der Endwert war 170 bpm. Beim 240 s-Wert näherte sich die Herzfrequenz mit 180 bpm diesem Bereich. Das Spülen der Kanüle und die Injektion wurden am 5. Tag als sehr schwierig empfunden.

##### **Taube 2**

Das Handling dieser Taube dauerte durchschnittlich 115 Sekunden. Die kürzeste Zeit mit 77 Sekunden lag am sechsten Tag vor. Am dritten Tag dauerte es mit 137 Sekunden am längsten. Woraus sich eine Spanne von 60 Sekunden ergab. Die Mittelwerte der Herzfrequenzen während des Handlings lagen zwischen 254 bpm (1. Tag) und 332 bpm (2. Tag). Die Spannbreite aller beim Handling ermittelten Werte reichte von 165 bpm bis 468 bpm. Das heißt, daß der Ausgangswert von 166 bpm in diesem Fall nur einmal unterschritten wurde. Nach dem Handling lag der durchschnittliche 60 s-Wert mit 283 bpm 83 bpm höher als der Endwert von 200 bpm. Die Herzfrequenz des 240 s-Wertes lag mit 247 bpm dazwischen. Trotz der Spülung der Knochenkanüle war ein beträchtlicher Widerstand bei der Injektion am 5. Tag zu verzeichnen.

### **Taube 3**

Durchschnittlich 120 Sekunden war das Handling von Taube 3 lang. Das kürzeste Handling lag mit 86 Sekunden am fünften Tag vor und dauerte mit 157 Sekunden (2. Tag) am längsten. Daraus ergab sich eine Spanne von 71 Sekunden. Die Mittelwerte der Herzfrequenzen während des Handlings lagen zwischen 239 bpm (1. Tag) und 309 bpm (3. Tag). Die Spannbreite aller beim Handling ermittelten Werte reichte von 192 bpm bis 426 bpm. Der Ausgangswert lag bei 174 bpm. 60 Sekunden nach dem Handling war die Herzfrequenz 273 bpm und damit sogar 100 bpm höher als der Endwert von 173 bpm. Vier Minuten danach erreichte die Herzfrequenz einen Wert von 222 bpm. Bei dieser Taube fiel auf, daß die Injektionen an den beiden letzten Tagen besonders leicht erschienen.

### **Taube 4**

Das Handling hatte hier eine Länge von durchschnittlich 117 Sekunden. Die kürzeste Zeit mit 98 Sekunden lag am vierten Tag vor und dauerte am sechsten Tag mit 139 Sekunden am längsten. Daraus ergab sich eine Spanne von 41 Sekunden. Die Mittelwerte der Herzfrequenzen während des Handlings lagen zwischen 229 bpm (4. Tag) und 276 bpm (2. Tag). Die Spannbreite aller beim Handling ermittelten Werte reichte von 180 bpm bis 366 bpm. Das heißt, alle gemessenen Werte lagen relativ weit über dem Ausgangswert von 123 bpm. 60 Sekunden nach dem Handling war die Herzfrequenz 234 bpm. Vier Minuten (240 s-Wert) danach betrug die Herzfrequenz 193 bpm. Der Endwert war 170 bpm.

### **Taube 5**

Am ersten Tag war das Handling mit 175 Sekunden am längsten, mit 70 Sekunden (4. Tag) am kürzesten und dauerte durchschnittlich 133 Sekunden. Daraus ergab sich eine Spanne von 105 Sekunden. Die Mittelwerte der Herzfrequenzen während des Handlings lagen zwischen 263 bpm (2. Tag) und 406 bpm (1. Tag). Die Spannbreite aller beim Handling ermittelten Werte reichte von 206 bpm bis 570 bpm. Die niedrigsten Werte lagen also 60 bpm höher als der Ausgangswert von 146 bpm.



60 s nach dem Handling war die Herzfrequenz 175 bpm. Vier Minuten danach war die Herzfrequenz auf 159 bpm gesunken. Der Endwert wurde mit 146 bpm errechnet.

### **Taube 6**

Das Versuchsergebnis von Taube Nr. 6 ist am unterschiedlichsten von allen Tauben ausgefallen. Mit durchschnittlich 178 Sekunden, aber mit Werten von 111 s am vierten Tag und 240 s am dritten Tag, war die Spanne des Handlings mit 129 s bei dieser Methode am größten. Die Mittelwerte der Herzfrequenzen während des Handlings lagen 147 bpm auseinander und zwischen 232 bpm (4. Tag) und 379 bpm (3. Tag). In den Abbildungen 8, 9 und 11 ist erkennbar, daß die errechnete Fläche (1.150.080 bpm\*s) für den dritten Tag bei dieser Taube einen Extremwert darstellt. Die Herzfrequenz während des Handlings (240 s = 24 Werte) lag dabei viermal unter 300 bpm, aber elfmal über 400 bpm. Die Spannweite aller beim Handling ermittelten Werte reichte von 181 bpm bis 498 bpm. Die Höhe des Ausgangswertes entsprach 176 bpm. 60 Sekunden nach dem Handling war die Herzfrequenz 309 bpm und somit 85 bpm höher als der Endwert von 224 bpm. Auch vier Minuten (240 s-Wert) danach sank die Herzfrequenz mit 264 bpm wie schon bei den Tauben Nr. 3 und Nr. 5 um etwa die Hälfte.

### **4.3 Versuch**

Die Tabellen 6 und 7 beschreiben Charakteristika der Herzfrequenzmessungen, wobei die Ausgangs- und Endwerte zusammengefaßt sind. Die arithmetischen Mittelwerte bzw. die Mediane (in Klammern) sämtlicher Einzelwerte von Ausgangs(AW)- und End (EW)-Werten lagen bei Methode A zwischen 139,5 bpm (138 bpm) bei Taube Nr. 4 und 212,5 bpm (213 bpm) bei Taube Nr. 5. Bei der Methode B lagen sie zwischen 146 bpm (143 bpm) bei Taube Nr. 5 und 200 bpm (187 bpm) bei Taube Nr. 6. Der durchschnittliche Herzfrequenzbereich, in dem 50 % aller Einzelwerte lagen, umfaßt 22 bpm bei Methode A und 36 bpm bei Methode B.

**Tab. 6:** Herzfrequenzcharakteristika der Tauben bei Methode A über sieben Versuchstage

**Methode A intravenös**

Taube Nr.	arith. Mittelwert [bpm] aller Einzelwerte aus AW und EW	Median [bpm] (25./75. Perzentil) aller Einzelwerte	n
2 = 1	146,5	144 (137 / 153)	42
3 = 2	169	171 (157 / 182)	42
4 = 3	147	146 (136 / 155)	42
7 = 4	139,5	138 (130 / 151)	42
8 = 5	212,5	213 (198 / 228)	42
12 = 6	144	144 (131 / 151)	42
<b>1 ... 6</b>	159,8	151 (137 / 174)	252

n = Anzahl der in die Berechnung eingegangen Werte

**Tab. 7:** Herzfrequenzcharakteristika der Tauben bei Methode B über sechs Versuchstage

**Methode B intraulnar**

Taube Nr.	arith. Mittelwert [bpm] aller Einzelwerte aus AW und EW	Median [bpm] (25./75. Perzentil) aller Einzelwerte	n
1 = 1	155,5	155 (138 / 167)	36
5 = 2	183	171 (154 / 200)	36
6 = 3	173,5	172 (154 / 182)	36
9 = 4	146,5	139 (124 / 160)	36
10 = 5	146	143 (131 / 155)	36
11 = 6	200	187 (163 / 219)	36
<b>1 ... 6</b>	167,4	161 (141 / 184)	216

n = Anzahl der in die Berechnung eingegangen Werte

Die folgende Tabelle 8 enthält von beiden Methoden die Ausgangswerte und die Endwerte der Herzfrequenzen in getrennter Betrachtung sowie den Bereich zwischen dem niedrigsten und höchsten Wert jeder Taube.

Die Mediane liegen bei den Ausgangswerten der Methode A zwischen 133 bpm und 209 bpm und damit um durchschnittlich 11 bpm niedriger als die Mediane ihrer Endwerte (145 - 220 bpm). Bei Methode B findet sich ein um durchschnittlich 20 bpm niedrigerer Ausgangswert als der Endwert. Hier liegen die Ausgangswerte zwischen 123 bpm und 172 bpm. Die Endwerte für diese Methode sind zwischen 141 bpm und 211 bpm zu finden. Die Mediane der beiden Methoden unterscheiden sich um 7 bpm bei den Ausgangswerten und um 9 bpm bei den Endwerten der Methode B. Beide Mediane liegen höher als bei Methode A.

**Tab. 8:** Charakteristische Herzfrequenzen der Anfangswerte (AW) und der Endwerte (EW) beider Methoden

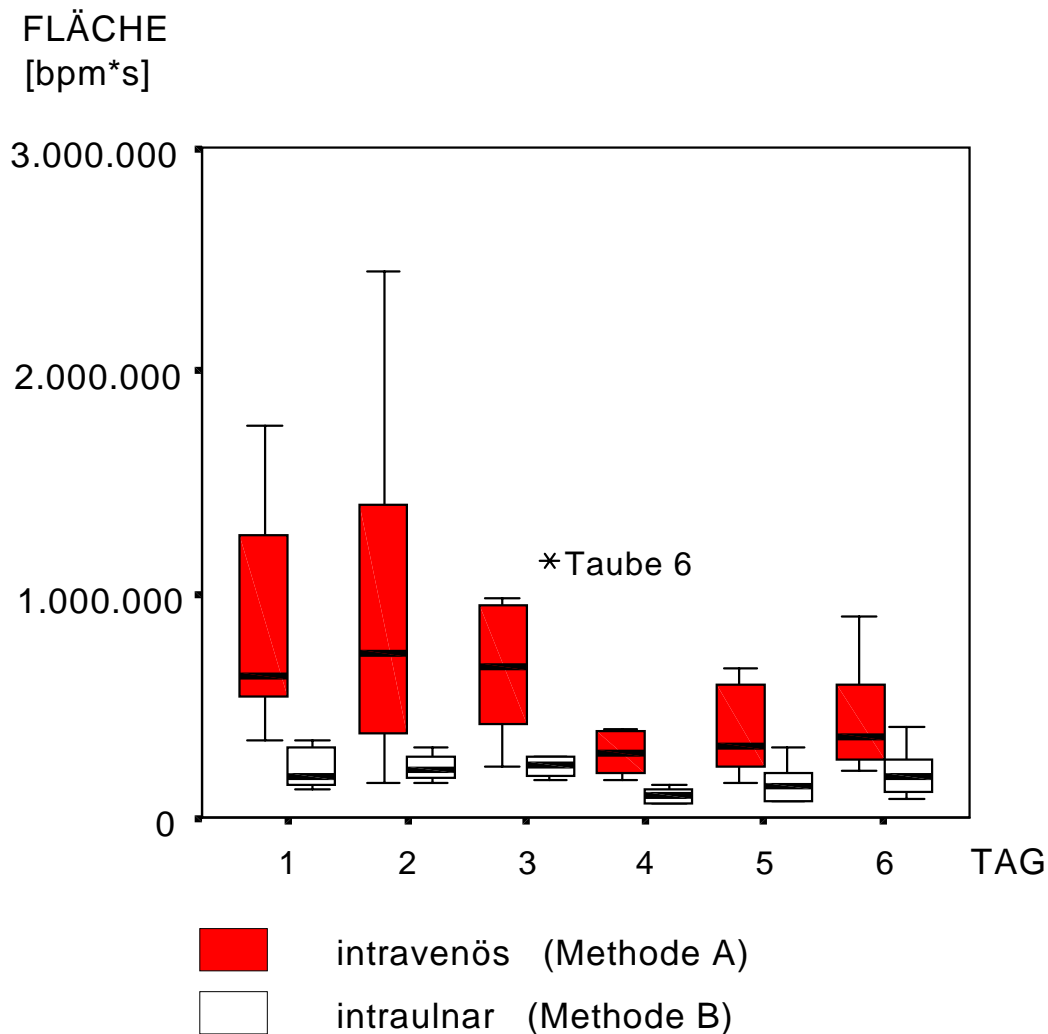
<b>Methode A intravenös</b>					
<b>Taube Nr.</b>	<b>Median AW [bpm]</b>	<b>Spannbreite Herzfrequenz [bpm]</b>	<b>Median EW [bpm]</b>	<b>Spannbreite Herzfrequenz [bpm]</b>	<b>n</b>
<b>1</b>	138	116 - 191	150	130 - 220	21
<b>2</b>	159	126 - 204	174	157 - 208	21
<b>3</b>	145	120 - 174	149	132 - 178	21
<b>4</b>	133	111 - 163	145	118 - 179	21
<b>5</b>	209	164 - 245	220	157 - 269	21
<b>6</b>	138	121 - 191	148	116 - 173	21
<b>1 ... 6</b>	145	111 - 245	157	116 - 269	126
<b>Methode B intraulnar</b>					
<b>Taube Nr.</b>	<b>Median AW [bpm]</b>	<b>Spannbreite Herzfrequenz [bpm]</b>	<b>Median EW [bpm]</b>	<b>Spannbreite Herzfrequenz [bpm]</b>	<b>n</b>
<b>1</b>	141	116 - 193	165	135 - 218	18
<b>2</b>	169	136 - 201	193	132 - 410	18
<b>3</b>	172	127 - 210	169	122 - 240	18
<b>4</b>	123	106 - 140	160	138 - 254	18
<b>5</b>	143	123 - 189	141	118 - 205	18
<b>6</b>	172	148 - 247	211	153 - 307	18
<b>1 ... 6</b>	152	106 - 247	166	118 - 410	108

