

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer

Referent: Prof. Dr. Erhard

Korreferent(en): PD. Dr. Fischer

Tag der Promotion: 9. Februar 2007

Aus dem Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Vorstand: Prof. Dr. M. Erhard

Angefertigt unter der Leitung von Prof. Dr. M. Erhard

**Belastung von angekauften Diensthunden
durch die Haltung und die Grundausbildung im Schutzdienst**

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

von
Silke Katharina Pauly
aus Düsseldorf

München 2007

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literatur	2
2.1	Stress	2
2.2	Bewegungsaktivität	3
2.3	Herzfrequenz.....	4
2.4	Rektale Körpertemperatur	7
2.5	Endokrine Parameter	10
2.5.1	<i>Kortisolwerte im Blut</i>	11
2.5.2	<i>Kortisolwerte im Speichel</i>	13
2.5.3	<i>Kortisolmetaboliten im Kot</i>	16
2.6	Hämatologische und klinisch-chemische Parameter	17
2.6.1	<i>Hämatologische Parameter</i>	17
2.6.2	<i>Muskelstoffwechsel</i>	21
2.6.3	<i>Leber</i>	25
2.6.4	<i>Niere</i>	29
2.6.5	<i>Glukose</i>	31
2.6.6	<i>Immunglobulin G</i>	33
2.7	Verdauung.....	34
3	Tiere, Material und Methode	36
3.1	Allgemein	36
3.2	Hunde.....	36
3.3	Haltung und Tagesablauf	38
3.4	Versuchsaufbau und –ablauf.....	39
3.5	Erfassung der Parameter und Probenanalyse.....	41
3.5.1	<i>Aktivitätsaufzeichnung</i>	41
3.5.2	<i>Herzfrequenz</i>	42
3.5.3	<i>Körpergewicht</i>	42
3.5.4	<i>Kortisolmetaboliten im Kot</i>	43
3.5.5	<i>Endokrine Parameter im Speichel</i>	43
3.5.6	<i>Parameter im Blut</i>	44
3.5.7	<i>Rektale Körpertemperatur</i>	48
3.5.8	<i>Kotkonsistenz</i>	48
3.6	Statistische Methode	48

4	Ergebnisse	50
4.1	Herzfrequenz	50
4.2	Aktivität	58
4.3	Rektale Körpertemperatur	63
4.4	Endokrinologische Parameter	65
4.4.1	<i>Kortisol im Serum</i>	66
4.4.2	<i>Kortisol im Speichel</i>	67
4.4.3	<i>Kortisolmetaboliten im Kot</i>	68
4.5	Hämatologische und klinisch-chemische Parameter	70
4.5.1	<i>Leukozyten</i>	70
4.5.2	<i>Thrombozyten, Lymphozyten, Monozyten und Granulozyten</i>	72
4.5.3	<i>Erythrozyten</i>	76
4.5.4	<i>Hämoglobin</i>	79
4.5.5	<i>Hämatokrit</i>	82
4.5.6	<i>Laktat</i>	85
4.5.7	<i>Kreatinkinase</i>	87
4.5.8	<i>Harnstoff</i>	89
4.5.9	<i>Kreatinin</i>	91
4.5.10	<i>Glukose</i>	92
4.5.11	<i>Alanin-Amino-Transferase</i>	94
4.5.12	<i>Aspartat-Amino-Transferase</i>	96
4.5.13	<i>Alkalische Phosphatase</i>	98
4.5.14	<i>Immunglobulin G</i>	100
4.6	Aktivität in Woche 1 und Woche 4	102
4.7	Kotkonsistenz	106
4.8	Körpergewicht	107
5	Diskussion	109
5.1	Statistische Methode	109
5.2	Hunde	109
5.3	Versuchsaufbau	110
5.4	Methoden	111
5.4.1	<i>Herzfrequenz</i>	111
5.4.2	<i>Aktivität</i>	111
5.4.3	<i>Körpertemperatur</i>	112
5.4.4	<i>Speichelkortisol</i>	112

5.4.5	<i>Blutproben</i>	114
5.4.6	<i>Kortisolmetaboliten im Kot</i>	114
5.4.7	<i>Körpergewicht</i>	115
5.4.8	<i>Immunglobulin G</i>	115
5.5	Veränderungen der gemessenen Parameter während der Schutzdienstübung A und B.....	115
5.5.1	<i>Herzfrequenz</i>	115
5.5.2	<i>Aktivität</i>	117
5.5.3	<i>Körpertemperatur</i>	117
5.5.4	<i>Endokrine Parameter</i>	118
5.5.5	<i>Hämatologisch und klinisch chemische Parameter</i>	118
5.5.6	<i>Muskulatur</i>	119
5.5.7	<i>Glukose</i>	121
5.5.8	<i>Gesundheitszustand</i>	121
5.6	Veränderung der gemessenen Parameter im Laufe des 4-wöchigen Quarantäneaufenthaltes.....	121
5.7	Individuelle Einflüsse.....	124
5.7.1	<i>Rasse</i>	124
5.7.2	<i>Geschlecht</i>	125
5.8	Ausgeschiedene Hunde.....	125
6	Schlussfolgerung	127
7	Zusammenfassung	130
8	Summary	133
9	Literaturverzeichnis	136
10	Tabellarischer Anhang	148

Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celsius
ACTH	Adrenokortikotropes Hormon
ALT	Alanin-Amino-Transferase
AP	Alkalische Phosphatase
bpm	beats per minute = Schläge pro Minute
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CBG	Kortikosteroidbindendes Globulin
CK	Kreatinkinase
Crea	Kreatinin
CRH	Cortikotropin-Releasing Hormone
db	Dezibel
d.h.	das heißt
ELISA	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Fa.	Firma
GFR	glomeruläre Filtrationsrate
GRA	Granulozyten
h	Stunde
H ₂ O	Wasser
HST	Harnstoff
Hb	Hämoglobin
HKT	Hämatokrit
HPA	Hypothalamus-Hypophysen- Nebennierenrinden-Achse
IU/l	Internationale Einheiten pro Liter
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
LYM	Lymphozyten
M	Mittelwert
Max	Maximum
mG	milli G (G = Erdbeschleunigung)
Min	Minimum
min	Minute
MMC	Myoelektrische Motorkomplex

MO	Monozyten
mph	miles per hour = Meilen pro Stunde
n	Anzahl der Hunde
N	Anzahl der ausgewerteten ELISA-Platten
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
RBC	Red blood cell count = Erythrozyten
SD	Standardabweichung
sec	Sekunde
u.a.	unter anderem
WBC	White blood cell count = Leukozyten
VK	Variationskoeffizient

1 Einleitung

Seit Jahrhunderten werden Hunde zur Bewachung von Hab und Gut eingesetzt. Der gezielte Einsatz als „Diensthund“ erfolgte in der Römerzeit. Hier wurden Hunde zur Bewachung der Lager eingesetzt. Zudem gab es eine eigene Abteilung von Wachhunden zur Sicherung der Grenze am Limes. Der „moderne Diensthund“ entstand ca. 1900, während des 1. Weltkrieges. Zu dieser Zeit wurden die Hunde als Melde-, Sanitäts-, Schutz- und Wachhunde ausgebildet und eingesetzt (SCHOBERWALTER, 2003).

Die Nachfrage nach guten Diensthunden ist seit den Anschlägen auf das World Trade Center im Jahr 2001 und der dadurch entstandenen angespannten Sicherheitslage sprunghaft angestiegen. Alle von der Deutschen Bundeswehr benötigten Diensthunde werden aus europäischen Ländern angekauft und in der Quarantänestation der Schule für Diensthundewesen im Rahmen der Grundausbildung auf ihre Tauglichkeit für den Dienst in der Bundeswehr überprüft.

Ziel dieser Studie war es die Belastung von neu angekauften Diensthunden durch den Aufenthalt in einer Zwingeranlage (Quarantänestation) im Allgemeinen und durch die Grundausbildung im Schutzdienst im Speziellen zu erfassen.

2 Literatur

2.1 Stress

Hunde werden täglich den verschiedensten Situationen ausgesetzt und müssen sich im Rahmen ihrer Aufgaben oder auch als Familienhund ständig mit neuen Einflüssen auseinandersetzen. Solche täglichen Einflüsse sind laut DÖCKE (1994) extreme Außenbedingungen, überhöhte Muskelaktivität, soziale Auseinandersetzungen, Konkurrenz um begrenzte Ressourcen oder Bedrohung durch Gefahr, die zu Stress für den Hund werden können.

Stress ist im MEDIZINISCHEN WÖRTERBUCH PSCHYREMBEL (1993) für die Humanmedizin definiert als „Zustand des Organismus, der durch ein spezifisches Syndrom (erhöhte Sympathikusaktivität, vermehrte Ausschüttung von Katecholaminen, Blutdrucksteigerung u.a.) gekennzeichnet ist, jedoch durch verschiedenartige unspezifische Reize (Infektionen, Verletzungen, Verbrennungen, Strahlen-Einwirkungen, aber auch Ärger, Freude, Leistungsdruck u.a. Stressfaktoren) ausgelöst werden kann. Unter Stress kann man auch äußere Einwirkungen verstehen, an die der Körper nicht in genügender Weise adaptiert ist. Psychischer Stress entsteht in Folge einer Diskrepanz zwischen spezifischen Anforderungen und subjektivem Bewältigungsverhalten (Coping). Persistierender Stress kann zu Allgemeinreaktionen im Sinne eines allgemeinen Anpassungssyndroms führen.“ BEERDA ET AL. (1997) beschreiben schlechte Haltungsbedingungen, anspruchsvolle Trainingsstunden und für die Tiere unkontrollierbare, unvorhersehbare soziale Umgebungen als Situationen, die das Wohlbefinden von Hunden beeinflussen können. Alle diese Einflüsse werden als „Stressoren“ bezeichnet, die bestimmte Körperreaktionen und Verhaltensweisen aktivieren, welche der Anpassung an die gegebene Situation dienen. Bei Stress reagiert der Organismus mit der Aktivierung zweier Systeme. Zum einen mit der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse und zum anderen mit dem Sympatho-adrenomedullären-System (DÖCKE, 1994; MÖSTL UND PALME, 2002).

Dabei kommt es zur Ausschüttung von Kortisol und den Katecholaminen Adrenalin und Noradrenalin ins Blut. Kortisol fördert die Glukoneogenese, hat eine positiv inotrope Wirkung, fördert im Magen-Darm-Trakt die Säuresekretion und vermindert den Schleimhautschutz, der gesamte Organismus ist einem erhöhten Infektionsrisiko ausgesetzt (DÖCKE, 1994; ECKERT, 2002; LANG UND VERREY, 2005). Adrenalin und Noradrenalin sorgen für eine gesteigerte Herzfähigkeit, Drosselung der

Verdauungstätigkeit, Stimulation der Atmung, Erhöhung des Blutglukosespiegels und gesteigerte Lipolyse (MÖSTL, 2004).

Bleibt ein Stressor dauerhaft bestehen oder tritt immer wieder auf, kommt es bei der Anpassungsreaktion zur Überschreitung von Grenzwerten im Körper, so dass Stress einen negativen Einfluss auf den Körper hat (SCHILDER, 1992; DÖCKE, 1994). Stress kann dann z.B. zur Körpergewichtsabnahme (DÖCKE, 1994), zu einer verminderten Immunabwehr (MÖSTL, 2004) und/oder Diarrhö (VAUPEL, 2005) führen.

2.2 Bewegungsaktivität

Aktivität kann in dynamische Arbeit (konzentrische und exzentrische Muskelaktivität, Bewegungsarbeit) und statische Arbeit (isometrische Muskelaktivität, Halte- und Haltungsarbeit) unterschieden werden. Während dynamischer Arbeit kommt es zu Veränderungen physiologischer Parameter wie z.B. der Herzfrequenz und Laktatkonzentration im Blut, die sich durch physiologische Messverfahren objektiv erfassen lassen (BOUTELLIER UND ULMER, 2005).

Um die Aktivität eines Hundes beurteilen zu können, muss seine Bewegung aufgezeichnet werden. Eine Möglichkeit die Bewegungsaktivität von Hunden zu analysieren, ist die Videobeobachtung mit anschließender Auswertung des Videomaterials. Mit Hilfe der Videoanalyse konnte KÖHLER (2004) an Rettungshunden feststellen, dass diese bei einer Lawinen- und alpinen Trümmersuche schneller ermüdeten, als bei einer gleichlangen Flächensuche. Eine andere Möglichkeit ist die Aufzeichnung der Bewegungsaktivität mittels Bewegungssensoren. So benutzte WUST (2006) ein Aktometer, das ActiTrac®, um die Bewegung von Rettungshunden bei der Sucharbeit aufzuzeichnen und zu analysieren. Das Aktometer misst die Erdbeschleunigung des Körperteils, an dem es befestigt wird. Ursprünglich wurde das Aktometer für den Einsatz beim Menschen entwickelt, um in Schlaflabors die Aktivität von Personen mit Schlafstörungen aufzuzeichnen (GORNY ET AL. 1997) oder bei M. Parkinson Patienten die Neueinstellung auf Medikamente beurteilen zu können (CSOTI ET AL. 2001). Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Aktivitätsüberwachung von Kindern und Jugendlichen im Kindergarten, in der Schule und beim Sport (SARIS UND BRINKHORST 1977; STEVENS ET AL. 1978).

2.3 Herzfrequenz

Physiologische Grundlagen

Die Ruheherzfrequenz des Hundes wird in der Literatur mit 70 - 180 beats per minute (bpm) angegeben (TILLY UND SMITH, 2000; HARMEYER, 2005). Dabei liegt laut SPÖRRI (1987) die Ruheherzfrequenz von großen Hunden mit 70 – 100 bpm deutlich niedriger als die von kleinen Hunden mit 100 – 130 bpm. Einen Einfluss der Rasse auf die Ruheherzfrequenz konnten DOXEY UND BOSWOOD (2004) bei sechs untersuchten Rassen nicht feststellen. VINCENT UND LEAHY (1997) konnten nachweisen, dass das gegebene Temperament eines Hundes ausschlaggebend für seine Herzfrequenz ist. Temperamentvollere Hunde zeigten vor und nach Belastung höhere Herzfrequenzen als ruhigere Hunde.

Das Herz ist in der Lage seine Funktion der aktuellen körperlichen Belastung in kürzester Zeit anzupassen. Dies geschieht durch extrakardiale (nervale und humorale) Signale und wird von intrakardialen Mechanismen umgesetzt (HARMEYER, 2005). Die efferenten Herznerven, Fasern des N. vagus und des N. sympathikus bewirken eine Veränderung der Herzfrequenz. Der N. vagus wirkt hemmend auf das Herz, die Sympathikuswirkung ist stimulierend (SILBERNAGEL UND DESPOPOULUS, 2003; HARMEYER, 2005). Unter Belastung, die bei BOUTELLIER UND ULMER (2005) als vorgegebene, fremd- oder selbstbestimmte Anforderung definiert ist, verändert sich die Herzfrequenz. Diese Belastung kann physisch, also körperlicher Art sein oder psychisch, durch mentale und emotionale Komponenten bestimmt (BOUTELLIER UND ULMER, 2005). Bei beiden Formen der Belastung kommt es zur Stimulierung durch sympathische Nervenfasern und damit zu einer Erhöhung der Herzfrequenz (WYATT UND MITCHELL, 1974; VINCENT UND LEAHY, 1997; BEERDA ET AL., 1998; GAZIT UND TERKEL, 2003).

Einflussfaktoren auf die Herzfrequenz

Körperliche Aktivität

Körperliche Belastung führt zu einer Erhöhung der Herzfrequenz. Im Labor lässt sich die Veränderung der Herzfrequenz durch körperliche Belastung auf dem Laufband unter standardisierten Bedingungen untersuchen. In verschiedenen Studien wurde so der Einfluss steigender Arbeitslast auf die Höhe der Herzfrequenz untersucht. WAGNER ET AL. (1977) stellten eine Erhöhung der Ruheherzfrequenz von 122 bpm auf 190 bpm nach 30-minütiger Laufbandbelastung von Hunden bei 6,4 km/h und 10% Steigung bzw. auf 232 bpm bei 8 km/h und 16% Steigung fest. BOLTER UND

CRITZ (1974) beobachteten Herzfrequenzen von 229 bpm nach 15-minütiger Laufbandbelastung mit 16,1 km/h und 10% Steigung. Wurden Hunde bis zur Erschöpfung belastet, d.h. die Hunde waren nicht mehr in der Lage die von ihnen geforderten Leistungen zu erfüllen, lagen die Herzfrequenzen im Bereich zwischen 275 bpm und 313 bpm (SANDERS ET AL., 1977; WAGNER ET AL., 1977; MUSCH ET AL., 1985).

WYATT UND MITCHELL (1974) und MACKINTOSH ET AL. (1982) untersuchten die Auswirkung von Ausdauertraining auf die Herzfrequenz. In beiden Studien zeigte sich, dass das Herz seine Leistung bei Bedarf nicht nur kurzfristig erheblich steigern kann, sondern auch auf Ausdauertraining mit einer Veränderung, in Form einer verringerten Herzfrequenz, sowohl im Ruhezustand als auch nach der Belastung reagiert.

In Feldversuchen wurde die Veränderung der Herzfrequenz von Sport- und Arbeitshunden nach Belastung und in den Erholungsphasen untersucht. Die Herzfrequenzen bei Sprint- und Schlittenhundrennen erreichten Werte von 190 bpm bis 300 bpm (VAN CITTERS UND FRANKLIN, 1969; READY UND MORGAN, 1984; ILKIW ET AL., 1989). Während der Sucharbeit von Rettungs- und Drogenspürhunden liegt die Herzfrequenz zwischen 141 bpm und 174 bpm (STRASSER ET AL., 1993; KÖHLER, 2004; WUST, 2006). Einen Überblick über die Herzfrequenz während verschiedener Belastungsformen gibt Tabelle 1.

Psychische Stressoren

Eine Herzfrequenzerhöhung kann nicht nur durch körperliche, sondern auch durch psychische Belastung zustande kommen. Bei Versuchen von ENGELAND ET AL. (1990), VINCENT ET AL. (1993) und BEERDA ET AL. (1998) wurden Hunde verschiedensten Umwelteinflüssen ausgesetzt (z.B. einer herunterfallenden Tasche, lauten Geräuschen, Sitzen auf einem Untersuchungstisch). Die Herzfrequenzen der Hunde lagen vor den Tests bei 46 bpm - 93 bpm und stiegen nach Einwirkung der Umweltreize auf 102 bpm - 183 bpm. GALOSY ET AL. (1979) und GRIGNOLO ET AL. (1982) setzten Hunde kurzfristigen Stromstößen in einem speziell angefertigten Käfig aus. Bereits das Verbringen in diesen Käfig, ohne dass es zu Stromstößen kam, ließ die Herzfrequenz der Hunde ansteigen. In der Phase mit Stromstößen kam es zu einem weiteren Anstieg der Herzfrequenz. In der Anschlussphase an die Stromstöße fiel die Herzfrequenz unter das Ausgangsniveau ab. In diesen Studien zeigte sich, dass allein die Erwartung eines kommenden Stressereignisses die Herzfrequenz ansteigen lässt. Auch bei Schlittenhunden kam es in Erwartung des kommenden

Rennens bereits in der Startaufstellung zu einem Anstieg der Ruhewerte auf 120 bpm - 150 bpm (VAN CITTERS UND FRANKLIN, 1969).

Tabelle 1: Übersicht über Herzfrequenzen vor und nach unterschiedlichen Belastungsformen sowie in der Erholungsphase

Autor	Belastungsform	Rasse und/ oder Anzahl der Hunde	Herzfrequenz bpm		
			vorher	nachher	Erholung
WYATT UND MITCHELL (1974)	Laufband 60 min untrainiert	n = 10	72	205	
	Laufband 60 min nach 12 Wochen Training		49	164	
MACKINTOSH ET AL. (1982)	Laufband untrainiert	Beagle n = 5	117	148	
	Laufband trainiert		95	109	
BOLTER UND CRITZ (1974)	Laufband 15 min	n = 5		229	
WAGNER ET AL. (1977)	Laufband 30 min leichte Belastung	n = 7	122	190	
	Laufband 30 min schwere Belastung	n = 5		232	
KÖHLER (2004)	Laufen Sommer 2 x 20 min	n = 22	91	170	85 nach 120 min
	Laufen Winter 2 x 20 min		112	169	110 nach 120 min
ILKIW ET AL. (1989)	Sprintrennen 722m	Greyhound n = 16	110	245	111 nach 180 min
VAN CITTERS UND FRANKLIN (1969)	1,6 – 48,3 km Schlittenhundrennen	Schlittenhunde n = 36	40 - 60	250 - 300	150 nach 1 min
READY UND MORGAN (1984)	90 sec Sprint	Siberian Husky n = 5		190	
	7,5 km freier Lauf			211	
	6 km Schlittenhundrennen			166	
KÖHLER (2004)	Vermisstensuche Sommer 2 x 20 min	n = 22	109	164	93 nach 120 min
	Lawinensuche Winter 2 x 20 min		106	174	114 nach 120 min
WUST (2006)	Vermisstensuche 2 x 20 min	n = 19	88 - 98	154 - 165	82 – 104 nach 60 min
VINCENT UND LEAHY (1997)	Straßenspaziergang 15-20 min	n = 6	95 - 123	127 - 156	
BEERDA ET AL. (1998)	Schirm, Tasche, Geräusch		75	146 - 183	
VINCENT ET AL. (1993)	Sitzen auf Untersuchungstisch		93	102	
	lautes Geräusch		46	117	55

Individuelle Einflussfaktoren

MIYAZAKI ET AL. (2002) haben den Einfluss der Tageszeit auf die Herzfrequenz bei Beaglen (n=61) untersucht. Sie fanden heraus, dass die durchschnittliche Herzfrequenz am Vormittag bei $110,2 \pm 14,6$ bpm liegt, am Nachmittag etwas niedriger bei $100 \pm 10,9$ bpm und während der Nacht stetig abfällt. COULTER UND KEITH (1984) haben den Einfluss des Alters, des Körpergewichts und des Gemütszustandes von Hunden (n=73) auf die Herzfrequenz ermittelt. Es zeigte sich, dass Hunde die jünger als zwei Jahre oder leichter als 18 kg waren, sowie ängstliche Hunde eine höhere Herzfrequenz hatten.