n = Anzahl der in die Berechnungen eingegangen Werte

Spannbreite = minimaler bis maximaler Einzelwert

#### 4.4 Statistische Auswertung der Versuche

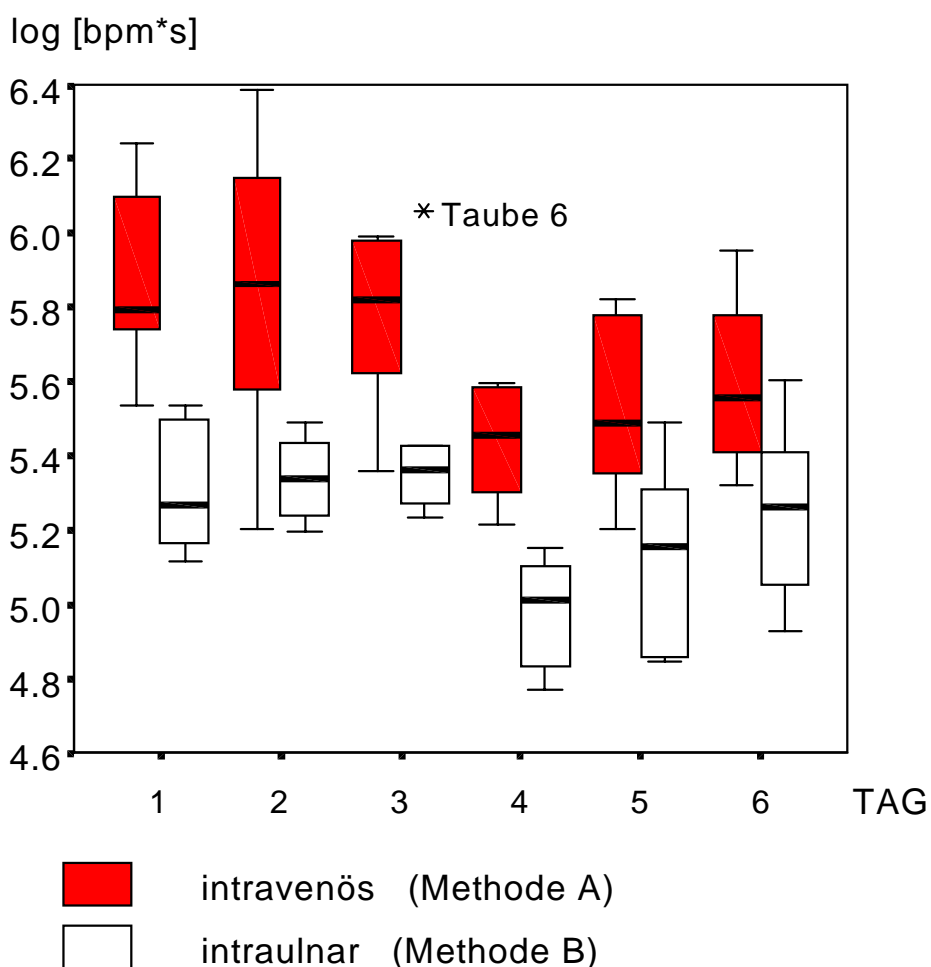
Bei den Boxplotdiagrammen in den Abbildungen 8 und 9 wird die Werteverteilung beider Methoden an den verschiedenen Tagen ersichtlich. Hier fällt besonders die deutlich geringere Streuung bezüglich der Flächengröße **resp. Belastung** bei der Anwendung der intraulnaren Methode B gegenüber der intravenösen Methode A auf. Die Mediane der Methode B liegen, von Tag 2 abgesehen, immer unter dem kleinsten Wert der Methode A. Diese Aussage bestätigt sich auch in der Abbildung 9, in der die transformierten Werte eingetragen sind.



**Abb. 8:** Gruppierete Boxplotdarstellung der originären Flächenmaße (gemäß Abb. 6); mit ` \* ´ ist ein maximaler Extremwert dargestellt

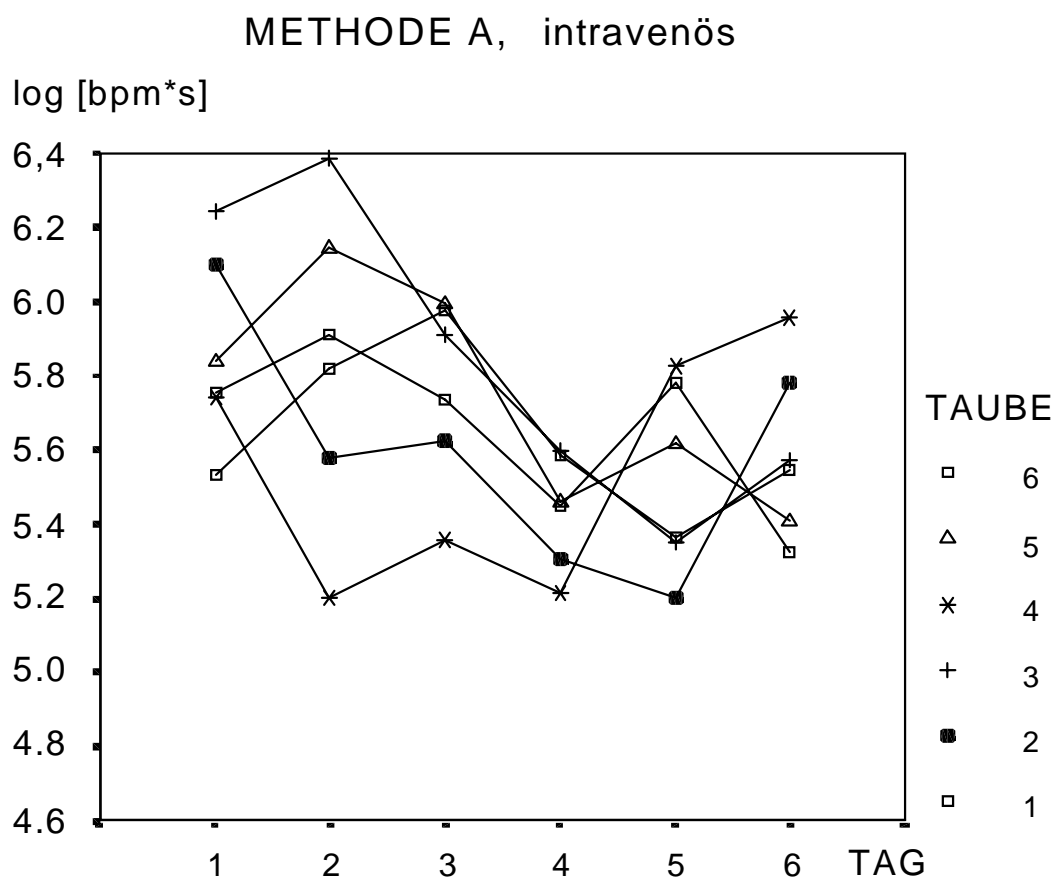
Die berechneten Flächen der Methoden wurden wegen der besseren Vergleichbarkeit als Logarithmus dargestellt, um vor allem hohe Werte nach unten auszugleichen (Abb. 9, 10, 11 und 12).

Taube Nr. 6 der Methode B weist am dritten Versuchstag einen auffällig hohen Wert auf (Abb. 8, 9 und 11), der als einziger Wert dieser Methode mit 1.150.080 bpm\*s über 405.000 bpm\*s liegt. Mit diesem extremen Wert wird das arithmetische Mittel dieser Methode am dritten Tag angehoben. Derartig extreme Werte beeinflussen den Mittelwert stark, wogegen der Median von ihnen unbeeinflusst bleibt.



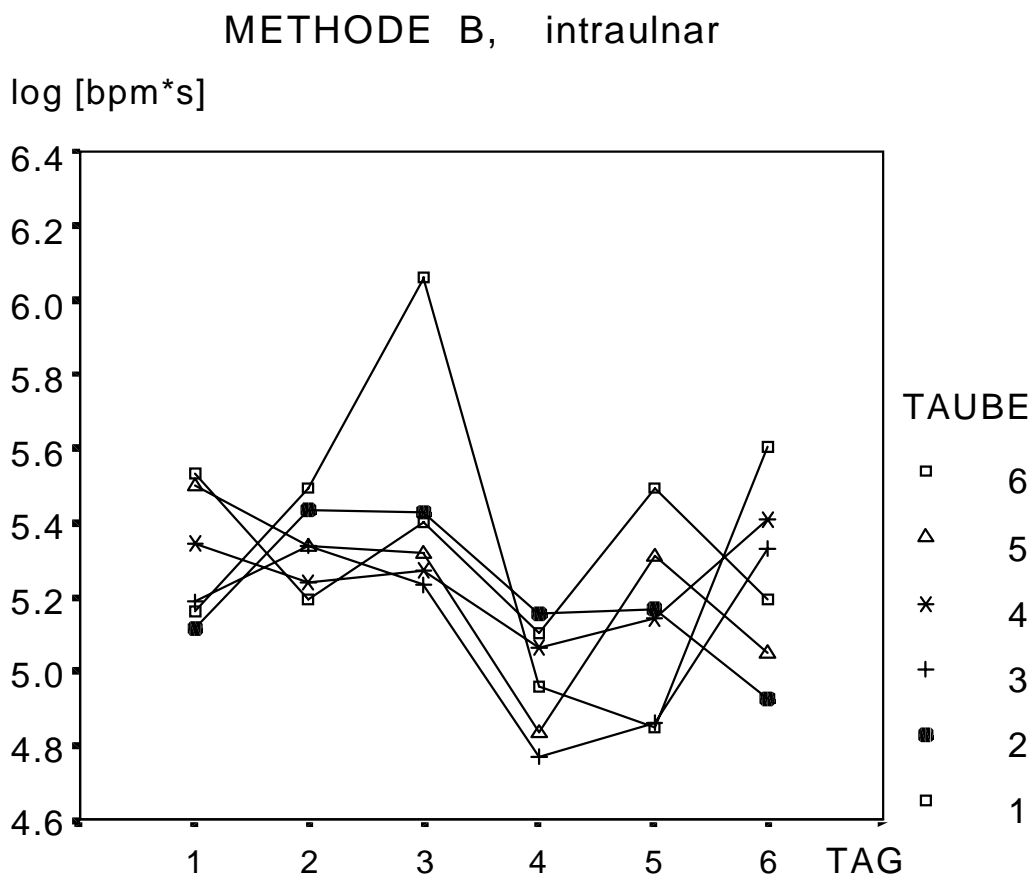
**Abb. 9:** Gruppierte Boxplotdarstellung der logarithmierten Flächenmaße (gemäß Abb. 5); mit ` \* ` ist ein maximaler Extremwert dargestellt

Die Variationsbreite der Tauben bezüglich der Methode A ist wesentlich größer als bei Methode B. Die einzelnen Tiere reagieren bei Methode A an den verschiedenen Tagen weitaus unterschiedlicher. Bei Methode B hingegen ist die Variationsbreite der Tauben über die Tage niedrig, das heißt, die Tauben verhalten sich im allgemeinen sehr ähnlich, abgesehen von Taube Nr. 6. Dieses Verfahren (Abb. 11) erscheint daraufhin auch stabiler bezüglich der Einwirkung von Einflüssen zu sein.



**Abb. 10:** Logarithmierte Flächenmaße aller Tauben der Methode A

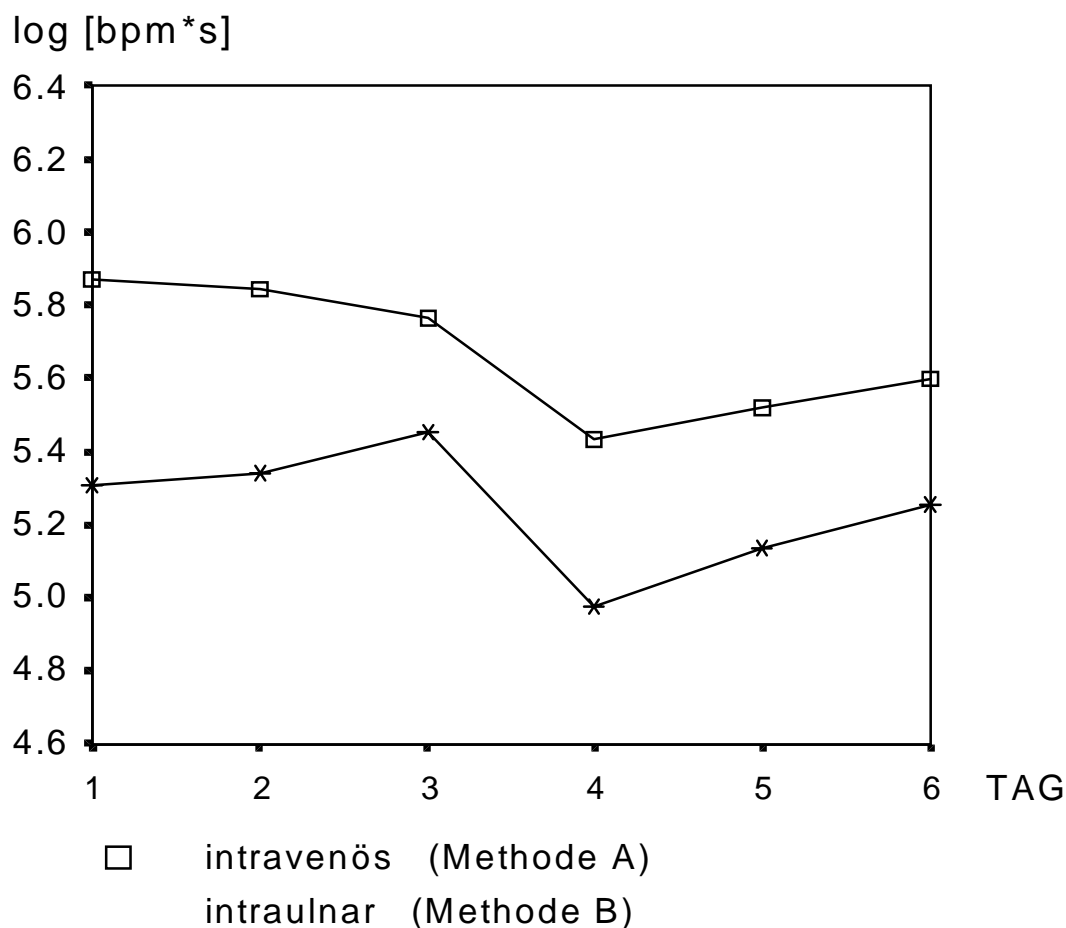
Ferner zeigen die Abbildungen, daß die Varianzen zwischen den Individuen nicht größer als die intraindividuellen Restvarianzen sind. Bezogen auf die verschiedenen Tage ist die Variabilität der Werte der einzelnen Taube ähnlich groß wie zwischen den Tauben innerhalb eines Tages.



**Abb. 11:** Logarithmierte Flächenmaße aller Tauben der Methode B



In der Abbildung 12 zeigt sich, daß bei Methode A über die Tage höhere Mittelwerte und deshalb eine höhere Belastung im Vergleich zur Methode B auftritt. Ganz deutlich wurde, daß keine signifikante Interaktion zwischen den Methoden und den Tagen besteht. Das bedeutet, daß die Tauben unabhängig vom Tag, hinsichtlich der Belastung durch die Injektionsmethode signifikant, also unterschiedlich reagieren. Einflüsse während des Versuches wirkten sich immer etwa gleich auf beide Methoden aus. Die Signifikanz der Variable Tag wird durch den in beiden Kurven auftretenden Tiefpunkt am vierten Tag besonders deutlich.



**Abb. 12:** Logarithmierte Mittelwerte der HF bei beiden Methoden, dargestellt über die Tage

Wie aus der Tabelle 9 hervorgeht, besteht zwischen den Injektionsmethoden hinsichtlich der mittleren Belastung ein statistisch gesicherter Unterschied ( $P < 0,05$ ). Das ist auch aus der Grafik (Abb. 12) erkennbar. Die Belastung der Tauben an den einbezogenen Tagen zeigte ebenfalls signifikante Unterschiede (vgl. Abb. 8, 10 und 11). Diese Aussage kann über die Injektionsmethoden hinweg getroffen werden, da keinerlei signifikante Interaktion zwischen den Tagen und den Methoden besteht.

**Tab. 9:** Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Meßwiederholungen;  
Erwartete mittlere Abweichungsquadrate E (MS) siehe Tab. 4

Quelle der Variationen	Freiheitsgrade (FG)	Mittlere Abweichungsquadrate (MS)	F	P (F)
<b>zwischen den Tauben</b>	$6 \times 2 - 1$			
Injektionsmethode	$2 - 1$	3,289	59,306	$< 0,0001$
Tauben innerhalb der Injektionsmethoden	$2 (6 - 1)$	0,056		
<b>innerhalb der Tauben</b>	$6 \times 2 (6 - 1)$			
zwischen den Tagen	$6 - 1$	0,331	5,317	0,001
Tage x Methode	$(6 - 1)(6 - 1)$	0,028	0,443	0,816
Tage x Tauben innerhalb der Injektionsmethode	$6 (2 - 1)(6 - 1)$	0,062		

Die intravenöse Injektionstechnik stellte in diesem Versuch eine um den Faktor 2,68 höhere Belastung für die Tauben der Methode A dar. Die intravenöse Methode der Applikation war also fast dreimal belastender als die intralunare Methode. Für die Differenz der logarithmierten Flächen (0,428) ergibt sich ein realisiertes Vertrauensintervall von 0,303 bis 0,553. Auf die Originalwerte umgerechnet folgen daraus der mittlere Quotient 2,68 mit dem Vertrauensbereich von 2,01 bis 3,57.

#### **4.5 Intraossäre Phlebographie**

Hier werden die Ergebnisse der Kontrastmitteldarstellung der Knochenmarkräume der *Ulna* und der aus ihr hervortretenden Venen von den in Tabelle 3 aufgeführten Vogelarten aufgeführt. Die erwähnten Vögel sind in ihrer Reihenfolge systematisch nach Vogelfamilien eingeordnet. Bei allen Kontrastmittelapplikationen in die *Ulna* wurde festgestellt, daß sich außer in sehr kleinen Arealen und Ausnahmen kein Kontrastmittel (Solutrast®) im Knochen ansammelte.

##### **Höckerschwan (*Cygnus olor*)**

Es handelte sich um ein adultes Weibchen, welches nach mehr als sechs Stunden *post mortem* untersucht wurde. Die hier genutzte Kanüle (vgl. Tab. 3) konnte aufgrund der hier herrschenden Größenverhältnisse (*Ulna*: Länge 250 mm, Stärke 10 mm) nur zur knappen Hälfte in den Knochen verbracht werden. Dadurch befand sich in diesem Fall die Kanülenspitze innerhalb der Epiphyse. Trotz der Größe des Knochens blieb so gut wie kein Kontrastmittel im Knochen! Nur das distale und proximale Ende der *Ulna* ließ jeweils zwei Venenaustrittsstellen erkennen. Die daraus hervorgehenden Gefäße zeichneten sich nur sehr fein ab.

##### **Stockente (*Anas platyrhynchos*)**

Hier kamen zwei weibliche und ein männliches Tier zur Untersuchung. Alle drei Enten waren Altvögel. Der Erpel wies eine Splitterfraktur des rechten Humerus und eines der Weibchen eine Fraktur von Humerus und Radius auf. Bei allen drei Tieren gab es in der Kondylenumgebung zwei venöse Knochenausgänge. Am Übergang vom mittleren zum proximalen Drittel und auf kranialer Seite wurde nur beim Erpel beidseitig und bei einer Ente (nur linke *Ulna*) eine vom Knochen abgehende Vene gefunden. An der proximalen Epiphyse gab es bei den Stockenten eine mit Kontrastmittel gefüllte und von der *Ulna* kommende Vene. Die Ulnalängen betragen bei den weiblichen Tieren ca. 80 mm, beim Erpel waren es 71 mm.

**Habicht (*Accipiter gentilis*)**

Es handelte sich um einen weiblichen Altvogel. Eine ventrolaterale Röntgenaufnahme der linken Elle (Länge 110 mm) wurde ausgewertet. Dabei konnte eine diffuse schwache Verschattung als etwa 2 mm breite 'Spur' des Kontrastmittels im Knochen festgestellt werden. An der proximalen Epiphyse waren zwei und an der distalen Epiphyse drei Gefäßaustrittsstellen nachweisbar. In der Mitte der kranialen Diaphysenseite befindet sich ebenfalls eine derartige Stelle. Die dort sichtbar gewordenen Gefäße waren haarfein bis einen Millimeter stark. Die tiefe und oberflächliche Ulnarvene stellten sich sehr deutlich dar.

**Mäusebussard (*Buteo buteo*)**

Bei diesem adulten Tier wurde an beiden Flügeln die intraossäre Phlebographie durchgeführt. Die Länge der *Ulna* betrug hier 125 mm. Von beiden Knochen ließen sich gleiche Ergebnisse ableiten. Es gab im distalen Bereich außerhalb der *Ulna* eine Kontrastmittelansammlung, die eine Aussage über die dortigen Venen nicht zuließ. Da sich aber dort Solutrast<sup>®</sup> angesammelt hatte, mußte es im Bereich der Kondylen wenigstens einen venösen Ausgang geben. Etwas proximal der Knochenmitte (*Margo cranialis*) zeichnete sich nur sehr fein etwas Kontrastmittel im Knochen und in der anschließenden sehr schmalen Vene ab. An den proximalen Enden konnte je eine Venenaustrittsstelle auf der kaudalen Seite erkannt werden.

**Bleßhuhn (*Fulica atra*)**

Hier konnte nur das Vorhandensein zweier Gefäßaustrittsstellen an der distalen Epiphyse durch kleine Anhäufungen des Kontrastmittels (geplatzte Gefäße an Knochenausgängen) nachgewiesen werden. Kurz danach wurde die Füllung der Venen so gering, daß weitere Aussagen nicht möglich waren. In der distalen Hälfte der linken *Ulna* (67 mm) wurde der Knochenmarkraum zum großen Teil durch Kontrastmittel leicht verschattet.

**Brieftaube (*Columba livia f. domestica*)**

Dieses Tier war ein Jahr alt. Kontrastmittelgefüllte Gefäße und ihre Verbindung zur *Ulna* zeigten sich zweimal distal und einmal am proximalen Ende in der Nähe der Epiphysenfuge. Nur undeutlich und damit nicht sicher gab es eine solche Stelle am *Margo cranialis*, etwa in der Mitte der *Ulna*. Das Ergebnis der in Abschnitt 3.2 beschriebenen Videoaufnahme während einer Solustrastapplikation war ähnlich. Bei dieser Taube sammelte sich das Kontrastmittel vor allem am proximalen Ende der *Ulna*. Es trat auch hier zuerst aus dem Knochen. Als nächstes zeigte sich das Kontrastmittel mittig am *Margo cranialis*, womit die o. g. undeutliche Stelle sicher bestätigt werden konnte. In weniger als einer Sekunde hatte das Kontrastmittel das Herz erreicht. Etwa zur gleichen Zeit zeigte sich auch eine Füllung der *Vena ulnaris superficialis* von distal her.

**Waldohreule (*Asio otus*)**

Dieses Alttier wurde wegen einer nicht heilenden Humerussplinterfraktur euthanasiert. Das Verfahren wurde beidseitig geprüft. Auf der linken Seite (Fraktur) war gleichermaßen wie auf der rechten Seite eine Füllung der abführenden Venen mit Kontrastmittel erkennbar, ebenso eine Ansammlung im Frakturbereich. Erkennbare aus der *Ulna* ziehende Venen gab es zwei im Bereich der proximalen Epiphyse und eine weitere am Übergang zwischen proximalen und mittleren Drittel der *Ulna* auf kranialer Seite. Die *Ulnae* hatten eine Länge von 90 mm.