2.4 Rektale Körpertemperatur

Physiologische Grundlagen

Hunde sind homöotherme Tiere, deren Körpertemperatur in Grenzen konstant bleibt, auch wenn sie einer Kälte- oder Wärmebelastung ausgesetzt sind (JESSEN, 2005). Diese Grenzen liegen beim Hund zwischen 37,5 und 39,2°C (TILLY AND SMITH 2000; JESSEN, 2005). Die Bildung der Körperwärme wird durch zahlreiche Faktoren beeinflusst. Verhaltensweisen wie z.B. einfache Bewegungen bewirken über die Aktivierung des Stoffwechsels eine Erhöhung der Wärmebildung (ECKERT, 2002). Bei Kleintieren kann schon der Stress des Haltens genügen, um die Temperatur deutlich zu erhöhen, außerdem sind Tageszeit und Fütterung von Bedeutung für die Veränderung der Körpertemperatur (JESSEN, 2005). Zusätzlich spielt die Umgebungstemperatur, die Arbeitsleistung und der Wasserhaushalt eine Rolle. So kann z.B. eine Wärmebelastung durch hohe Umgebungstemperaturen in der Regel nicht zu einer gefährlichen Hyperthermie führen, wenn ausreichend Wasser zur Verfügung steht. Ein Wasserverlust kommt bei Wärmeabgabe durch Schwitzen und Hecheln zustande, wenn die trockene Wärmeabgabe über Konvektion, Strahlung und Leitung nicht mehr ausreicht. Starkes Hecheln und Schwitzen führen dann zur Dehydratation. Die Dehydratation wiederum hemmt das Hecheln und Schwitzen und der Körper stellt seine Kerntemperatur auf ein höheres Niveau ein (JESSEN, 2005). Bei körperlicher Arbeit kommt es ebenfalls zur Wärmebelastung des Körpers, durch die Wärmeproduktion im Rahmen des gesteigerten Energieumsatzes. Diese Wärme muss an die Umgebung abgegeben werden. Die Möglichkeit zur Wärmeabgabe bestimmt die Intensität und Dauer der Arbeit und wird durch die herrschende Umgebung definiert. Entscheidend ist, ob sich zwischen der Wärmeproduktion und der -abgabe ein Gleichgewicht bei stabiler Kerntemperatur unterhalb der Schädigungsgrenze einstellen kann. Der Körpertemperaturbereich in dem es zur Schädigung des Tieres kommen kann liegt zwischen 42 und 43°C. Ob es zu einer Schädigung kommt, hängt mit der Dauer der Temperaturerhöhung zusammen (JESSEN, 2005).

Circardianer Rythmus

MIYAZAKI ET AL. (2001) haben die Körpertemperatur von Hunden über 24 Stunden im normalen Tagesablauf untersucht. Sie kommen zu dem Schluss, dass die Schwankungen der Körpertemperatur mit dem sporadischen Wach-Schlaf-Rhythmus der Hunde verbunden sind, beschreiben aber auch einen Temperaturanstieg nach dem Füttern und kurzfristige Temperaturerhöhungen bei gesteigerter Aktivität.

Auch REFINETTI UND PICCIONE (2003) befassten sich mit der Körpertemperatur von Hunden und kamen zu dem Schluss, dass die Körpertemperatur von Hunden einem circardianen Rhythmus unterliegt. Die Körpertemperatur stieg hier ebenfalls im Zusammenhang mit der morgendlichen Fütterung an und erreichte ihr Maximum 11 Stunden nachdem das Licht eingeschaltet wurde. Von diesem Peak aus fiel die Temperatur bis zum nächsten Morgen kontinuierlich ab. Die durchschnittliche Temperatur lag bei $39,13 \pm 0,01^\circ\text{C}$.

Einflussfaktoren auf die Körpertemperatur

Körperliche Aktivität

Die Veränderung der Körpertemperatur durch diverse Belastungsformen ist in vielen Studien untersucht worden. Die Arbeit von Hunden auf dem Laufband haben YOUNG ET AL. (1958), BOLTER UND CRITZ (1974), WAGNER ET AL. (1977), KOZLOWSKI ET AL. (1981), BAKER (1984) und KRUK ET AL. (1985) sowie GAZIT UND TERKEL (2003) unter verschiedenen Aspekten untersucht. In allen genannten Arbeiten lag die Belastungsdauer zwischen 15 und 90 Minuten. Die maximale Körpertemperatur nach der Belastung lag bei $43,4^\circ\text{C}$. YOUNG ET AL. (1958), BOLTER UND CRITZ (1974) und WAGNER ET AL. (1977) konnten nachweisen, dass sich die Körpertemperatur mit steigender Arbeitslast erhöht.

KOZLOWSKI ET AL. (1985) UND KRUK ET AL. (1985) haben den Einfluss einer externen Kühlung auf die physische Leistungsfähigkeit von Hunden untersucht (Tasche mit Eis am Brustkorb der Hunde). Die Laufdauer konnte durch die Kühlung im Durchschnitt verlängert werden und die Körpertemperatur lag in beiden Studien signifikant niedriger als ohne Kühlung. Den Einfluss des Flüssigkeitshaushaltes auf die Leistungsfähigkeit hat BAKER (1984) in seiner Studie untersucht. Er konnte zeigen, dass hydrierte Hunde eine niedrigere Belastungskörpertemperatur aufwiesen als dehydrierte.

Auch die in Feldversuchen dokumentierten Körpertemperaturen von Sport- und Arbeitshunden zeigen deutliche Veränderungen nach körperlicher Belastung. Die Belastung durch Sprintrennen, Apportierarbeit und die Suche nach vermissten

Personen und Suchtstoffen führte zu einem Anstieg der Körpertemperatur auf Werte von 39,4°C – 42,0°C (BJOTVEDT, 1984; ILKIW ET AL., 1989; ROSE UND BLOOMBERG, 1989; STRASSER ET AL., 1993; MATWICHUK ET AL., 1999; KÖHLER, 2004; WUST, 2006). Bei Schlittenhunderennen konnten Erhöhungen der Körpertemperatur auf 43°C gemessen werden (PHILLIPS ET AL., 1981). Einen Überblick über die Körpertemperatur nach verschiedenen Belastungsformen bietet Tabelle 2.

Tabelle 2: Übersicht über die Körpertemperatur vor und nach unterschiedlichen Belastungsformen und in der Erholungsphase

Autor	Belastungsform	Rasse und/oder Anzahl der Hunde	Körpertemperatur in °C		
			vorher	nachher	Erholung
Gazit und Terkel (2003)	Laufband 20 min	n = 6	38,1	39,6	
Kozlowski et al. (1985)	Laufband 57 min	n = 11		41,8 ohne Kühlung	
				40,7 mit Kühlung	
Kozlowski et al. (1981)	Laufband 60 min	n = 8	39,1	40,4	
Baker et al. (1984)	Laufband 60 min			39,1 hydriert	
				39,8 dehydriert	
Kruk et al. (1985)	Laufband 90 min			42,6 ohne Kühlung	
	Laufband 145 min			41,1 mit Kühlung	
Bolter und Critz (1974)	Laufband 15 min	n = 6		40,6	
Wagner et al. (1977)	Laufband 30 min 6,4 km/h, 10 %	n = 7	39,4	41,0	
	Laufband 30 min 8 km/h, 16 %	n = 5		41,7	
Köhler (2004)	Laufen Sommer 2 x 20 min	n = 22	38,4	39,7	38,2 nach 120 min
	Laufen Winter 2 x 20 min		38,7	39,0	38,4 nach 120 min
Ilkiw et al. (1989)	Sprintrennen 722 m	Greyhounds n = 16	38,9	40,6	38,7 nach 180 min
Bjotvedt et al. (1984)	Sprintrennen 503 m	Greyhounds n = 7	38,0	41,6	
Sanders und Bloor (1975)	Schlittenhunderennen 13 Meilen	n = 3	38,7	41,2	
Strasser et al. (1993)	Suchtgiftsuche 15 min	n = 10	38,7	39,4	
Matwichuk et al. (1999)	Dummysuche 10 min	Labrador Retriever n = 14	39,4	41,8	38,8 nach 120 min
Köhler (2004)	Vermisstensuche Sommer 2 x 20 min	n = 22	38,5	39,5	38,3 nach 120 min
	Lawinensuche Winter 2 x 20 min			39,0	38,5 nach 120 min
Wust (2006)	Vermisstensuche 2 x 20 min	n = 19	38,4 – 38,8	39,6	38,2 nach 60 min

Weitere Einflussfaktoren

PHILLIPS ET AL. (1981) konnten bei Schlittenhunden nachweisen, dass die Umgebungstemperatur mit der Körpertemperatur nach der Laufbelastung positiv korrelierte.

2.5 Endokrine Parameter

Physiologische Grundlagen

Kortisol ist ein Glukokortikoid, das in der Nebennierenrinde gebildet und von hier aus in den Kreislauf abgegeben wird. Die Sezernierung von Kortisol aus der Nebennierenrinde (NNR) wird durch das Adrenokortikotrope Hormon (ACTH) stimuliert, welches im Hypophysenvorderlappen gebildet und unter Einwirkung des Kortikoreleasing Hormons (CRH) freigesetzt wird (DÖCKE, 1994; MÖSTL, 2004; KRAFT UND DÜRR, 2005; PRELAUD ET AL., 2005). Im Blut ist Kortisol zum größten Teil an ein Kortikosteroid-bindendes Globulin (CBG) gebunden und stellt so eine Speicherform dar. Nur der freie, nicht an das CBG gebundene Kortisolanteil ist biologisch wirksam (DÖCKE, 1994; MÖSTL, 2005; PRELAUD ET AL., 2005). Ca. 90 % des Kortisols ist an CBG gebunden, nur etwa 5 – 10 % zirkuliert ungebunden im Blut (KIRCHBAUM UND HELLHAMMER, 1989). Der freie Hormonanteil wird durch die Sekretionsrate, die Konzentration der Bindungsproteine, die Stoffwechselrate und die Ausscheidungsintensität bestimmt (DÖCKE, 1994). Glukokortikoide werden episodisch ins Blut abgegeben (KEMPAINEN UND SARTIN, 1984; DÖCKE, 1994), d.h. neben der basalen Sekretion kommt es zu Schüben in der Hormonausschüttung. KEMPAINEN UND SARTIN (1984) haben im Durchschnitt 10 Peaks in 24 Stunden in der episodischen Kortisolsekretion gefunden. Durch akute Stresssituationen kann es zu einer Erhöhung der Hormonausschüttung kommen, die dann die Schwankungen überspielt, so dass die Berücksichtigung der episodischen Sekretion bei der Bewertung des Hormonspiegels in den Hintergrund tritt (DÖCKE, 1994).