**Mittelspecht (*Dendrocopus medius*)**

Dieser erst etwa vier Wochen alte Specht wurde 20 Stunden *post mortem* untersucht. In beide Ellen wurde eine Kanüle verbracht. Die Knochen hatten eine Länge von 28 mm und waren weniger als 2 mm stark. Deshalb wurde eine sehr kleine Kanüle (siehe Tab. 3) verwendet. Auf beiden Seiten wurde eine kirschkernegroße Kontrastmittelansammlung im Bereich des Ellenbogens sichtbar. Proximal davon war dann die *V. ulnaris profunda* deutlich sichtbar. Die *V. ulnaris superficialis* war nur ganz schwach zu erkennen, läßt aber einen Knochenausgang für ein Gefäß im Bereich der Kondylen vermuten.

**Buntspecht (*Dendrocopus major*)**

Bei diesem Vogel treffen die beim Mittelspecht getroffenen Aussagen gleichfalls zu. Die Länge der *Ulna* betrug bei diesem Tier 36 mm.

**Nebelkrähe (*Corvus corone cornix*)**

Bei diesem noch recht jungen Tier war in der rechten *Ulna* (bei ventrodorsaler Ansicht) in ihrer ganzen Länge von 63 mm Kontrastmittel erkennbar. Diese mäßige Verschattung nahm mehr als die Hälfte der Knochenbreite ein. In der laterolateralen Aufnahme ist dann aber zu sehen, daß diese `Spur´ direkt an der Kortikalis verläuft und zur proximalen Epiphyse hin breiter wird. Es gab insgesamt vier nachweisbare sehr kleine Venen, die vom Knochen her kommend die großen Flügelvenen versorgten. Je zwei davon an distaler und proximaler Ulnaepiphyse.

**Eichelhäher (*Garrulus glandarius*)**

Von diesem Tier wurde die linke *Ulna* (Länge 45 mm) dieser Phlebographie unterzogen. Es sammelte sich fast kein Kontrastmittel an den Knochenenden, aber außerhalb war entlang der Elle eine Verschattung (20 mm x 6 mm) durch das Solutrast vom Ellenbogen bis zur Mitte der *Ulna* sichtbar. Die *V. ulnaris profunda* wurde distal dieser Kontrastmittelanhäufung sichtbar und ließ sich bis zum Herzen verfolgen. Einziger genauerer Hinweis für einen Gefäßaustritt fand sich im Übergangsbereich des proximalen zum mittleren Drittel des Knochens.

Zusammenfassend soll noch einmal die nachgewiesene Zahl der Venenaustrittsstellen aus der *Ulna* bei den Vogelspezies aufgezählt werden. Die Zahl in Klammern steht für nur sehr wahrscheinliche Verbindungen sehr kleiner Venen mit dem Knochen.

- Habicht 6
- Höckerschwan, Nebelkrähe 4
- Stockente (2), Mäusebussard, Brieftaube (1), Waldohreule 3
- Bleßhuhn 2
- Eichelhäher (1) 1
- Mittelspecht, Buntspecht (2)

## 5 DISKUSSION

### 5.1 Herzfrequenz als Parameter

#### **Wahl der Herzfrequenz**

Für die Nutzung der Herzfrequenz als ein Parameter für die Charakterisierung der Belastung sprechen verschiedene Details. Die Messung der Herzfrequenz gilt als indirekter Nachweis einer streßbedingten Catecholaminfreisetzung (LADEWIG, 1994). Es tritt dabei eine sehr kurze Latenzzeit zwischen Einwirkung des Stressors und der Reaktion in Form der erhöhten Herzfrequenz auf. Die Nutzung der Herzfrequenz als vegetativ beeinflusste Größe ist daher auch gut geeignet, um die Belastung durch Injektionsmethoden vergleichen zu können. Der Versuchsaufbau für diesen Vergleich und die angewandte Methode der Untersuchung sollen selbst keine Belastung verursachen (LADEWIG, 1994). Mit der Nutzung der non-invasiven Methode der EKG-Ableitung wurde dieser Voraussetzung Rechnung getragen. Die Anzahl der Versuchstiere konnte aufgrund der gewählten Bedingungen gering gehalten werden.

#### **Voruntersuchung**

Während der klinischen Voruntersuchung wurden die Tauben fixiert. Bei den Versuchen erfolgte jedoch keine Fixierung. Vergleicht man die an den fixierten Tauben (Voruntersuchung) gewonnenen Herzfrequenzwerte mit den Herzraten der im Versuch unfixierten Tauben (Tab. 5, 6 und Tab. 7), so zeigen sich beachtliche Unterschiede. Bei allen Tauben war die höhere Herzrate in der Voruntersuchung zu finden. Dabei wurden Herzfrequenzen von 180 bis 310 bpm ermittelt. Im Durchschnitt waren es 242 bpm (Tab. 5). Damit besteht eine Differenz von 80 bpm zwischen den Werten der Voruntersuchung und denen im Versuch. Auffällig ist allerdings Taube Nr. 5 der Methode A, die als einziger Vogel eine um 12 bpm niedrigere Herzfrequenz in der Voruntersuchung aufwies als im Versuch. Die stärkste Abweichung wurde bei den

Tauben Nr. 4 und 6 (Methode A) mit 166 bpm und 170 bpm dokumentiert. RÜTHER (1998) gibt für ihre Versuche ebenfalls diese Differenz zwischen Vor- und Hauptuntersuchung an. Zu bemerken ist, daß die Autorin tatsächliche Ruheherzfrequenzen mit denen ihrer Voruntersuchungen verglichen hat, und es sich in der Mehrzahl um weibliche Tiere handelte. In der vorliegenden Arbeit wurden dagegen relativ ruhige Herzfrequenzen in Form des Ausgangs- und Endwertes zum Vergleich genutzt und nur männliche Tauben untersucht. Bei der Auswertung eines Tauben-EKGs einer klinischen Untersuchung sollte also beachtet werden, daß fixierte Tauben dabei eine höhere Herzfrequenz aufweisen. Eine genauere Übersicht liefert dazu Tabelle 1.

### **Einzeltierbetrachtung**

Die Einzeltierbeschreibung im Ergebnisteil erfolgte, um alle Informationen über das individuelle Verhalten der Tauben, technische Schwierigkeiten und tierärztlichen Eingriff vorzustellen. Wie aus dem Literaturteil (Tab. 1) hervorgeht, können relativ große Unterschiede in der Herzfrequenz auch unter Ruhe- und standardisierten Bedingungen auftreten.

Die gewählten 15-Sekunden-Intervalle nach Handlingende geben eine Auskunft über die Herzfrequenz zum Zeitpunkt nach einer und nach vier Minuten. Diese Abschnitte sind empirisch festgesetzt worden. Mit besagten Werten läßt sich abschätzen, wie stark das Absinken der Herzfrequenz nach dem Handling ist. Sie charakterisieren also das Nachlassen der Belastung.

### Methode A

Zusammenfassend für Methode A kann gesagt werden, daß im allgemeinen ein Absinken der Herzfrequenz auch schon während länger dauerndem Handling vorlag. Der am Schluß gemessene Zehn-Sekunden-Wert betrug im Mittel 256 bpm. Methode B hingegen wies dabei 315 bpm auf. Der Unterschied von 59 bpm läßt sich theoretisch mit der relativ kurzen Handlingdauer bei Methode B erklären. Diese Tiere hatten für eine Adaptation an das Handling (wenn auch nur in geringem Umfang) nicht genug Zeit. Die Tauben der Methode A erreichten beim 60 s-Wert 183 bpm und vier



Minuten nach dem Handling 179 bpm. Das heißt, nach einer Minute sank die Herzfrequenz wie auch bei der intraulnaren Methode um etwas mehr als 70 bpm, wobei ein Unterschied in der Höhe der Frequenzen von 61 bpm gefunden wurde. Beim 240 s-Wert, also nach weiteren drei Minuten, lag die Herzfrequenz nur 4 bpm niedriger.

Wichtig für die Diskussion der beiden letztgenannten Werte dieser Methode ist der Einfluß von Taube Nr. 5 auf die Mittelwerte. Sie stellte mit außergewöhnlich hohen Herzfrequenzen über den ganzen Versuchszeitraum eine individuelle Ausnahme dar. (vgl. Tab. 6). Außer bei dieser Taube Nr. 5 klang bei allen anderen Tauben der intravenösen Injektion die Belastung schon nach einer Minute weitestgehend ab.

Ausnahmen von der stetig abnehmenden Herzfrequenz nach Handlingende gab es insgesamt bei dieser Methode sechsmal. Das war fünfmal in Form einer Herzfrequenzerhöhung um nur wenige bpm und einmal um 50 bzw. 30 bpm (Taube 5, 2. Tag, 60 s- bzw. 240 s-Wert). Als eine Ursache kann die besonders lange Dauer des Handlings dafür angeführt werden. Teilweise lag aber auch zufällig eine höhere Herzfrequenzperiode zu diesen festgelegten 15-Sekunden-Intervallen vor.

#### Methode B

Bei Taube Nr. 1 ist am ersten Tag die Herzfrequenz beim 60 s-Wert um 26 bpm gestiegen, ausgehend vom Wert der letzten zehn Sekunden des Handlings an diesem Tag. Nach vier Minuten lag die Herzfrequenz sogar bei 232 bpm. Ein Anstieg der Herzrate war bei dieser Methode nur noch beim 240 s-Wert (auf 272 bpm gegenüber 258 bpm der letzten zehn Sekunden) bei Taube Nr. 4 am fünften Tag zu verzeichnen. Eine Ursache konnte dafür nicht gefunden werden.

Letzteres gilt auch für den zweiten Tag Taube Nr. 2 betreffend. Als letzter Wert des Handlings wurden dabei 464 bpm gemessen sowie eine und vier Minuten danach immer noch sehr hohe Herzfrequenzen von 460 bpm bzw. 468 bpm. Für diesen Fall betrug der Endwert 297 bpm. Bei allen anderen Einzelversuchen sank die

Herzfrequenz mehr oder weniger kontinuierlich. Alle 36 Einzelversuche dieser Methode zusammen ergaben ein Absinken der Herzfrequenz nach dem Handling um 71 bpm nach einer bzw. 104 bpm nach vier Minuten.

Besonders stark nahm die Herzrate bei Taube Nr. 2 am dritten Tag ab. Wie am Vortag waren am Handlingende 464 bpm gemessen worden. Nach 60 Sekunden aber lagen die Werte bei 212 bpm und nach vier Minuten bei 168 bpm und damit schon in der Nähe des Endwertes von 152 bpm. Das heißt, nach vier Minuten hatte sich das Tier beruhigt und schon nach einer Minute sank die Herzfrequenz um über die Hälfte. Ähnlich war es am ersten Tag bei Taube Nr. 5. Ausgehend von 414 bpm waren nach 60 Sekunden 154 bpm und nach 240 Sekunden 140 bpm erreicht (Endwert 128 bpm).

Fast die Hälfte der 240 s-Werte aller Einzelversuche dieser Methode (16 von 36) wies eine Herzfrequenz über 200 bpm auf. Es läßt sich die Aussage machen, daß im Vergleich zu den Ausgangs- und Endwerten (vgl. Tab. 8) vier Minuten nach der intraulnaren Injektionsmethode immer noch eine gewisse Belastung vorhanden war. Nach welcher Zeit die Belastung nach dem Handling vorüber ist, sollte in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

Für den bei der intraulnaren Methode 'zu großen' Flächenwert von über 1,15 Millionen bpm\*s bei Taube Nr. 6 am dritten Tag (vgl. Tab. 11, Anhang) ist unter anderem eine über das gesamte Handling anhaltende hohe Herzfrequenz (vgl. Ergebnisse S. 42) verantwortlich. Die Applikation bereitete an diesem Tag bei dieser Taube Schwierigkeiten. Dieser Sachverhalt hat zu einem längeren Handlungszeitraum geführt. Außerdem wurde an diesem Tag festgestellt, daß der Kanülenkonus stärker abgewinkelt war. Ein möglicher Grund dafür kann eine mechanische Einwirkung durch plötzliches Erschrecken mit Fluchtversuch gegen Käfigwand oder -gitter gewesen sein. Damit solche Ereignisse eine Ausnahme bleiben, sollte bei der Haltung eines manipulierten Vogels wie auch beim Handling größte Sorgfalt bei der Fixierung des Flügels geübt werden (COOPER, 1994). Nach Beendigung der Versuche sind die *Ulnae* aller Tauben für histologische Untersuchungen entnommen worden. Dabei

wurde bei Taube Nr. 6 festgestellt, daß die betreffende Unterarmmuskulatur grau-grünlich verfärbt und verschwartet war (Nekrose). Es ist zu vermuten, daß am dritten Tag vor Versuchsbeginn die Kanülenspitze aus der Ulnadiaphyse getreten ist, dadurch Knochengewebe die Kanüle verlegte und die Applikation des Doxycyclin erschwerte. An den folgenden Versuchstagen wurde das Antibiotikum sehr wahrscheinlich paraulnar injiziert, daher die Nekrose. Diese Annahme wird noch verstärkt, da sich die Injektion an den Tagen vier und fünf fast ohne Widerstand gegenüber dem ausgeübten Druck durchführen ließ. Alle anderen Tauben der intraulnaren Injektionsmethode wiesen keine derartige Besonderheiten auf.