Die Wirkung der Glukokortikoide besteht in einer Mobilisierung von Proteinen und Fetten und in einer Steigerung der Glukoneogenese, verbunden mit einer Erhöhung des Blutzuckerspiegels und damit einer gesteigerten Energiebereitstellung. Durch die gehemmte Proteinbiosynthese werden weniger entzündungsfördernde Substanzen gebildet, so dass es zu einer entzündungshemmenden Wirkung kommt. Bei Belastung werden in erhöhtem Maße Glukokortikoide gebildet. Bei länger dauernden intensiven Belastungen wird die Antikörperproduktion vermindert und die zelluläre Abwehr unterdrückt, die Glukokortikoide wirken dann immunsuppressiv (MÖSTL, 2004).

Circardiane Rhythmik

Beim Menschen und einigen anderen Tierarten zeigt die episodische Ausschüttung eine circardiane Rhythmik (VINING ET AL., 1983; VOIGT, 2003; MOHR, 2004.). Beim Hund finden sich dazu in der Literatur widersprüchliche Aussagen. KRAFT UND DÜRR

(2005) schreiben, dass die Sekretion von ACTH und Kortisol einem circadianen Rhythmus unterliegt und sehr stressanfällig ist. SCHWARTZ-PORSCHKE (1976), JOHNSTON UND MATHER (1978), KEMPAINEN UND SARTIN (1984), DÖCKE (1994), sowie BEERDA ET AL. (1996) konnten keine circadiane Rhythmik in der Kortisolausschüttung feststellen. KOLEVSKA ET AL. (2003) fanden heraus, dass die Kortisolkonzentration im Blut von Hunden mit geregelter Tagesrhythmus, bei Laborhunde und bei Arbeitshunde zwischen 10.00 und 13.00 Uhr ($46,5 \pm 17,0$ nmol/l) signifikant höher liegt, als zwischen 19.00 und 22.00 Uhr ($38,9 \pm 16,0$ nmol/l). Eine diurnale Rhythmik konnte dagegen nur bei Hunden nachgewiesen werden, die außer ihrem Schlaf-Wach-Rhythmus und der Fütterung keinen weiteren Einflüssen ausgesetzt waren. Hunde, die in Experimente eingebunden waren oder bestimmte Arbeiten verrichten mussten, zeigten keine diurnale Rhythmik. Den Einfluss des Alters auf die circadiane Rhythmik haben PALAZZOLO UND QUADRI (1987A) untersucht. Sie fanden eine circadiane Rhythmik bei Hunden im Alter von $3,3 \pm 0,6$ Jahren. Deren Kortisolspiegel im Serum war zwischen 10 und 12 Uhr am höchsten (8,1 ng/ml - 10,3 ng/ml) und zwischen 20 und 24 Uhr am niedrigsten (4,4 ng/ml - 6,2 ng/ml). Bei alten ($12,1 \pm 0,3$ Jahre) und bei sehr jungen ($8,4 \pm 0,2$ Wochen) Hunden war keine circadiane Rhythmik festzustellen.

2.5.1 Kortisolwerte im Blut

Die Erhöhung des Kortisolspiegels im Blut ist messbar und wird als Parameter zur Beurteilung von potentiellen Belastungssituationen genutzt.

Basal- bzw. Ruhewerte für Kortisol im Blut

Die in der Literatur zu findenden Angaben für Basal- bzw. Ruhewerte variieren sehr stark und sind im Plasma und Serum bestimmt worden.

Die basale Plasmakortisolkonzentration haben WEISS UND OPITZ (1976) bei Hunden (n=10) im Alter von 1 - 7 Jahren bestimmt. Diese lag im Mittel bei 2,0 nmol/l. VINCENT UND MICHELL (1992) haben in ihrer Studie einen Basalwert für die Plasmakortisolkonzentration von 86,2 nmol/l ermittelt, der durch Stimulation mit ACTH nach 60 min einen Maximalwert von 537,7 nmol/l erreichte. KRAFT UND DÜRR (2005) geben einen Referenzbereich von 41,0 – 179,0 nmol/l in Plasma und Serum an, DÖCKE (1994) einen Bereich von 10,0 – 160,0 nmol/l im Plasma und BECKER ET AL. (1976) durchschnittlich 60,0 nmol/l im Serum von Hunden. Bei Wildhunden liegt der gemessene basale Plasmakortisolgehalt bei $114,72 \pm 47,89$ nmol/l (DE VILLIERS,

1997). Die durchschnittliche Kortisolkonzentration der Hunde in der Studie von JOHNSTON UND MATHER (1978) lag im Plasma bei 53,5 nmol/l. Weitere Angaben für Kortisolwerte finden sich bei MURASE ET AL. (1988) mit 4,69 bis 101,8 nmol/l im Serum, bei WILLARD UND TVEDTEN (2005) mit 28,0 – 166,0 nmol/l und bei KEMPAINEN UND SARTIN (1984) mit 58,5 nmol/l im Plasma. Die Individualität des Kortisolspiegels eines jeden Hundes zeigt sich bei CLARK ET AL. (1997). Hier waren 40 Hunde in Einzelwingerhaltung untergebracht. Ein Teil der Hunde hatte einen dauerhaft niedrigen Kortisolspiegel (6,8 – 33,8 nmol/l), andere einen hohen Spiegel (58,0 -142,6 nmol/l) und wieder andere hatten einen sehr weit schwankenden Spiegel von 27,8 – 220,4 nmol/l.

Einflussfaktoren auf die Kortisolkonzentration

Der Kortisolgehalt im Blut kann durch verschiedene Faktoren, wie z.B. durch das Alter, das Geschlecht, die Haltung und durch Transport beeinflusst werden.

Körperliche Aktivität

Nach physischer Belastung kann es zu unterschiedlichen Reaktionen der Kortisolkonzentration im Blut kommen. HINCHCLIFF ET AL. (1993) haben während eines 1600 km langen Schlittenhunderennens drei Messungen der Kortisolkonzentration im Blut durchgeführt und konnten keine signifikanten Veränderungen der Kortisolkonzentration feststellen. Bei HAMMEL ET AL. (1977) dagegen kam es nach einem Schlittenhunderennen zu einem signifikanten Anstieg der Kortisolkonzentration im Plasma. Eine Abhängigkeit der Kortisolkonzentration im Plasma von der Arbeitsintensität konnten FOSS ET AL. (1971) nachweisen. Bei leichter Arbeit auf dem Laufband konnte nur ein leichter Anstieg gemessen werden, bei gesteigerter Arbeitsleistung kam es zu einem signifikanten linearen Anstieg der Kortisolkonzentration im Plasma.

Psychische Stressoren

Kortisolwerte im Zusammenhang mit der Unterbringung von Hunden in Einzelwingern mit Sicht- und Hörkontakt zu Artgenossen geben HENNESSY ET AL. (1997 UND 1998) und CLARK ET AL. (1997) an. In diesen Studien zeigte sich, dass die Kortisolwerte mit der Dauer der Unterbringung in Einzelwingern sanken, jedoch wurden keine genauen Angaben zu den gemessenen Kortisolkonzentrationen gemacht. Die Beschäftigung der Hunde durch eine Person für 20 Minuten hatte keinen Einfluss auf die Kortisolkonzentration (HENNESSY ET AL., 1997 UND 1998).

Zu einer Belastung durch Transport im PKW, LKW oder Flugzeug kam es bei KUHN ET AL. (1991) und BERGERON ET AL. (2002). Beide Studien dokumentierten einen Anstieg der Kortisolkonzentration durch den Transport im PKW oder LKW. BERGERON ET AL. (2002) fanden dagegen nach dem Transport im Flugzeug einen Abfall der vorher gemessenen Kortisolwerte.

Individuelle Einflussfaktoren

PALAZZOLO UND QUADRI (1987A UND 1987B) haben den Einfluss des Alters auf die Kortisolkonzentration untersucht. Sie fanden heraus, dass alte Hunde (11,4 – 12,1 Jahre) höhere Kortisolwerte aufwiesen als Hunde mit einem Alter von 3,0 – 3,3 Jahren. Sehr junge Hunde (7,6 – 8,4 Wochen) zeigten die niedrigsten Kortisolwerte. Von PALAZZOLO UND QUADRI (1987B) wurde zusätzlich der Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Kortisolkonzentration untersucht. Bei einer Umgebungstemperatur von 22°C, 10°C und 4°C ergab sich kein Einfluss auf den Kortisolspiegel. Eine Umgebungstemperatur von -5°C ließ dagegen die Kortisolkonzentration der alten Hunde um mehr als 280 % steigen.

Den Einfluss des Geschlechts auf die Kortisolkonzentration hat DE VILLIERS (1997) bei Wildhunden untersucht. Die Untersuchung zeigte, dass die männlichen Tiere signifikant ($100,00 \pm 48,71$ nmol/l) niedrigere Kortisolkonzentrationen aufwiesen als die weiblichen Tiere ($136,32 \pm 38,69$ nmol/l). Auch bei KEMPAINEN UND SARTIN (1984) wurden höhere Kortisolkonzentrationen bei Hündinnen (69,5 nmol/l) als bei Rüden (47,7 nmol/l) nachgewiesen. MURASE ET AL. (1988) konnten dagegen weder einen Einfluss des Geschlechts noch des Alters auf die Kortisolkonzentration im Serum finden.

2.5.2 Kortisolwerte im Speichel

Die Messung von Kortisol ist nicht nur im Blut, sondern auch im Speichel möglich und bietet viele Vorteile. Die Vorgehensweise ist nicht-invasiv, stressfrei und einfach durchzuführen. So besteht die Möglichkeit viele Proben in kurzen Abständen zu nehmen.

Ruhewerte des Speichelkortisols

Die Basalwerte für Speichelkortisol bewegen sich ähnlich wie die Konzentrationen im Blut in einem sehr weiten Bereich, zwischen 1,5 und 15,8 nmol/l (VINCENT UND MICHELL, 1992; BEERDA ET AL., 1996, 1997, 1998 UND 1999; BERGERON ET AL., 2002; KÖHLER, 2004; WUST, 2006)

Einflussfaktoren auf die Kortisolkonzentration im Speichel

Die Kortisolkonzentration im Speichel spiegelt die Konzentration des freien Kortisols im Blut wieder und wird nicht durch die Speichelflussrate beeinflusst (VINING UND MCGINLEY, 1987; KIRSCHBAUM UND HELLHAMMER, 1989). VINING ET AL. (1983) haben den Zusammenhang von Blut- und Speichelkortisol beim Menschen untersucht und fanden heraus, dass ein Anstieg des Kortisolspiegels im Blut eine Erhöhung im Speichel nach weniger als 5 Minuten nach sich zieht. Die Untersuchung von KOBELT ET AL. (2003) konnten nachweisen, dass eine 4-minütige Untersuchung keinen Anstieg der Kortisolkonzentration im Speichel eines Hundes auslöst, und dass weder die Woche, der Tag, noch die Uhrzeit einen signifikanten Einfluss auf die Speichel-Kortisolkonzentration von Hunden hat.

Körperliche Aktivität

In den Studien von KÖHLER (2004) und WUST (2006) wurde die Kortisolkonzentration im Speichel von Rettungshunde nach einer Vermisstensuche im Sommer und einer Lawinensuche im Winter sowie bei Köhler (2004) nach Laufbelastung gemessen. Bei allen Belastungsformen kam es zu einem Anstieg der Kortisolkonzentration im Speichel 20 - 40 min nach der Belastung auf bis zu 14,9 nmol/l (Wust, 2006) und 2,7 nmol/l (Köhler, 2004). Zwischen den verschiedenen Belastungsformen zeigte sich kein signifikanter Unterschied.

Psychische Stressoren

Als weitere Einflussfaktoren auf die Kortisolkonzentration im Speichel erwies sich in der Studie von BEERDA ET AL. (1999) die Haltung und in den Studien von BERGERON ET AL. (2002) und BEERDA ET AL. (1997) der Transport von Hunden in verschiedenen Verkehrsmitteln. Das Umsetzen von Hunden aus einer Gruppen- in eine Einzelhaltung sowie der Transport im Auto und im Flugzeug verursachten einen Anstieg der Kortisolkonzentration. Verschiedene Umweltstressoren wie ein lautes Geräusch (110-120 db) oder ein kurzer Elektrostoß bewirkten durchschnittliche Anstiege der Kortisolkonzentration auf 15,5 bis 20,4 nmol/l (BEERDA ET AL., 1998).

CRONIN ET AL. (2003) legten Hunden einen Maulkorb für 43 h an und bestimmten die Speichel-Kortisolkonzentration im Vergleich zu Hunden die keinen Maulkorb trugen. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Die Werte beider Gruppen lagen im Durchschnitt 2 h, 21 h und 24 h nach Abnahme des Maulkorbs bei 2,79 nmol/l, 2,34 nmol/l und 2,22 nmol/l.

Weitere Einflussfaktoren

HAUBENHOFER ET AL. (2005) haben den Stress von Hunden (n = 33) während der Ausbildung zum „Therapie-Hund“ untersucht. Es stellte sich heraus, dass die Tageszeit einen signifikanten Einfluss auf die Kortisolkonzentrationen im Speichel hatte. Die Werte am Vormittag waren signifikant höher als die am Mittag und am Abend. Das Alter sowie das Geschlecht hatte keinen signifikanten Einfluss. Allerdings zeigten männliche Hunde einen Trend zu höheren Werten.

Einen geschlechtsbedingten Unterschied in der Speichel-Kortisolkonzentration konnte in der Studie von WUST (2006) bei Rettungshunden festgestellt werden. Die weiblichen Rettungshunde hatten über den gesamten Versuchszeitraum eine durchschnittlich niedrigere Speichel-Kortisolkonzentration als die männlichen Hunde.

Tabelle 3 :Übersicht über die Speichel-Kortisolkonzentration vor und nach unterschiedlichen Belastungsformen und in der Erholung

Autor	Belastungsform	Rasse und /oder Anzahl der Hunde	Speichel-Kortisolkonzentration nmol/l		
			vorher	nachher	Erholung
Beerda et al. (1997)	Transport 50 km		36,0	37,4	
Beerda et al. (1998)	Geräusch		6,0	20,4	Normalwerte nach 60 min
	fallende Tasche			18,7	
	Elektroschock			15,5	
Beerda et al. (1999)	Umsetzen von Gruppen- auf Einzelhaltung		1,9	7,6	1,9 nach 80 min
Bergeron et al. (2002)	300 km Transport LKW		12,3	16,8	
	Transport Flugzeug			15,3	
Cronin et al. (2003)	43 h aufgesetzter Maulkorb	Kelpies n = 8			2,8 nach 2h 2,3 nach 21h 2,2 nach 24 h
Köhler (2004)	Vermisstensuche Sommer 2 x 20 min	n = 22	1,5	2,4	2,6 nach 120min
	Lawinensuche Winter 2 x 20 min		1,8	1,6	3,0 nach 120 min
Wust (2006)	Vermisstensuche 2 x 20 min	n = 19	9,7 – 14,8	8,2 – 13,3	12,0 – 14,9 nach 60 min
Köhler (2004)	Laufen Sommer 2 x 20 min	n = 22	2,2	3,6	3,3 nach 120 min
	Laufen Winter 2 x 20 min		2,3	1,8	2,2 nach 120 min

2.5.3 Kortisolmetaboliten im Kot

Die Bestimmung der Kortisolmetaboliten-Konzentration im Kot ist eine nicht-invasive Methode, um den Kortisolspiegel eines Tieres zu bestimmen. Kotproben können gesammelt werden ohne das Tier zu beeinflussen (PALME UND MÖSTL, 1997). Ursprünglich war die Bestimmung von Steroiden im Kot vorgesehen, um den Reproduktionsstatus von Tieren zu bestimmen, die in Zoos, auf Farmen oder in der Wildnis leben (SCHWARZENBERGER ET AL. 1996). Bei solchen Tieren ist eine Blutkontrolle nur mit großem Aufwand oder gar nicht durchzuführen. PALME ET AL. (1996) konnten die Menge der ausgeschiedenen Steroidmetaboliten und die Dauer bis zur Ausscheidung abhängig von der Ausscheidungsform (Urin oder Kot) und von der Tierart bestimmen. Beim Schaf erschienen 90 % der Kortisolmetaboliten des zuvor intravenös applizierten und radioaktiv markierten Kortisols nach 1,16 Tagen im Kot, beim Pony nach 2,02 Tagen und beim Schwein nach 1,88 Tagen. Untersuchungen an Hunden zeigten, dass intravenös appliziertes Kortisol zu 23 % über den Kot ausgeschieden wurde und die höchsten Konzentrationen 24 ± 4 Stunden nach Applikation gefunden wurden (SCHATZ UND PALME, 2001). SCHATZ UND PALME (2001) kamen zu dem Schluss, dass die Messung von Kortisolmetaboliten im Kot eine brauchbare nicht-invasive Methode zur Stressmessung bei Fleischfressern ist.

2.6 Hämatologische und klinisch-chemische Parameter

2.6.1 Hämatologische Parameter

Physiologische Grundlagen

Die hämatologischen Parameter sind die zellulären Bestandteile (Erythrozyten, Leukozyten, Thrombozyten) des Blutes. Dazu gehört ebenfalls die Bestimmung des Hämatokrit (HCT) und des Hämoglobins (Hb). Der Hämatokrit gibt den prozentualen Anteil der zellulären Bestandteile am Gesamtblut wieder und hängt von der Zahl und Größe der Erythrozyten sowie dem Plasmavolumen ab (KRAFT UND DÜRR, 2005). Das Hämoglobin ist der rote Blutfarbstoff in den Erythrozyten und ist für den Sauerstofftransport zuständig (GASSMANN UND LUTZ, 2005). Eine Erhöhung des Hämatokrits zusammen mit Hämoglobin und den Erythrozyten kann z.B. auf eine Dehydratation hinweisen (KRAFT UND DÜRR, 2005). D.h. durch einen Wasserverlust liegt eine relative Polyglobulie vor. Aber auch durch Angst, Erregungszustände und Anstrengung kann es zu einer Erhöhung der Erythrozytenzahl kommen. Natürlich können auch diverse Krankheiten zu einer Veränderung der Werte führen (KRAFT UND DÜRR, 2005).

Auch die Leukozyten reagieren empfindlich auf Stress, hervorgerufen durch Angst, Anstrengung oder Erregungszustände und auf Erkrankungen. Die Gesamtzahl der Leukozyten setzt sich aus den Lymphozyten, Monozyten und den neutrophilen, eosinophilen und basophilen Granulozyten zusammen (GASSMANN UND LUTZ, 2005). Das Blut ist Transport- und Verteilungssystem für die Leukozyten. Die Erfassung der aktuellen Leukozytenzahl im Blut gibt Aufschluss über die Reaktionslage des Abwehrsystems. Nur etwa die Hälfte aller Leukozyten zirkuliert im Blut, die andere Hälfte ist an das Endothel der kleineren Gefäße angeheftet und wird als marginaler Pool bezeichnet (GASSMANN UND LUTZ, 2005). Eine Erhöhung der Leukozyten, also eine Leukozytose kann durch diverse Krankheiten, eine Entzündung, belastende Situationen (Stress, Anstrengung, Angst, Aufregung) und der damit verbundenen Ausschüttung von Hormonen, wie Kortisol und Adrenalin hervorgerufen werden (GASSMANN UND LUTZ, 2005; KRAFT UND DÜRR, 2005; WILLARD UND TVEDTEN, 2006). In Stresssituationen resultiert die Leukozytose hauptsächlich aus einer Freisetzung der Leukozyten aus dem marginalen Pool (GASSMANN UND LUTZ, 2005; WILLARD UND TVEDTEN, 2006). Besonders beim Hund kann eine durch Stress hervorgerufene Leukozytose mit einer Lymphopenie und einer geringgradigen bis mittelgradigen Monozytose beobachtet werden (WILLARD UND TVEDTEN, 2006). Auch DÖCKE (1994) schreibt, dass unter Glukokortikoidwirkung die Gesamtzahl der Leukozyten, der

Thrombozyten und der Erythrozyten zunimmt, während die Lymphozyten abnehmen. Die Thrombozyten sind die Blutplättchen, sie dienen der Blutstillung im Rahmen von Gefäßverletzungen (KASPERS UND GÖBEL, 2005). Etwa ein Viertel bis ein Drittel der Thrombozyten werden in der Milz sequestriert, daher kommt es bei Aufregung und der damit verbunden Kontraktion der Milz zu einer Erhöhung der Thrombozyten im Blut (WILLARD UND TVEDTEN, 2006).

Einflussfaktoren auf die hämatologischen Parameter

Körperliche Aktivität

Veränderungen der hämatologischen Parameter werden in der Literatur nach gezielter körperlicher Belastung von Laborhunden auf dem Laufband und nach körperlicher Belastung von Sporthunden beschrieben.