Die Applikation wurde bei Methode B immer nach einer Spülung der im Knochen verbliebenen Kanüle durchgeführt. Damit sollten die Verlegung mit Gewebeteilchen unterdrückt bzw. Blutkoagula gelöst werden. Obwohl nun die Spülungen mit heparinversetzter NaCl-Lösung (0,3 ml) durchgeführt wurden, ist an den letzten drei Tagen aufgefallen, daß hin und wieder ein etwas größerer 'Kraftaufwand' für die Injektion nötig war. Für Taube Nr. 3 und Nr. 6 traf das an keinem Tag zu. Die durchschnittliche Dauer des Handlings lag bei Methode B bei 131 Sekunden. Dieser Zeitraum für die neun Fälle schwer durchführbarer Injektionen war im Mittel 140 Sekunden und damit 9 Sekunden länger. Der 'Kraftaufwand' bei einer Injektion und die daraus resultierende zeitliche Änderung stellten also einen bestimmenden Faktor für die Dauer des Handlings dar. Weitere Einflußfaktoren sind im anschließenden Methodenvergleich aufgezählt.

### **Versuch**

Im Versuchsteil wurde zur Bewertung der Belastung zum einen die Erhöhung der Herzfrequenz bestimmt. Zum anderen war es wichtig, die Zeitdauer dieser durch das Handling hervorgerufenen höheren Herzfrequenzen zu bestimmen. Deshalb wurden beide Parameter (Herzfrequenz und Zeit) gemeinsam betrachtet. Daraus ergab sich ein Produkt, welches sich als Fläche darstellen ließ (vgl. S. 30). Diese Fläche war Berechnungsgrundlage für die statistisch angewandten Verfahren. Durch die

Berechnung von Ausgangswerten war es möglich, die individuellen Herzfrequenzen jeder Taube zu charakterisieren und vergleichen zu können.

Damit die im Modell störenden extrem hohen Werte nicht zu einer Fehlbeurteilung der Originalwerte und ihrer arithmetischen Mittel führten, sind die Ergebnisse der Zielgröße transformiert worden. Die schiefe Verteilung konnte so mehr symmetrisch dargestellt werden. Außerdem wurde der gegenüber auffallend hohen oder niedrigen Werten robuste Median zur Beurteilung herangezogen (LORENZ, 1988).

Im folgenden soll die Signifikanz der Variable Tag besprochen werden. In Anlehnung an Abbildung 12 wird deutlich, daß es Unterschiede an den Versuchstagen gab, aber diese bei beiden Methoden etwa gleich ausfielen. Diese Variable konnte über verschiedene Faktoren Einfluß auf beide Methoden ausüben. Dazu gehören die den Versuch durchführenden Personen und sehr wahrscheinlich auch der Klinikrhythmus. Am Beispiel der Tage eins und vier wird das erläutert.

Die beiden Personen wechselten sich an den ersten beiden Tagen sowohl mit der Injektion in beiden Taubengruppen als auch mit der Fixierung der Tauben ab. Am Versuchstag mit der Narkose und dem darauffolgenden (1.) Tag kam eine gewisse Einarbeitung hinzu. Von Abbildung 12 ausgehend wurde dabei die Methode A eher benachteiligt bzw. Methode B bevorteilt. Auch das könnte ein Hinweis für die Stabilität der intraulnaren Technik sein (vgl. auch Seite 48). Ab dem zweiten Tag fixierte immer nur ein und dieselbe Person die Tauben, während die andere die Injektion durchführte. Da die jeweilige Methode auf den Tag bezogen keine Interaktion ergab (Abb. 12, relativ parallel verlaufende Kurven), kann man sagen, daß jede Person jede Methode immer gleich gut bzw. gleich schlecht anwenden wird. Ein von der Person ausgehender positiver Effekt an einem bestimmten Tag hat also immer bei beiden Methoden einen positiven Einfluß auf die Herzfrequenz und damit auf die Belastung.

Tag vier war ein Sonntag. Alle anderen Versuchstage waren Arbeitstage, an denen der Klinikrhythmus bei beiden den Versuch durchführenden Personen zu einem beeinflussten Versuchsablauf führte. Es ist anzunehmen, daß sich das auch bei den Tauben bemerkbar machte. Eine gewisse Adaptation der Tiere an eine Person und deren Handling kann nicht ausgeschlossen werden (HARTMANN, 1994). Allerdings ist diese Gewöhnung nicht überzubewerten, denn der Versuch wurde ja nur jeden fünften Tag durchgeführt. Am vierten Versuchstag waren die Dauer des Handlings, der 60 s-Wert und der 240 s-Wert am niedrigsten. Der sonst vorhandene Geräuschpegel war an diesem Sonntag sehr niedrig und das Arbeiten weitestgehend unbeeinflusst. Die beschriebenen Bedingungen lassen allerdings eine bessere Vergleichbarkeit mit einer Kleintiersprechstunde zu, als es mit 'sterilen' Laborverhältnissen möglich gewesen wäre.

## **5.2 Methodenvergleich**

Die Arbeitshypothese 'es gibt einen Unterschied zwischen beiden Injektionsmethoden und dabei ist die intraulnare Injektion weniger belastend als die intravenöse Injektion' konnte nicht widerlegt werden. Es ist sogar mit großer Sicherheit nachgewiesen worden, daß unter den Voraussetzungen der vorliegenden Untersuchung der intraulnaren Injektionstechnik der Vorzug zu geben ist. Es sei aber noch einmal darauf hingewiesen, daß sich die Tauben nach Handlingende bei der intravenösen Methode scheinbar schneller erholten. Ihre Herzfrequenz war nach etwa einer Minute schon auf Werte gesunken, denen man keine größere Belastung zuordnen konnte. Für Methode B gilt das nach vier Minuten erst für 20 von 36 Einzelversuchen.

Da diese beiden Methoden der Injektion im Rahmen dieser Arbeit nur an Tauben verglichen werden konnten, darf die Übertragung der Ergebnisse auf andere Vogelspezies nicht unkritisch erfolgen. Durch die relativ große Sicherheit des Unterschiedes beider Methoden kann man aber davon ausgehen, daß die Anwendbarkeit der intraulnaren Injektion bei anderen Vogelpatienten gerechtfertigt ist. Aus eigenen Untersuchungen geht auch hervor, daß Ulnalängen von 28 bis 250 mm

und Durchmesser von 2 bis 10 mm kein Problem für die Durchführung der Technik darstellen, wenn entsprechende Kanülengrößen gewählt werden.

### **Intravenöse Injektion**

Die Abnahme von am Flügel befestigten Tupfern am Ende von Abschnitt III eines Versuches gehörte nicht zum standardisierten Handling, weil nicht alle Einzelversuche bei Methode A ein solches Vorgehen verlangten. Insgesamt mußte elfmal aufgrund ungenügender Blutstillung während des Handlings ein Tupfer am Flügel befestigt werden. Dieser verblieb dort bis zum Ende des betreffenden Einzelversuches. Ein erneutes 'in die Hand nehmen der Taube' zur Entfernung des Tupfers dauerte durchschnittlich 43 Sekunden. Dabei wurden noch einmal Herzraten von durchschnittlich 344 bpm gemessen. In Relation zu den Endwerten ergeben sich erneut Flächenwerte für die Belastung. Insgesamt wäre bei Berücksichtigung dieses Sachverhaltes der Produktmittelwert aus Herzfrequenz und Zeit bei Methode A um 14.219 bpm\*s größer und damit von 601.706 bpm\*s auf 615.925 bpm\*s gestiegen. Das bedeutet, daß die Methode A (intravenöse Injektion) in diesem gewählten Versuchsmodell bevorteilt wurde. Der Unterschied zwischen beiden Verfahren der Injektion kann also als etwas größer angesehen werden.

Es stellt sich für diese Methode die Frage, warum die Dauer des Handlings so verschieden war. Obwohl alle Arbeitsgänge nach einem Schema (siehe 3.3.4) ausgeführt wurden, waren Zeiten zwischen 180 Sekunden und 435 Sekunden aufgezeichnet worden. Faktoren dafür waren die 'Venensuche' und das Anstauen von Blut in der *V. ulnaris*. Auch das Fixieren von Venen und das Zielen auf die Punktionsstelle stellt einen, wenn auch geringen, zeitlichen Faktor dar. Auch der Wechsel des Flügels nach eventuellem Mißerfolg der Punktion kostet Zeit, ist aber durch Gegenwehr des Vogels in unpassenden Momenten nicht auszuschließen gewesen. Entscheidend für die Dauer des Handlings ist aber das Stoppen der Blutung an der Punktionsstelle bzw. das Verhindern eines Hämatomes mittels Aufdrücken eines Tupfers. Ein Vogel, dessen Blutgerinnung schlecht ist, stellt den Tierarzt vor die Wahl, das Tier mit am Flügel befestigten Tupfer aus der Hand zu geben oder Tier und

Tupfer, meist noch in Rückenlage, zu fixieren. Im ersteren Fall muß ein erneutes Ergreifen des Vogels eingeplant werden und wie die Untersuchungen zeigten, steigt dabei die Herzfrequenz wiederum deutlich an (siehe oben).

### **Intraulnare Injektion**

Für den Einsatz dieser Injektionsmethode ist unbedingt die Indikation zu beachten. Die Narkose für das initiale Einbringen der Kanüle in den Knochen für die intraulnare Injektion ist nicht gerechtfertigt, sofern nur eine einmalige Injektion in die Vene erfolgen muß. Sobald aber mehrere Injektionen und auch in kürzeren Abständen für eine Therapie nötig sind, ist die intraulnare Technik zu bevorzugen. Das kann zum Beispiel die Flüssigkeitszufuhr beim Schockpatienten betreffen oder wenn aus anderen Gründen die intravenöse Applikation nicht bzw. nicht mehrmals durchführbar ist. Eigene praktische Erfahrungen außerhalb dieser Arbeit zeigten, daß eine Narkose beim Vogel-Schockpatienten nicht zwingend erforderlich ist.

### **Fixierung des Flügels**

Bei Methode A muß der Flügel gestreckt und der Vogel in Rückenlage sein. Flügel und Taube werden dann zur Venenpunktion von einer zweiten Person fixiert. Möglich, aber bei diesen Versuchen nicht durchgeführt, ist auch eine Narkose des Vogels mit anschließender Fixierung des Flügels auf einer Unterlage durch ein gewebefreundliches Klebeband. Wenn mehrmalige Injektionen durchgeführt werden sollen, ist davon abzuraten.

Bei der intraulnaren Methode erfolgt nur das initiale Einbringen der Kanüle in den Knochen unter Narkose. Deshalb ist dafür eine zweite Person zum Fixieren von Vogel und Flügel nicht erforderlich. Zu weiteren Injektionen muß dann nur noch das Tier gehalten werden. In Bezug auf die Abbildung 2 und den Punkt 3.2.2 bleibt festzustellen, daß für die vorliegenden Untersuchungen von der in der Literatur angegebenen Möglichkeit zur Flügelfixation bei intraulnarer Technik abgewichen wurde. Ebenso wie RITCHIE (1990) beschrieb, wurde auch bei QUESENBERRY und HILLYER (1994) der entsprechende Flügel von kaudal her und sehr weit proximal an

der *Ulna* und am Ellenbogengelenk fixiert. Der Autor dieser Arbeit zog es vor, die *Ulna* etwa in der Mitte mit Daumen und Mittelfinger von kranial aus zu fixieren. So bestand die Möglichkeit, den Zeigefinger zur Palpation von *Os carpi radiale* und *Sulcus intercondylaris* sowie auch als Führung für die Kanüle zu benutzen.

### **5.3 Mögliche Einflüsse**

#### **Versuchsmanagement**

Die Versuche wurden in einem Raum der Klinik und Poliklinik für Kleine Haustiere (Fachbereich Veterinärmedizin, FU Berlin) durchgeführt. Es handelte sich um eine nicht belegte Hundestallabteilung, welche für den Versuch und die Taubenhaltung eingerichtet worden waren. Futter und Wasser wurden täglich am frühen Vormittag erneuert. Von Montag bis Sonnabend kam es durch den Klinikbetrieb zu einer Erhöhung des Geräuschpegels im Hintergrund. Weiterhin ist der Versuchsraum zu unterschiedlichen Zeiten auch vom Klinikpersonal betreten worden. Diese Störung hatte gleichfalls einen Anstieg des Geräuschpegels zur Folge. Es ist daher anzunehmen, daß diese zufälligen bzw. ständigen Störungen einen möglichen Zeitgebereffekt unterdrückten, der durch das Betreten des Raumes seitens des Versuchsleiters denkbar wäre. Zu einer Adaptation der Tiere an den Versuchsablauf kann es durch den zeitlichen Abstand der Injektionen (fünf Tage) ebenfalls nicht oder nur in geringem Maße gekommen sein.

Während der Aufzeichnung eines Elektrokardiogrammes kam es manchmal auch zum Loslösen einer Elektrode, welche dann sofort wieder an der Taube angebracht wurde. In allen Fällen technischer Schwierigkeiten wurde die Aufzeichnung des Elektrokardiogrammes verlängert. Der Einfluß auf die Ausgangs- oder Endwerte kann deshalb vernachlässigt werden. Im Abschnitt Handling waren, wie schon in Punkt 3.3.5.2 erläutert, EKG-Aufzeichnungen zum Teil nicht auswertbar. Oft waren das nur wenige, im längsten Fall aber vierzig Sekunden (entspricht vier Werten). Diese fehlenden Herzfrequenzwerte, sofern es nicht die ersten betraf, sind linear interpoliert



worden. Die ersten fehlenden Werte sind, indem sie den zweiten gleichgesetzt wurden, ebenfalls auf einfache und nachvollziehbare Weise gebildet worden. Mathematische Berechnungen für die Ergänzung solcher fehlenden Werte würden für diese zehn Sekunden auch nur eine wahrscheinliche und keine exakte Herzfrequenz darstellen. Bei der Diskussion der interpolierten Werte ist vor allem daran zu denken, daß diese Werte höher oder auch niedriger sein könnten. Dieser Sachverhalt darf aus folgenden Gründen weitestgehend unberücksichtigt bleiben. Erstens aufgrund des gesicherten Unterschiedes zwischen den Methoden, zweitens waren beide Methoden betroffen, drittens geht es um nur wenige Werte (siehe 4.3.1 und 4.3.2) und viertens ist eine extrem abweichende Herzfrequenz für solche zehn Sekunden sehr unwahrscheinlich. Die leichte Erhöhung der Endwerte gegenüber den Ausgangswerten um etwa 13 bpm läßt darauf schließen, daß die im Abschnitt III enthaltene EKG-Aufzeichnung nicht die gesamte Beruhigungsphase der Tiere nach dem Handling beinhaltet.

### **Einzelhaltung/Volierenhaltung**

In der Eingewöhnungszeit wurden alle Tauben nach Gruppen getrennt in Volieren gehalten. Diese Zeit betrug sieben Tage und endete am ersten Versuchstag. Während der 30 Tage des Versuches wurden die Tauben für die intraulnare Methode einzeln in V2A-Stahlkäfigen mit den Maßen 60 cm x 55 cm x 60 cm gehalten. Die sechs Tauben für die Methode A blieben in der Stall-Innenvoliere (Maße: 2,38 m x 0,95 m x 2,10 m). Sicht-, Hör- und Riechkontakt zwischen den Vögeln war möglich. Die Tauben der Methode B hatten untereinander keinen Sichtkontakt, aber zu den Tieren in der Voliere.

Die Einzelhaltung wurde durchgeführt, weil bei jeder Taube der Methode B die Kanüle im Knochen verblieb. Der Flügel war zusätzlich über die ganze Versuchsdauer bandagiert (RITCHIE et al., 1990). Ein Strecken des Flügels war somit nicht möglich. Damit war gewährleistet, daß die Tiere keine Flugversuche (eventuell bei Fluchtverhalten) unternehmen konnten. So war es möglich, die Verletzungsgefahr für diese Tauben zu minimieren.

Die Reihenfolge, mit der die Tauben zu den einzelnen Messungen der Voliere entnommen wurden, war verschieden. Für die Messungen bei der intraulnaren Injektion wurden die Tiere immer in gleicher Reihenfolge aus den Käfigen entnommen. Die Tatsache, daß es bei der intravenösen Injektion keine Reihenfolge dabei gab, ist eher vernachlässigbar. Diese Aussage wird durch die gewonnenen Ausgangswerte unterstützt (vgl. Tab. 6 und 7). Die Tauben für Methode B sind einzeln gehalten worden. Deshalb war die Beunruhigung der anderen Tauben beim Herausnehmen einer Taube gering. Bei der Volierenhaltung (Methode A) war das Herausnehmen einzelner Vögel immer mit etwas Aufregung verbunden. Die Ausgangswerte lagen aber nicht, wie man erwarten würde, über denen der Methode B, sondern um 7 bpm niedriger. Soziale Interaktionen aggressiver Natur (RÜTHER, 1998) sind entweder bei den Tauben in der Voliere in nur geringem Umfang aufgetreten oder hatten bei den EKG-Aufzeichnungen in der Dunkelbox keinen bzw. sehr geringen Einfluß.

Innerhalb der klinischen Untersuchung erfolgte fünf Tage vor Versuchsbeginn die Gewichtsermittlung der Tauben. Anhand der dort ermittelten Körpermasse wurde die Dosis des Antibiotikums Doxycyclin berechnet. Zur Kontrolle und Neuberechnung der zu injizierenden Dosis sind alle Tauben auch in der Mitte des Versuchszeitraumes gewogen worden (siehe Abb. 3). Nach dem letzten Versuchstag wurden die Körpermassen der Tiere noch einmal ermittelt. Das durchschnittliche Gewicht aller Tauben sank um 50 g von 536 g vor Versuchsbeginn auf 486 g nach 35 Tagen (siehe Tab. 10). In der Gruppe für Methode A (Volierenhaltung) verloren die Tauben durchschnittlich 48,3 g ihres Körpergewichtes gegenüber 51,7 g bei den Tieren für Methode B (Einzelhaltung). Die unterschiedliche Haltung beider Gruppen scheint dabei unbedeutend zu sein. Der Verlust der Körpermasse läßt sich eher mit der siebenmaligen Doxycyclinapplikationen und ihrer Folge für den Stoffwechsel erklären.

**Doxycyclin/Psittacosetherapie**

Die Frage nach der Belastung, die ein Vogel im Rahmen der intravenösen und intraulnaren Injektion erfährt, war Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit. Außerdem ging damit die Frage nach der Verträglichkeit der Kanüle und eines Medikamentes im Knochen einher. Physiologisch und anatomisch interessierte die Verweildauer und der Verweilort eines applizierten Mittels im Knochen sowie der Weg eines Medikamentes in den Kreislauf (siehe 5.4). Mit der hier angewandten Psittacosetherapie war die Möglichkeit gegeben ein Medikament mehrmals denselben Tieren zu verabreichen. Es wurde eine siebenmalige Doxycyclinapplikation (siehe 3.3.1) innerhalb von 30 Tagen vorgenommen. Die Anzahl der Applikationen und die Dauer der Therapie leiteten sich für diese Versuche von verschiedenen Literaturangaben ab und stellten eine mittlere Behandlungsdauer dar. RÜBEL und ISENBÜGEL (1998) geben für Psittaciden eine neunmalige Injektion im Abstand von je fünf Tagen an. Bei Tauben wird eine Doxycyclinapplikation fünfmal im Abstand von fünf Tagen angegeben (LÜTHGEN, 1984). Die Dosierung betrug in der vorliegenden Arbeit 75 mg/kg Körpergewicht, wie auch so von den o. g. Autoren beschrieben.

Der Abstand und die Dauer, die die Chlamydiatherapie für die Doxycyclinapplikation vorschreibt, war für oben genannte Fragestellungen von Vorteil. Zum einen für die Belastungsmessung in der vorliegenden Arbeit. Die Tauben konnten sich nicht an die Durchführung der Prozedur gewöhnen. Zum anderen auch für den histologischen Nachweis eventueller Veränderungen in der *Ulna* (Thema einer zweiten Arbeit), wofür eher die Dauer der Untersuchungen wichtig war. Eine längere Anwendung dieser oder anderer Therapien war aus tierschutzrechtlichen Gründen nicht möglich (§ 9 Tierschutzgesetz, 1998), hätte aber mit Sicherheit für beide Arbeiten weitere interessante Informationen geliefert.

---

#### **5.4 Intraossäre Phlebographie**

Bei der Bewertung der Ergebnisse der intraossären Phlebographie ist zu beachten, daß oft nur ein Vogel je aufgeführter Tierart untersucht und ausgewertet werden konnte. Deshalb sind die im letzten Abschnitt des Punktes 4. 4 angegebenen Venenaustrittsstellen als erster Hinweis für anatomische Beschaffenheiten zu betrachten und nicht generell für diese Spezies zu verallgemeinern. Röntgenologisch konnten außerdem nur jene Gefäße dargestellt werden, welche genügend Kontrastmittel beinhalten. Die kleinsten auf den Röntgenbildern sichtbaren Venen zeigten dort einen Durchmesser von etwa 0,2 mm. Gefäße mit einem geringeren Durchmesser konnten mit dieser Methode nicht erfaßt werden. Entsprechend der dritten Aufgabestellung wird festgestellt, daß keine Venenaustrittsstellen nach der Literatur benannt werden konnten. Für eine anatomische Benennung dieser Venenaustritte aus der *Ulna* müßten weitere Versuche erfolgen.

Der Zeitpunkt der Aufnahme eines Röntgenbildes lag gegen Ende aber noch innerhalb der Solustrastapplikation. Bei der Auswertung der Röntgenaufnahmen wurde auch an eine retrograde Füllung verschiedener Gefäße gedacht. Diese Möglichkeit bestätigte sich aber bei der Auswertung der entsprechenden Videoaufzeichnung nicht. Die Reihenfolge mit der das Kontrastmittel bei den Übergängen aus der *Ulna* in die Venen trat, war eindeutig (siehe Ergebnisse S. 54).

Die Erkenntnis, daß in der Regel keine größeren Mengen des Kontrastmittels im Knochen und somit im Knochenmark verblieben, ist ebenfalls von Bedeutung. Es ist somit erwiesen, daß eine Injektion in das Knochenmark keinen Speichereffekt für eine allmähliche Abgabe von injizierten Substanzen besitzt.

### **Schlußbemerkung**

Ein Vergleich der intravenösen und intraossären Injektionsmethode hinsichtlich ihrer Belastung für die Taube, spricht für eine geringere Belastung bei Anwendung der intraulnaren Methode. Das zeigte sich eindeutig in dem ermittelten Faktor von 2,7. Damit ist die Belastung für die Tiere bei der intraulnaren Injektion fast dreifach geringer gewesen. Aus der Einzeltierbeschreibung ist ersichtlich, daß der Zeitaufwand und die Herzfrequenzänderung vom methodischen Vorgehen abhängen.

Bei der interossären Phlebographie hat sich gezeigt, daß es einige Venenaustrittsstellen aus dem Knochen gibt, diese in der Literatur aber nicht beschrieben sind. Eine detaillierte anatomische Bezeichnung bzw. Zuordnung bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Es konnte mittels Video nachgewiesen werden, daß eine Speicherung von applizierten Arzneimitteln nicht erfolgt, so daß die Ausflutung von Infusionsflüssigkeit aus dem Knochen mit der bei venöser Injektion vergleichbar ist.

Für die Praxis kann daher die Anwendung der intraossären Injektion empfohlen werden, wenn die Indikation für wiederholte Applikationen in das venöse Gefäßsystem besteht.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

Aus der Literaturlauswertung ergab sich zum einen, daß eine große Zahl von Vogelpatienten behandelt werden muß. Zum anderen war deutlich, daß diese tierärztlichen Manipulationen eine Belastung für das Tier darstellen. Daher ist es sinnvoll, Behandlungsmethoden auf ihre Belastung für das Tier zu prüfen und zu vergleichen. In dieser Arbeit ist die intravenöse mit der intraulnaren Injektionsmethode verglichen worden. Als empfindlicher Belastungsparameter wurde die vegetativ beeinflusste Herzfrequenz ausgewählt.

Für diese Arbeit wurden 12 klinisch gesunde Tauben (*Columba livia f. domestica*) in Gruppen zu je 6 Tieren aufgeteilt. In beiden Gruppen wurde siebenmal parallel über 30 Tage eine Doxycyclinapplikation durchgeführt. In einer Gruppe erfolgte das mit der intravenösen Injektionsmethode und in der anderen Gruppe mit der intraulnaren Injektionstechnik. Über ein Radiotelemetriesystem wurde bei den 36 Einzelversuchen jeder Methode ein Elektrokardiogramm zur Ermittlung der Herzfrequenz aufgezeichnet. Neben Ausgangs- und Endwertbestimmung der Herzfrequenz sind die Herzfrequenzerhöhung und der zugehörige Zeitraum für jede Methode ermittelt worden.