Den Einfluss der körperlichen Aktivität durch Laufbandbelastung auf die hämatologischen Parameter haben WAGNER ET AL. (1977) und READY UND MORGAN (1984) dokumentiert. Ausschlaggebend war der Trainingszustand der Hunde und die Arbeitslast. Eine untrainierte Gruppe von Hunden zeigte signifikant höhere Ausgangswerte für Hämoglobin, die Erythrozytenzahl und den Hämatokrit als eine trainierte Gruppe. In beiden Gruppen kam es zu einem Abfall der Leukozyten nach den Trainingseinheiten (READY UND MORGAN, 1984). Bei WAGNER ET AL. (1977) resultierte eine gesteigerte Arbeitslast in erhöhten Werten des Hämoglobins und des Hämatokrits. BJOTVEDT ET AL. (1984), LASSEN ET AL. (1986), DOBSON ET AL. (1988), SNOW ET AL. (1988), ILKIW ET AL. (1989) UND ROSE UND BLOOMBERG (1989) haben die hämatologischen Parameter von Rennhunden vor und nach Sprintrennen und über eine Rennsaison von 16 Wochen untersucht. In diesen Studien wurde stets eine Erhöhung der Leukozyten sowie der Erythrozyten und des Hämatokrits und Hämoglobins nach den Rennen festgestellt (siehe Tabelle 4). ROSE UND BLOOMBERG (1989) machten keine genauen Angaben, beschrieben aber einen signifikanten Anstieg der Leukozyten nach dem Rennen. LASSEN ET AL. (1986) gaben an, dass sich über die gesamte Rennsaison der Hämoglobingehalt und die Zahl der Erythrozyten nicht veränderte, die Leukozytenzahl aber einen signifikanten Anstieg zeigte.

BURR ET AL. (1997) untersuchten Schlittenhunde nach Renndistanzen über 1770 km und 274 km. Der Hämoglobingehalt war nach beiden Renndistanzen signifikant niedriger als der Ausgangswert. Im 274 km langen Rennen war zusätzlich der Hämatokrit und die Zahl der Erythrozyten nach dem Rennen erniedrigt.

Bei Spürhunden die zur Suche nach Personen oder Suchtstoffen eingesetzt werden fallen die Veränderungen der hämatologischen Parameter wesentlich geringer aus.

KÖHLER (2004) hat Rettungshunde bei einer 2 x 20-minütigen Vermisstensuche im Sommer und einer Lawinensuche im Winter untersucht. Nur bei der Vermisstensuche im Sommer war ein leichter Anstieg des Hämatokrit unmittelbar nach der Suche zu verzeichnen, der in der Erholung unter den Ausgangswert fiel. Bei Suchtgifthunden zeigte sich nach einer 15-minütigen Suche eine Erhöhung des Hämatokrit von 51 % auf 53 %. Hämoglobin, Erythrozyten, Leukozyten sowie Lymphozyten und Monozyten zeigten dagegen eine Tendenz zum Abfall nach der Suche (STRASSER ET AL., 1993)

Tabelle 4: Übersicht über die hämatologischen Parameter von Greyhounds vor und nach Sprintrennen und in der Erholung

Autor und Tierzahl	Sprintlänge und Dauer	Parameter	vorher	nachher	Erholung
Ilkiw et al. (1989) n = 16	722 m	RBC x 10 ¹² /l	8,4	9,4	7,9 nach 180 min
		Hb g/dl	19,7	22,5	18,3 nach 180 min
		WBC x 10 ⁹ /l	6,3	7,8	8,5 nach 180 min
		Lym x 10 ⁹ /l	1,4	2,1	1,1 nach 180 min
		Mono x 10 ⁹ /l	0,4	0,5	0,5 nach 180 min
Dobson et al. (1988)	800 m	HCT %	56,5	65,7	
Snow et al. (1988) n = 23	235 m	RBC x 10 ¹² /l	7,6	9,3	8,5 nach 30 min
		Hb g/dl	19,7	23,7	21,8 nach 30 min
		HCT %	54,7	64,2	59,4 nach 30 min
		WBC x 10 ⁹ /l	8,0	10,0	8,8 nach 30 min
	420 m	RBC x 10 ¹² /l	7,9	9,6	8,7 nach 30 min
		Hb g/dl	19,2	24,0	21,6 nach 30 min
		HCT %	53,4	64,2	59,6 nach 30 min
		WBC x 10 ⁹ /l	8,5	10,1	8,7 nach 30 min
Lassen et al. (1986) n = 57	16-wöchige Rennsaison	RBC x 10 ¹² /l	7,4	7,3	
		Hb g/dl	20,8	20,5	
		WBC x 10 ⁹ /l	8,1	11,3	
		Lymph x 10 ⁹ /l	2,1	2,9	
Bjotvedt et al. (1984)	503 m	RBC x 10 ¹² /l	8,3	9,6	
		Hb g/dl	21,4	24,3	
		WBC x 10 ⁹ /l	7,1	6,9	

Psychische Stressoren

Der Einfluss von psychischem Stress auf die hämatologischen Parameter wurde bisher nur wenig untersucht. CLARK ET AL. (1997) haben Hunde in Einzelhaltung mit visuellem und akustischem Kontakt zu ihren Artgenossen und unterschiedlichen Auslaufvarianten untergebracht (einzeln, zu zweit, kurzes aus dem Käfig holen oder kein Auslauf). Zwischen den Auslaufformen zeigte sich keine Veränderung in der

Anzahl der Leukozyten. Über den gesamten Verlauf der Studie fielen die Leukozyten jedoch ab. NIEPAGE ET AL. (1978) setzten Schäferhund-Mischlinge verschiedenen psychischen und physischen Stressoren aus und konnte nach beiden Stressoren einen Anstieg der Erythrozyten, des Hämoglobins und der Leukozyten feststellen. Die genauen Werte sind der Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 5: Hämatologische Parameter beim Hund nach physischer und psychischer Belastung nach NIEPAGE ET AL. (1978)

	Morgens im Stall	Direkt nach Verbringen auf Labortisch	Nach einer Stunde Ruhe auf dem Labortisch	Nach 10 min Laufen bei 7 km/h	Nach 10 min Laufen bei 12 km/h
RBC x 10¹²/l	7,29	7,51	6,57	7,58	7,79
Hb g/dl	18,8	19,3	16,2	19,0	20,1
WBC x 10⁹/l	11,5	12,1	10,6	12,8	14,5

2.6.2 Muskelstoffwechsel

Physiologische Grundlagen

Die Skelettmuskulatur besteht aus roten und weißen Muskelfasern. Die roten Fasern haben einen überwiegend aeroben Stoffwechsel und sind auf Haltefunktionen spezialisiert. Weiße Muskelfasern können schnell viel Kraft entwickeln, gewinnen ihre Energie durch anaerobe ATP-Synthese aus Glukose und ermüden schnell. Eine weitere Form von roten Muskelfasern kann Energie durch aeroben und anaeroben Stoffwechsel gewinnen. Sie sind schnell und ausdauernd, entwickeln aber nur weniger starke Kräfte. Durch Hydrolyse von ATP wird Energie für die Muskelkontraktionen gewonnen. Bei ausreichender Sauerstoffversorgung der Muskulatur kann die Energie auf dem aeroben Wege in der roten Muskulatur gebildet werden. Diese Form der Energiegewinnung liefert kontinuierlich, aber langsam ATP aus freien Fettsäuren und Glukose. Für die schnelle ATP-Synthese bei nicht ausreichender Sauerstoffzufuhr findet in den weißen Muskelfasern die anaerobe Glykolyse statt. Dabei kommt es zur Bildung von beträchtlichen Laktatmengen, die ins Blut abgegeben werden (KOOLMAN UND RÖHM, 1998; SZENTKUTI, 2005).

Die Kreatinkinase ist ein muskelspezifisches Enzym und liefert schnell ATP aus Kreatinphosphat (KOOLMAN UND RÖHM, 1998). Kommt es zu einer Schädigung der Muskulatur, tritt die Kreatinkinase ins Blut über und dient zum einen als Indikator für Skelett- und Herzmuskelerkrankungen, aber auch für Schäden der Muskelfasern, hervorgerufen durch starke Belastung der Muskulatur bei körperlicher Arbeit, sowie durch Aufregung (KRAFT UND DÜRR, 2005). Anhaltende Erhöhungen signalisieren eine aktive Muskelfaserzerstörung (WILLARD UND TVEDTEN, 2005).

Die in der Literatur angegebenen Referenzwerte für Laktat liegen zwischen 0,22 und 2,90 mmol/l, die für die Kreatinkinase (CK) laborabhängig bis 460 IU/l (KRAFT UND DÜRR, 2005; WILLARD UND TVEDTEN, 2006).

Einflussfaktoren auf Laktat und Kreatinkinase

Körperliche Aktivität

Der Einfluss der körperlichen Aktivität auf den Muskelstoffwechsel wurde sowohl an Laborhunden durch standardisierte Laufbandbelastungen untersucht als auch an verschiedenen Sport- und Arbeitshunden. SANDERS UND BLOOR (1975), BAKER ET AL. (1985) und CHANOIT ET AL. (2002) haben Laborhunde einer gezielten körperlichen Belastung auf dem Laufband ausgesetzt. BAKER ET AL. (1985) erfassten dabei den Einfluss von Kühlung (Eispackete am Brustkorb der Hunde) auf die Laktatkonzentration. Diese lag bei gleicher Laufbelastung mit Kühlung signifikant niedriger als ohne. SANDERS UND BLOOR (1975) verzeichneten keine erkennbare Veränderung der Laktatkonzentration durch die Laufbelastung, beschreiben aber, wie auch CHANOIT ET AL. (2002) eine Erhöhung der Kreatinkinasewerte nach der Laufbelastung, die nach der Erholungsphase wieder den Ausgangswert erreichen. WAGNER ET AL. (1977) konnten bei ihren Versuchen einen Anstieg des Laktatgehaltes mit erhöhter Arbeitslast feststellen.

Die Veränderung der Muskelwerte von Sport- und Arbeitshunden wurden in Feldversuchen untersucht. Sprintrennen, die je nach Renndistanz nur wenige Sekunden dauern, bewirkten signifikante Anstiege der Laktatwerte direkt nach den Rennen auf bis zu 32,50 mmol/l. Ein Zeichen dafür, dass die Energiegewinnung hauptsächlich im anaeroben Bereich stattfand (BJOTVEDT ET AL., 1984; DOBSON ET AL., 1986; SNOW ET AL., 1988; ROOSE UND BLOOMBERG, 1989; ILKIW ET AL., 1989). Die Kreatinkinase verhielt sich ähnlich. Sie stieg nach den Rennen signifikant an und erreichte Werte von maximal 229 IU/l (BJOTVEDT ET AL., 1984; SNOW ET AL., 1988; ILKIW ET AL., 1989).

LASSEN ET AL. (1986) haben Rennhunde (n = 57) über eine 16-wöchige Rennsaison verfolgt. In den ersten 13 Wochen kam es zunächst zu einem Anstieg der CK-Ruhewerte von 65 IU/l (Woche 1) auf 114 IU/l (Woche 4). Am Ende der Saison fiel der CK-Ruhewert wieder auf 87 IU/l (Woche 16) ab.