Das Handling der Tiere beider Methoden wurde standardisiert. Der Zeitraum umfaßte dafür bei der intravenösen Methode  $266 \text{ s} \pm 21 \text{ s}$  (arithmetischer Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) mit einer Erhöhung der Herzfrequenz um 79 bpm. Bei der intraulnaren Injektionsmethode wurde in einem Zeitraum von  $131 \text{ s} \pm 24 \text{ s}$  eine durchschnittliche Herzfrequenzerhöhung von 113 bpm gemessen.

Die Belastung, die von der jeweiligen Methode ausging, wurde aus der Beziehung zwischen der Dauer des Handlings sowie der auftretenden Herzfrequenzänderung ermittelt und zwischen beiden Methoden verglichen. Die für jeden Einzelversuch gewonnenen Werte, Flächenmaße aus Herzfrequenz und Zeit (bpm\*s), wurden

statistisch analysiert. Das Ergebnis zeigte eine dreifach höhere Belastung für die Tauben der intravenösen Injektionsmethode.

Bei elf Vogelspezies wurde eine intraossäre Phlebographie der *Ulna* durchgeführt. Es konnten zwei bis sechs Venenausstrittsstellen aus der *Ulna* gezählt werden, die in der Literatur nicht benannt sind.

Eine Speicherung des injizierten Arzneimittels im Knochenmark wurde nicht nachgewiesen, so daß die Ausflutung des Medikamentes den therapeutischen Anforderungen entspricht bzw. mit der venösen Injektion vergleichbar ist.

Die Anwendung der intraossären Injektion kann dem Praktiker über die empirische Anwendung hinaus, wissenschaftlich abgesichert, empfohlen werden, wenn die Indikation für wiederholte Applikationen in das venöse Gefäßsystem besteht. Die sehr gute Möglichkeit des statistischen Vergleiches beider Injektionsmethoden und der berechnete Faktor geben hierfür ausreichend Sicherheit.

## **7 SUMMARY**

### **Comperative anatomical and physiological examination of intraulnar and intravenous injection in birds**

From the literature it appeared that on the one hand a large number of bird patients must be treated, and on the other hand these veterinary manipulations represent a stress for the animal. It is meaningful to check and compare treatment methods for its stress for the animal. In this study intravenous and intraulnar injection methods were compared with each other. As a sensitive stress parameter the vegetatively influenced heart rate was selected.

For this study 12 clinically inapparent pigeons (*Columba livia f. domestica*) were divided into 2 groups of 6 animals each. Doxycyclin-application was executed in

both groups in parallel, seven times over 30 days. 6 pigeons were treated intravenously and 6 pigeons with the intraulnar injection technique.

For the determination of heart rate an electrocardiogram was recorded by means of a radio telemetry system. Initial and final heart rate values were determined in addition to the heart rate increase.

The handling of the animals was standardized for each method. For the intravenous injection method the total manipulation period covered  $266 \text{ s} \pm 21 \text{ s}$  (mean  $\pm$  standard deviation) with heart rate increases of 79 bpm. Using the intraulnar injection method heart rate rised by 113 bpm during a handling period of  $131 \text{ s} \pm 24 \text{ s}$ .

The stress, which resulted from the respective method, was expressed as the area under the curve of heart rate change. The calculated values were statistically analyzed. The results showed a three times higher stress for the pigeons of the intravenous injection group compared to the intraulnar group.

A second part of our investigations was to further elucidate the anatomy of the ulnar venous system. For this purpose an intraosseous phlebography of the ulna was executed in eleven bird species, and two to six points where venes leave the ulna were found. Such structures have not been described in the literature so far.

A reservoir of the injected drug in the bone marrow was not shown, so that the drug does not seem to be stored in the bone and in this respect its transport after injection is comparable with the intravenous injection.

The application of the intraosseous injection is recommended to the practitioner, if repeated injections into the circulation system are needed. Over and above former purely empirical results our experiments gave statistically safe evidence for the pharmacologically sensible and less stressful usage of the intraosseous injection method compared to the intravenous one.



## 8 LITERATUR

ANONYM (1998)

Familien sind die Käufer. Zoologischer Zentralanzeiger (Hrsg.)  
zza-Verlag der Wirtschaftsgemeinschaft Zoologischer Fachbetriebe GmbH  
(6), 61

ANONYM (1999)

Zu schützendes Tier des Jahres 1999: Das Heimtier  
Deutsches Tierärzteblatt 47 (3), 216

AULIE, A. (1972)

Co-ordination between the activity of the heart and the pectoral muscles during  
the flight in the pigeon  
Comp. Biochem. Physiol. A 41, 43 - 48

ANDERSON, R.S., EDNEY, A.T.B. (1994)

Handling bei Nutz- und Haustieren. Anderson, R.S., Edney, A.T.B. (Hrsg.)  
Gustav Fischer Verlag Jena Stuttgart

BAUMEL, J.J. (1979)

in: Nomina Anatomica Avium. Baumel, J.J., King, A.S., Lucas, A.M.,  
Breazile, J.E., Evans, H.E. (Hrsg.) Academic Press Inc. London New York  
Toronto Sydney San Francisco, 72, 116, 404

BITTNER, H. (1927)

Die Anatomie der zur Blutentnahme geeigneten Stellen beim Hausgeflügel  
Berl. Tierärztl. Wochenschr. 43, 568 - 571

BOLTON, T.B. (1967)

Intramural nerves in ventricular myocardium of domestic fowl and other animals

Br. J. Pharmacol. Chemother. 31, 253

BOUVEROT, P., HILDWEIN, G., OULHEN, P. (1976)

Ventilatory and circulatory oxygen convection at 4000 m in pigeon at neutral or cold temperature

Respir. Physiol. 28, 371 - 385

BUCHANAN, F. (1909)

The frequency of the heart-beat and the form of the electrocardiogram in birds

Proc. Physiol. Soc. J. Physiol. 38, lxii - lxvi

BUTLER, P.J., TAYLOR, E.W. (1974)

Responses of the respiratory and cardiovascular system of chickens and pigeons to changes in Pa<sub>O<sub>2</sub></sub> and Pa<sub>CO<sub>2</sub></sub>

Respir. Physiol. 21, 351 - 363

BUTLER, P.J., WEST, N.H., JONES, D.R. (1977)

Respiratory and cardiovascular responses of the pigeon to sustained, level flight in a wind-tunnel

J. Exp. Biol. 71, 7 - 26

CANNON, W.B. (1928)

zitiert nach: Döcke, F., Kemper, A. (1994)

in: Veterinärmedizinische Endokrinologie. Döcke, F. (Hrsg.) Gustav Fischer

Verlag Jena Stuttgart, 369

COHEN, D.H., MC DONALD, R.L. (1971)

Some variables affecting orienting and conditioned heart-rate responses in the pigeon

J. Comp. Physiol. Psychol. 74, 123 - 133

COLES, B.H. (1997)

AIDS to Diagnosis

in: Avian Medicine and Surgery. Coles, B.H. (Hrsg.) Blackwell Science Ltd.

45 - 46

COOPER, J.E. (1994)

Zier-, Zoo- und Wildvögel

in: Handling bei Nutz- und Haustieren. Anderson, R.S., Edney, A.T.B. (Hrsg.)

Gustav Fischer Verlag Jena Stuttgart, 168 - 178

DELIN, H., SVENSSON, L. (1998)

Vögel - Der große Kosmos-Naturführer. Delin, H., Svensson, L. (Hrsg.)

Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co Stuttgart

DÖCKE, F. (1994)

Funktionsstörungen der endokrinen Drüsen

in: Klinische Pathologie der Haustiere. Hartmann, H., Meyer, H. (Hrsg.)

Gustav Fischer Verlag Jena Stuttgart, 433 - 449

EVANS, E.H. (1996)

Anatomy of the budgerigar and other birds

in: Disease of Cage and Aviary Birds. Roskopf, W.J., Woerpel, R.W. (Hrsg.)

Williams & Wilkins Baltimore, 137

FOWLER, M.E. (1996)

Clinical Anatomy of Ratites

in: Ratite, Management, Medicine and Surgery. Thomas, N., Tully, Jr.,  
Shane, S.M. (Hrsg.) Krieger Publishing Company Malabar Florida, 7

GERINGER, J. (1973)

Todesursachen bei Zier- und Wildvögeln

Kleintier-Praxis 18, 238 - 239, 241 - 242

GRUBB, B.R. (1982)

Cardiac output and stroke volume in exercising ducks and pigeons

J. Appl. Physiol. 53, 207 - 211

GRUBB, B.R. (1983)

Allometric relations of cardiovascular function in birds

Am. J. Physiol. 245, H567 - H572

HARRIS, D.J. (1997)

Therapeutic avian techniques

Semin. Avian Exotic Pet. Med. 6, 55 - 62

HART, J.S., ROY, O.Z. (1966)

Respiratory and cardiac responses to flight in pigeons

Physiol. Zool. 39, 291 - 306

HARTMANN, H. (1994)

Regulationsstörungen und Ausgleichsmöglichkeiten

in: Klinische Pathologie der Haustiere. Hartmann, H., Meyer, H. (Hrsg.)

Gustav Fischer Verlag Jena Stuttgart, 47 - 63

HARVEY, S., SCANES, C.G., BROWN, K.I. (1986)

Adrenals

in: Avian physiology. Sturkie, P.D. (Hrsg.) Springer-Verlag Berlin, 479 - 493

HICKEL, E.M. (1982)

Zugänge zum Gefäßsystem verschiedener Vögel für klinische und experimentelle Eingriffe - Eine angewandt-anatomische Studie mit besonderer Berücksichtigung des Lymphgefäßsystems

Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation,  
Journal-Nr. 1108

HODGE, D. (1985)

Intraosseous infusions: A review

Pediatr. Emerg. Care 1, 215 - 218

HODGE, D., DELGADO-PAREDES, C., FLEISCHER, G. (1987)

Intraosseous infusion flow rates in hypovolemic "pediatric" dogs

Ann. Emerg. Med. 16, 305 - 307

HOPKINS, R.L. (1990)

Pediatric intraosseous infusion

J. La. State. Med. Soc. 142, 31 - 32

JENKINS, J.R. (1997)

Hospital techniques and supportive care

in: Avian medicine and surgery. Altman, R.B., Clubb, S.L., Dorrestein, G.M., Quesenberry, K. (Hrsg.) W. B. Saunders Company, 232 - 240

KISCH, B. (1951)

The electrocardiogram of birds (chicken, duck, pigeon)

Exp. Med. Surg. 9, 103 - 124

KORBEL, R. (1992)

Zwangmaßnahmen beim Vogelpatienten

Tierärztl. Prax. 20, 59 - 64

KRISHTOFOROVA, B.V., STASENKO, V.S. (1980)

Local vascular reaction to the injection of therapeutic substances (normal saline, glucose and procaine) into the bone marrow of lambs

Sbornik Nauchnykh Trudov, Moskovskaya Veterinarnaya Akademiya

112, 52 - 59

LADEWIG, J. (1994)

Entwicklung der Streßforschung

in: Veterinärmedizinische Endokrinologie. Döcke, F. (Hrsg.)

Gustav Fischer Verlag Jena Stuttgart, 379 - 382

LAMBERSKI, N., DANIEL, G.B. (1992)

Fluid dynamics of intraosseous fluid administration in birds

J. Zoo Wildl.Med. 23, 47 - 54

LORENZ, R.J. (1988)

Beschreibende Statistik

in: Grundbegriffe der Biometrie. Lorenz, R.J. (Hrsg.),

Gustav Fischer Verlag Stuttgart New York, 44

LUMEIJ, J.T. (1993)

Vogelpatienten

in: Anamnese und körperliche Untersuchung kleiner Haus- und Heimtiere.

Rijnberk, A., de Vries, H.W. (Hrsg.) Gustav Fischer Verlag Jena Stuttgart,  
323 - 360

LUMEIJ, J.T., STOKHOF, A.A. (1985)

Electrocardiogram of the racing pigeon (*Columbia livia domestica*)

Res. Vet. Sci. 38, 275 - 278

LÜTHGEN, W. (1994)

Ornithose

in: Taubenkrankheiten. Lüthgen, W. (Hrsg.)

Verlag Oertel und Spörer, Reutlingen, 29 - 41

MACHT, D.I. (1943)

Studies on intraosseous injection of epinephrine

Am. J. Physiol. 138, 269 - 272

MANOHAR, M., PRASAD, B., KUMAR, R., TYAGI, R.P.S. (1976)

Intraosseous regional anesthesia for the limbs of buffalo calves.

J. Am. Vet. Radiol. Soc. 17, 152 - 156

McDONALD, R.L., COHEN, D.H. (1970)

Cells of Origin of Sympathetic Pre- and Postganglionic Cardioacceleratory  
Fibers in the Pigeon

J. Comp. Neurol. 140, 343 - 358

MÜHLLEITNER, A. (1998)

Gestreßte Papageien

Papageien (6), 204 - 207

NICHELMANN, M., KRONBERGER, H. (1978)

Streß

in: Wörterbuch der Veterinärmedizin. Wiesner, E., Ribbeck, R., (Hrsg.)

Gustav Fischer Verlag Jena, 1121

OETTEL, M., KRONBERGER, H. (1978)

Stressor

in: Wörterbuch der Veterinärmedizin. Wiesner, E., Ribbeck, R., (Hrsg.)

Gustav Fischer Verlag Jena, 1121

OROSZ, S.C., ENSLEY, P.K., HAYNES, C.J. (1992)

Anatomy of and surgical Approaches to the wing

in: Avian Surgical Anatomy - Thoracic and Pelvic Limbs. Orosz, S.C.,

Ensley, P.K., Haynes, C.J. (Hrsg.) W. B. Saunders Company, 3 - 57

OTTO, C.M., KAUFMAN, G.McC., CROWE, D.T. (1989)

Intraosseous infusion of fluids and therapeutics

Comp. Cont. Ed. 11, 421 - 430

PALOMEQUE, J., PLANAS, J. (1978)

Blood volume in domestic pigeons

Comp. Biochem. Physiol. A 59, 413 - 417



PAPO, J., BARGAI, U. (1981)

Studies with post mortem intraosseous phlebography in dogs: A model for the anatomist and pathologist

Refuah. Veterinarith. 38, 95 - 97

PAPPER, E.M. (1942)

The bone marrow route for injecting fluids and drugs into the general circulation

Anesthesiology 3, 307 - 313

PENZLIN, H. (1991)

Hormonale Kommunikation

in: Lehrbuch der Tierphysiologie. Penzlin, H. (Hrsg.)

Gustav Fischer Verlag Jena, 97 - 100

QUESENBERRY, K.E., HILLYER, E.V. (1994)

Fluid replacement therapy

in: Avian medicine. Ritchie, B.W., Harrison, G.J., Harrison, L.R. (Hrsg.)

Wingers Publishing, Inc., Lake Worth Florida, 383 - 389

QUILLIGAN, J.J., TURKEL, H. (1946)

Bone and marrow infusion and its complications

Am. J. Dis. Child 71, 457 - 465

RIJNBERK, A., DE VRIES, H.W. (1993)

Einleitung

in: Anamnese und körperliche Untersuchung kleiner Haus- und Heimtiere.

Rijnberk, A., de Vries, H.W. (Hrsg.) Gustav Fischer Verlag Jena Stuttgart, 17

RINGER, R.K., WEISS, H.S., STURKIE, P.D. (1955)

Effect of sex and age on blood pressure in the duck and pigeon  
Am. J. Physiol. 183, 141 - 143

RITCHIE, B.W. (1990)

Fluid therapy in avian patients  
Vet. Med. Report 2, 316 - 319

RITCHIE, B.W., LATIMER, K.S., OTTO, C.M., CROWE, D.T. (1990)

A technique of intraosseous cannulation for intravenous therapy in birds  
Comp. Cont. Ed. Pract. Vet. 12, 55 - 59

RÜBEL, A., ISENBÜGEL, E. (1998)

Papageien und Sittiche  
in: Krankheiten der Heimtiere. Gabrisch, K., Zwart, P. (Hrsg.)  
Schlütersche Verlagsanstalt, 522

RÜTHER, P. (1998)

Untersuchungen zur tageszeitabhängigen Rhythmik der Ruhfrequenz und  
ausgewählter Arrhythmien bei der Brieftaube (*Columba livia f. domestica*)  
Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation,  
Journal-Nr. 2116

SALOMON, F.-V. (1993)

Kreislaufsystem  
in: Lehrbuch der Geflügelanatomie. Salomon, F.-V. (Hrsg.) Gustav Fischer  
Verlag Jena Stuttgart, 265 - 305

SCHWABER, J.S., COHEN, D.H. (1978)

Electrophysiological and electron microscopicanalysis of the vagus nerve of the pigeon, with particular reference to the cardiac innervation

Brain Res. 147, 65 - 78

SCHMIDT, M., VOCKERT, P.-A., RICHTER, M. (1999)

142. Geflügelbestand

in: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland. Schmidt, M., Vockert, P.-A., Richter, M. (Hrsg.)  
Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 135

SCHRÖDER, L. (1985)

Der Bewegungsapparat

in: Kompendium der Geflügelanatomie. Schwarze, E. (Hrsg.)

Gustav Fischer Verlag, 26 - 29

SHOOR, P.M., BERRYHILL, R.E., BEAUMOF, J.L. (1979)

Intraosseous infusion: Pressure-flow relationship and pharmacokinetics

J. Trauma 19, 772 - 774

SLAPPENDEL, R.J., VAN SLUIJS, F.J. (1993)

Medizinische Registrierung

in: Anamnese und körperliche Untersuchung kleiner Haus- und Heimtiere.

Rijnberk, A., de Vries, H.W. (Hrsg.) Gustav Fischer Verlag Jena Stuttgart, 52

SMITH, D.A., ATKINSON, R.M., BIENZLE, D. (1997)

Intraosseous lavage of the humerus in Red-Tailed Hawks (*Buteo jamaicensis*):

A new diagnostic approach

J. Avian Med. Surg. 11, 183 - 186

STOTT, G.H. (1981)

What is animal stress and how is it measured?

J. Anim. Sci. 52, 150 - 153

STURKIE, P.D. (1986)

Heart and Circulation: Anatomy, Hemodynamics, Blood Pressure, Blood Flow

in: Avian Physiology. Sturkie, P.D. (Hrsg.) 4. Aufl. Springer-Verlag

New York, 130 - 166

THUN, R., SCHWARTZ-PORSCHE, D. (1994)

Regulation der Nebennierenrinde

in: Veterinärmedizinische Endokrinologie. Döcke, F. (Hrsg.) Gustav Fischer

Verlag Jena Stuttgart, 320 - 329

TOCANTINS, L.M. (1940)

Rapid absorption of substances injected into the bone marrow

Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 45, 292 - 296

VAN TWYER, H., ALLISON, T. (1972)

A polygraphic and behavioral study of sleep in the pigeon (*Columba livia*)

Exp. Neurol. 35, 138 - 153

VOLLMERHAUS, B. (1992)

Knochen des Unterarms

in: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band V Anatomie der Vögel.

Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E. (Hrsg.) Verlag Paul Parey

Berlin und Hamburg, 100 - 101

WARZECHA, M. (1989)

Vektorkardiographische Untersuchungen an jungen und adulten Brieftauben  
Berlin: Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation,  
Journal-Nr. 1404

WINER, B.J. (1971)

Statistical Principles in Experimental Design  
McGraw-Hill Book Company, 518 ff.

**9 ANHANG**

Tab. 10: Körpermasse der Tauben vor, während und am Ende des Versuches

Körpermasse der Tauben [g]

Taube Nr.	12.02.1997	03.03.1997	18.03.1997
1	560	530	470
2	580	520	490
3	560	550	500
4	480	480	430
5	450	450	430
6	560	540	470
7	480	450	440
8	520	580	510
9	640	630	610
10	540	520	480
11	500	510	480
12	560	540	520
Ø (1 - 12)	536	525	486

Tab. 11: Flächenmaße für die Berechnungen in der Statistik

Taube Nr.	Methode A					
	Versuchstage					
	2.	3.	4.	5.	6.	7.
2	564.480	811.670	543.600	280.830	600.810	209.600
3	1.264.320	379.680	421.590	200.430	158.940	599.000
4	1.751.400	2.441.110	810.250	398.240	225.250	371.800
7	548.600	159.390	228.690	164.000	666.240	902.720
8	690.500	1.403.520	987.000	287.470	417.200	258.000
12	341.780	662.760	947.700	382.720	229.000	351.120

Methode B

1	342.080	156.520	254.080	125.840	311.220	155.650
5	129.870	270.960	268.100	142.120	145.990	84.240
6	153.450	2.216.450	171.930	58.700	72.480	213.200
9	220.870	173.140	187.920	116.200	138.930	258.160
10	314.490	218.250	207.870	67.900	203.320	111.840
11	145.640	310.240	1.150.080	90.310	70.000	403.650

Flächen Ø: Methode A 601.706 [bpm\*s]

Methode B 212.825 [bpm\*s]

**Herzlich danken möchte ich ...**

- ... **Prof. Dr. Heike Tönhardt** für die Möglichkeit dieses Thema unter ihrer Obhut bearbeiten zu können, und für ihre großartige Unterstützung und die kreativen Diskussionen zu jeder Zeit,
- ... besonders **Carmen Bohnwagner, Sabine Jakobs, Michael Dörner** und **Bernd Anders** für die freundschaftliche und hilfsbereite Zusammenarbeit sowie für die technische und schnelle Hilfe,
- ... **Prof. Dr. H. Weiß** für die wertvolle Unterstützung bei der statistischen Auswertung,
- ... **Prof. Dr. E. Trautvetter** für die fachliche Unterstützung v.a. bei der Phlebographie,
- ... **Dr. Th. Göbel** für die fachliche Unterstützung bei klinischen Aspekten
- ... **Prof. Dr. L. Brunnberg** für die Erlaubnis, Einrichtungen der Klinik und Poliklinik für Kleine Haustiere, FU Berlin, im Rahmen meiner Dissertation zu nutzen und bei den MitarbeiterInnen der Klinik, die mir bei den Arbeiten mit den Tauben bzw. ihrer Pflege behilflich waren,
- ... **Herrn Andres Pohl**, meinem Mitstreiter bei den Versuchen und Autor der in diesem Zusammenhang entstehenden zweiten Dissertation,
- ... meiner **Freundin** und meinen **Eltern** für die liebevolle Unterstützung und Motivation, die sie mir zukommen ließen,

nicht zuletzt **allen** Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Institutes für Veterinär-Physiologie für die gewährte Unterstützung und das gute Arbeitsklima!

## Lebenslauf

### Steffen Böttcher

**Geburtsdatum/-ort:** 11.02.1970 in Magdeburg

**Familienstand:** ledig

**Bildungsgang:** 1976 - 1986 POS Magdeburg  
1986 - 1988 Ausbildung als Facharbeiter für  
Tierproduktion (Spez. Rinderprod.)  
1990 - 1992 Abitur im Abendgymnasium Magdeburg  
1992 - 1998 *Studium* der Veterinärmedizin an der  
Freien Universität Berlin  
06.04.1998 *Approbation*  
1996 - 1999 *Dissertation* am Institut für Veterinär-  
Physiologie, Fachbereich Veterinärmedizin,  
FU Berlin, unter der Leitung von Frau Prof.  
Dr. Tönhardt

**Wehrdienst:** 1988 - 1990

**Praktika:** 07/1985 Zoologischer Garten Magdeburg  
06 - 07/1990 Tierarztpraxis Dr. Böttcher, Schleiden/Eifel  
02 - 03/1994 Tierarztpraxis Dr. Pott, Delitzsch  
02 - 04/1996 Tierarztpraxis Dr. Böttcher, Schleiden/Eifel  
02 - 04/1997 Klinik und Poliklinik für Kleine Haustiere,  
FU Berlin, Prof. Dr. Brunnberg  
05 - 07/1997 Vogelklinik des Loro Parque, Tenerife,  
Dr. Enders

**Tätigkeiten:** 07 - 10/1988 Facharbeiter im Veterinärbereich Stendal  
1990 - 1992 Tätigkeit zur Finanzierung des Studiums  
seit 05/1998 Mitarbeit in Vogelpraxis Berlin, Dr. Kling

**besonderes** seit 1978 Entomologie, von 1978 bis 1990 in der `FG

**Fähigkeiten:** Entomologie´ im Kulturbund der DDR



Selbständigkeitsversicherung zur Dissertation

Thema: "Vergleichende anatomische und physiologische Untersuchungen über die intraulnare und intravenöse Injektion beim Vogel"

Hiermit versichere ich, alle Hilfen und Hilfsmittel angegeben und die Dissertation selbständig verfaßt zu haben.

Steffen Böttcher

13.04.1999