Bei Schlittenhunden konnten ebenfalls Veränderungen der Muskelparameter Laktat und Kreatinkinase gemessen werden. HINCHCLIFF ET AL. (1998) und BURR ET AL. (1997) bestimmten die CK-Werte nach einem Schlittenhunderennen über 1600 km und fanden heraus, dass Hunde die das Rennen vorzeitig abbrachen höhere CK-Werte hatten als Hunde, die das Rennen beenden konnten. HINCHCLIFF ET AL. (1996) dagegen fanden bei einem 1600 km langen Schlittenhundrennen bei den Hunden die das Rennen abbrachen niedrigere CK-Wert (456 IU/l) als bei Hunden, die das Rennen beendeten (526 IU/l). Bei den Laktatwerten konnte nach

Schlittenhunderennen sowohl ein Anstieg der Werte, als auch ein Abfall beobachtet werden. Bei Rettungshunden konnte nach einer 2 x 20-minütigen Vermisstensuche im Sommer und einer gleichlangen Lawinensuche im Winter ein Anstieg der CK-Werte aber kein Anstieg der Laktatwerte gemessen werden (KÖHLER, 2004). Dagegen verursachte eine 15-minütige Apportierarbeit einen Anstieg von CK und Laktat (MATWICHUCK ET AL., 1999). Eine Zusammenstellung der in verschiedenen Studien gemessenen CK- und Laktatwerte sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

Weitere Einflussfaktoren

Ein Einfluss der Uhrzeit der Probennahme, des Gewichts, des Geschlechts oder der Rasse eines Hundes auf die CK-Konzentration konnte bei HEFFRON ET AL. (1976) nicht nachgewiesen werden. Ebenso fand KELLER (1981) keine signifikanten Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Hunden (n = 190) des gleichen Alters (> 7 Monate).

Tabelle 6: Übersicht über die Werte von Laktat und CK vor und nach unterschiedlichen Belastungsformen und nach Erholung

Autor	Belastungsform	Rasse und /oder Anzahl der Hunde	Parameter	vorher	nachher	Erholung
Bjotvedt et al. (1984)	Sprintrennen 503 m	Greyhounds n = 7	Laktat mmol/l	0,9	24,6	
			CK IU/l	59,9	229,3	
Ilkiw et al. (1989)	Sprintrennen 722 m	Greyhounds n = 16	CK IU/l	119,0	218,0	425,0 nach 180 min
Snow et al. (1988)	Sprintrennen 235 m	Greyhounds n = 23	Laktat mmol/l	0,8	11,4	3,4 nach 30 min
			CK IU/l	32,8	39,2	33,4 nach 30 min
	Sprintrennen 420 m		Laktat mmol/l	0,7	13,2	4,9 nach 30 min
			CK IU/l	23,1	58,7	28,3 nach 30 min
Dobson et al. (1988)	Sprintrennen 800 m	Greyhounds	Laktat mmol/l	0,2	3,6	
Lassen et al. (1986)	Rennsaison 16 Wochen	Greyhounds n = 57	CK IU/l	65,0	87,0	
Ready und Morgan (1984)	Schlittenhunderennen 6,5 km	Sibirien Husky n = 5	Laktat mmol/l		3,06	
Hinchcliff et al. (1996)	Schlittenhunderennen 1600 km	n = 24	CK IU/l		526,0	
Burr et al. (1997)	Schlittenhunderennen 1770 km	n = 17	Laktat mmol/l	0,9	1,3	
	Schlittenhunderennen 274 km	n = 21	Laktat mmol/l	1,3	1,0	
Hinchcliff et al. (1998)	Schlittenhunderennen 1770 km	n = 111	CK IU/l		840,0	
Köhler (2004)	Laufen Sommer 2 x 20 min	n = 22	Laktat mmol/l	2,1	1,8	1,6 nach 120 min
			CK IU/l	51,6	78,4	87,0 nach 120 min
	Laufen Winter 2 x 20 min		Laktat mmol/l	1,8	2,0	1,7 nach 120 min
			CK IU/l	54,6	65,2	85,6 nach 120 min
Sanders und Bloor (1975)	Laufband 21 km	n = 3	Laktat mmol/l	2,3	2,6	
			CK IU/l	28,0	49,0	
Wagner et al. (1977)	Laufband 30 min 6,4 km/h, 10 %	n = 7	Laktat mmol/l	0,9	1,9	
	Laufband 30 min 8,0 km/h, 16 %	n = 5	Laktat mmol/l	1,5	2,8	
Chanoit et al. (2002)	Laufband 60 min 9 km/h	Beagle n = 6	CK IU/l		151,0	
Strasser et al. (1993)	Suchtgiftsuche 15 min	n = 10	Laktat mmol/l	1,6	1,7	
			CK IU/l	54,5	37,2	
Matwichuck et al. (1999)	Dummyarbeit 10 min	Lab. Retr. n = 14	Laktat mmol/l	1,3	3,57	0,8 nach 120 min
			CK IU/l	105,0	143,0	
Köhler (2004)	Vermisstensuche Sommer 2 x 20 min	n = 22	Laktat mmol/l	2,0	1,8	1,7 nach 120 min
			CK IU/l	45,4	66,0	73,0 nach 120 min
	Lawinensuche Winter 2 x 20 min		Laktat mmol/l	1,6	2,0	2,0 nach 120 min
			CK IU/l	63,9	96,8	105,4 nach 120 min

2.6.3 Leber

Physiologische Grundlagen

Die Leber spielt eine zentrale Rolle im Lipid-, Kohlehydrat-, Eiweiß-, und Hormonstoffwechsel, dient der Ausscheidung von Toxinen und der Synthese von Gallensäuren (SILBERNAGEL UND DESPOPOULOS, 2003; SALLMANN UND FUHRMANN, 2005). Als Indikator für die Gesundheit der Leber dienen Leberenzyme, die bei Leberschädigungen vermehrt im Blut zu finden sind. Die Alanin-Amino-Transferase (ALT) ist beim Hund leberspezifisch und erlaubt, im Zusammenhang mit anderen Enzymen und Muskelwerten, eine Differenzierung zwischen Muskel- und Lebererkrankungen. Eine Erhöhung bis zum Dreifachen der Aktivität ist als leichte, eine Erhöhung über das dreifache als hochgradige zu werten. Die Aspartat-Amino-Transferase (AST) findet sich in verschiedenen Geweben mit unterschiedlicher Aktivität. Ihre Aktivität ist in der Herz- und Skelettmuskulatur deutlich höher als in der Leber, so dass erhöhte Werte im Blut v.a. auf Muskelschädigungen hinweisen. Eine Erhöhung der AST auf das Doppelte ist als leichte, eine Erhöhung auf das Dreifache als schwere zu werten (KRAFT UND DÜRR, 2005).

Die Alkalische Phosphatase (AP) ist fast in allen Geweben zu finden, reagiert beim Hund aber besonders empfindlich auf cholestatische Zustände und ist daher ein sensibler Indikator in der Leberdiagnostik. Ab einer dreifachen Erhöhung wird die AP diagnostisch relevant. Da ihre Aktivität stark altersabhängig ist, muss das Alter des Tieres bei der Beurteilung berücksichtigt werden (KRAFT UND DÜRR, 2005; MÜLLER, 2005). MÜLLER (2005) schreibt, dass die AP bei großwüchsigen Hunden bis zum Alter von 6 Monaten deutlich über den allgemeinen Referenzwerten liegt. Bei ALT, AST und AP sind bereits ab einem Alter von 4 Jahren häufiger Erhöhungen über das Dreifache des oberen Referenzwertes zu finden.

Der Einfluss des Geschlechts auf die Enzymkonzentrationen im Plasma wurde von KELLER (1981) untersucht. Er konnte keinen Geschlechtsunterschied bei Hunden im Alter über 7 Monate nachweisen.

Die in der Literatur angegebenen Referenzwerte liegen für ALT bei 10 bis 94 IU/l (KRAFT UND DÜRR, 2005; WILLARD UND TVEDTEN, 2006), für AST bei 10 bis 62 IU/l (KRAFT ET AL., 2005; WILLARD UND TVEDTEN, 2006) und für AP bei 0 bis 530 IU/l in Abhängigkeit vom Alter der Hunde (KRAFT UND DÜRR, 2005; WILLARD UND TVEDTEN, 2006). KRAFT UND DÜRR (2005) geben sieben Altersklassen für die Referenzbereiche der AP an: bis drei Monate bis 530 IU/l, 3 - 6 Monate bis 440 IU/l, 6 - 12 Monate bis

250 IU/l, 12 - 24 Mo bis 146 IU/l, 2 - 8 Jahre bis 100 IU/l, 8 - 10 Jahre bis 122 IU/l und über 10 Jahre bis 183 IU/l.

Einflussfaktoren auf die Leberwerte

Körperliche Aktivität

In verschiedenen Studien konnte durch Laufbandbelastung nur eine geringe Veränderung der Enzyme festgestellt werden. SANDERS UND BLOOR (1975) wiesen nach einem 21 km Lauf eine leichte Erhöhung der AST und der ALT nach. CHANOIT ET AL. (2002) fanden keine signifikante Veränderung der Werte für AST nach einem 60-minütigen Lauf bei 9 km/h.

Dagegen zeigen Sport- und Arbeitshunde deutlichere Veränderungen der Enzymwerte nach Belastung. So haben BJOTVEDT ET AL. (1984), SNOW ET AL. (1988) und ILKIW ET AL. (1989) die Enzymaktivität während Sprintrennen untersucht. Die Werte für AST, ALT und AP zeigten in allen drei Studien direkt nach den Rennen eine Erhöhung im Vergleich zu den Ausgangswerten. Nach einer Erholungsphase von 30 min bzw. 180 min war ein Abfall von ALT und AP auf die Ausgangswerte zu verzeichnen. Die AST als muskelspezifisches Enzym sank nur leicht ab (SNOW ET AL., 1988; ILKIW ET AL., 1989). LASSEN ET AL. (1986) haben bei Rennhunden (n = 57) über eine 16-wöchigen Rennsaison die ALT und die AP bestimmt. Beide Werte zeigten am Ende der Rennsaison eine signifikante Verringerung im Vergleich zu den Ausgangswerten.

HINCHCLIFF ET AL. (1993) bestimmten die Leberenzyme während des Yukon-Quest-Schlittenhunderennens an drei Stützpunkten. Die AST zeigte über das Rennen einen Anstieg, die Werte für ALT und AP fielen kontinuierlich bis zum Ende ab. QUERENGAESSER ET AL. (1994) untersuchten einen 24-wöchigen Trainingseffekt auf ALT und konnten keine Veränderung der ALT-Konzentration feststellen. HINCHCLIFF ET AL. (1996 UND 1998) konnten bei vorzeitig aus dem Rennen ausgeschiedenen Hunden höhere AST-, ALT- und AP-Konzentrationen messen, als bei den erfolgreichen Hunden. BURR ET AL. (1997) beschreiben einen Anstieg der ALT, AST und AP über ein 1600 km langes und ein 274 km langes Rennen.

Auch bei Such- und Rettungshunden sind in Feldversuchen die Leberenzyme bestimmt worden. Eine 15-minütige Suche nach Suchtstoffen verursachte eine Erniedrigung der AST und der AP (STRASSER ET AL., 1993). Bei der Dummyarbeit über 10 Minuten kam es dagegen zu einer Erhöhung der Werte für ALT und AP (MATWICHUCK ET AL., 1990). Von KÖHLER (2004) wurde die Veränderung in der Konzentration der Leberenzyme nach einer Vermisstensuche im Sommer und einer

Lawinensuche im Winter gemessen. Dabei zeigten sich keine Veränderung der ALT- und AP-Werte im Sommer, im Winter stiegen beide Werte an. Genaue Angaben zu den Leberenzymen vor und nach verschiedenen Belastungsformen sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7: Übersicht über die Leberenzyme vor und nach verschiedenen Belastungsformen und nach der Erholung

Autor	Belastungsform	Rasse und /oder Anzahl der Hunde	Parameter	vorher	nachher	Erholung
Bjotvedt et al. (1984)	Sprintrennen 503 m	Greyhounds n = 7	AP IU/l	26,7	88,0	
			AST IU/l	46,0	85,7	
			ALT IU/l	34,3	78,9	
Ilkiw et al. (1989)	Sprintrennen 722 m	Greyhounds n = 16	AP IU/l	32,0	42,0	33,0 nach 180 min
			AST IU/l	29,0	60,0	55,0 nach 180 min
			ALT IU/l	46,0	89,0	50,0 nach 180 min
Snow et al. (1988)	Sprintrennen 235 m	Greyhounds n = 23	AST IU/l	8,6	14,1	12,8 nach 30 min
	Sprintrennen 420 m		AST IU/l	9,3	16,0	14,2 nach 30 min
Lassen et al. (1986)	Rennsaison 16 Wochen	Greyhounds n = 57	AP IU/l	28,0	24,0	
			ALT IU/l	48,0	42,0	
Hinchcliff et al. (1996)	Schlittenhunderennen 1600 km	n = 24	AP IU/l		33,0	
			AST IU/l		86,0	
			ALT IU/l		98,0	
Burr et al. (1997)	Schlittenhunderennen 1770 km	n = 17	AP IU/l	41,4	50,3	
			AST IU/l	39,8	94,3	
			ALT IU/l	103,1	103,6	
	Schlittenhunderennen 274 km	n = 21	AP IU/l	35,8	90,6	
			AST IU/l	26,9	262,8	
			ALT IU/l	56,4	144,7	
Hinchcliff et al. (1998)	Schlittenhunderennen 1770 km	n = 111	AP IU/l		47,0	
			AST IU/l		105,0	
			ALT IU/l		95,0	
Köhler (2004)	Laufen Sommer 2 x 20 min	n = 22	AP IU/l	32,5	32,2	33,9 nach 120 min
			ALT IU/l	35,0	34,8	35,9 nach 120 min
	Laufen Winter 2 x 20 min		AP IU/l	36,1	40,0	37,8 nach 120 min
			ALT IU/l	38,2	44,1	44,1 nach 120 min
Sanders und Bloor (1975)	Laufband 13 Meilen	n = 3	AST IU/l	14,0	16,0	
			ALT IU/l	29,0	32,0	
Strasser et al. (1993)	Suchtgiftsuche 15 min	n = 10	AP IU/l	36,0	30,8	
			AST IU/l	15,3	13,1	
Matwchuck et al. (1999)	Dummysuche 10 min	Lab. Retr. n = 14	AP IU/l	43,0	46,0	
			ALT IU/l	64,0	66,0	
Köhler (2004)	Vermisstensuche Sommer 2 x 20 min	n = 22	AP IU/l	38,8	38,5	36,7 nach 120 min
			ALT IU/l	36,8	37,5	38,5 nach 120 min
	Lawinensuche Winter 2 x 20 min		AP IU/l	38,3	37,4	35,8 nach 120 min
			ALT IU/l	41,8	42,4	42,9 nach 120 min

2.6.4 Niere

Physiologische Grundlagen

Harnstoff und Kreatinin sind Stoffwechselprodukte, die als harnpflichtige Substanzen bezeichnet werden. Harnstoff ist das Stoffwechselendprodukt sowohl des endogenen Proteinabbaus als auch des durch die Nahrung zugeführten Proteins. Kreatinin ist ein Produkt des Muskelstoffwechsels und ist nahrungsunabhängig. Beide Stoffe werden über die Niere ausgeschieden. Ist die Niere in ihrer Tätigkeit eingeschränkt, steigt ihre Konzentration im Blut. Beide Parameter sind leicht zu bestimmen und somit gut zur Kontrolle der Nierentätigkeit geeignet (KRAFT UND DÜRR, 2005). Da Harnstoff durch extrarenale Faktoren beeinflusst werden kann, sollten immer Harnstoff und Kreatinin zusammen bestimmt werden. Sind beide Werte erhöht, ist die Glomeruläre Filtrationsrate (GFR) erniedrigt (WILLARD UND TVEDTEN, 2005). Dies kann neben verschiedenen Erkrankungen auch durch Dehydratation verursacht werden (KRAFT UND DÜRR, 2005; WILLARD UND TVEDTEN, 2005). Die in der Literatur angegebenen Referenzwerte liegen für Harnstoff zwischen 3,3 mmol/l und 10,7 mmol/l und für Kreatinin zwischen 35,0 µmol/l und 150,0 µmol/l (KRAFT UND DÜRR, 2005; WILLARD UND TVEDTEN, 2006).

Einflussfaktoren auf Harnstoff und Kreatinin

Körperliche Aktivität

CHANOIT ET AL. (2002) konnten 10 Stunden nach einer 60-minütigen Laufbandbelastung von Hunden einen signifikanten Abfall der Kreatininkonzentration um 10% verzeichnen.

In Feldversuchen sind die Veränderungen der Nierenwerte bei Sport- und Arbeitshunden untersucht worden. Rennhunde zeigten direkt nach Sprintrennen bei SNOW ET AL. (1988) und ILKIW ET AL. (1989) keine signifikante Veränderung der Harnstoffkonzentration während BJOTVEDT ET AL. (1984) einen Anstieg der Harnstoffkonzentration unmittelbar nach einem Rennen finden konnten. Nach der Erholungsphase kam es in der Studie von ILKIW ET AL. (1989) zu einem signifikanten Abfall und bei SNOW ET AL. (1988) zu einem leichten Anstieg der Harnstoffkonzentration.

Die Kreatininkonzentration dagegen zeigte in allen Studien nach den Rennen einen Anstieg (BJOTVEDT ET AL., 1984; SNOW ET AL., 1988; ROOSE UND BLOOMBERG, 1989). In der Erholungsphase kam es in der Studie von SNOW ET AL. (1988) zu einem

Konzentrationsabfall, die Kreatininwerte der Rennhunde in der Studie von ROSE UND BLOOMBERG (1989) blieben erhöht.

Über eine Rennsaison von 16 Wochen haben LASSEN ET AL. (1986) die Kreatinin- und Harnstoffkonzentrationen von Rennhunden (n = 57) untersucht. Die Kreatininkonzentration stieg nach den ersten 8 Wochen signifikant an und blieb dann auf dem erreichten Niveau. Die Harnstoffkonzentration fiel in den ersten 8 Wochen signifikant und behielt dann ebenfalls das erreichte Niveau bei.

HINCHCLIFF ET AL. (1996, 1998) und BURR ET AL. (1997) haben bei Schlittenhunden über Rennen von 1600 km und 1770 km die Kreatinin- und Harnstoffwerte bestimmt. Die Hunde wurden in zwei Gruppen unterteilt. In Hunde, die ein Rennen vorzeitig abbrechen mussten und in Hunde, die ein Rennen beendeten. Die Kreatininwerte zeigten keinen Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Der Harnstoffgehalt dagegen lag bei den Hunden, die ein Rennen vorzeitig beenden mussten, signifikant niedriger. HINCHCLIFF ET AL. (1998) stellten eine positive Korrelation zwischen der Renndistanz und dem Harnstoffgehalt fest, die nicht auf einen Dehydratationszustand, sondern auf eine hohe Proteinaufnahme der Hunde während des Rennens zurückgeführt wurde.

Veränderungen der Harnstoff- und Kreatininwerte konnten auch bei Apportier-, Spür- und Rettungshunden nachgewiesen werden. Die Harnstoffkonzentrationen fielen nach einer 15-minütigen Suchtgiftsuche und einer 10-minütigen Dummyarbeit ab (STRASSER ET AL., 1993; MATWICHUCK ET AL., 1999), während sie sich bei Rettungshunden nach einer 2 x 20-minütigen Vermissten- und Lawinensuche nicht veränderten (KÖHLER, 2004). Die Kreatininkonzentration stieg nach der Vermissten- und Lawinensuche (KÖHLER, 2004) sowie nach der Suchtgiftsuche (STRASSER ET AL., 1993) an. Eine Übersicht über die Harnstoff- und Kreatininwerte in verschiedenen Belastungssituationen ist in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Übersicht über die Harnstoff- und Kreatininwerte vor und nach unterschiedlichen Belastungsformen und in der Erholung

Autor	Belastungssituation	Rasse und/oder Anzahl der Hunde	Parameter	vorher	nachher	Erholung
Bjotvedt et al. (1984)	Sprintrennen 503 m	Greyhounds n = 7	Hst mmol/l	7,8	11,9	
			Crea µmol/l	123,8	159,1	
Snow et al. (1988)	Sprintrennen 235 m	Greyhounds n = 23	Hst mmol/l	5,4	5,3	5,6 nach 30 min
			Crea µmol/l	123,0	146,0	141,0 nach 30 min
	Sprintrennen 420 m		Hst mmol/l	4,7	4,9	5,1 nach 30 min
			Crea µmol/l	118,0	144,0	139,0 nach 30 min
Ilkiw et al. (1989)	Sprintrennen 722 m	Greyhounds n = 16	Hst mmol/l	10,8	10,4	9,2 nach 180 min
Lassen et al. (1986)	Rennsaison 16 Wochen	Greyhounds n = 57	Hst mmol/l	11,0	8,9	
			Crea µmol/l	97,2	123,8	
Hinchcliff et al. (1996)	Schlittenhunderennen 1600 km	n = 24	Hst mmol/l		5,0	
			Crea µmol/l		53,0	
Hinchcliff et al. (1998)	Schlittenhunderennen 1770 km	n = 111	Hst mmol/l		13,2	
			Crea µmol/l		53,0	
Burr et al. (1997)	Schlittenhunderennen 1770 km	n = 17	Hst mmol/l	5,7	9,7	
			Crea mmol/l	61,9	53,0	
	Schlittenhunderennen 274 km	n = 21	Hst mmol/l	6,1	11,9	
			Crea µmol/l	70,7	88,4	
Chanoit et al. (2002)	Laufband 60 min	Beagle n = 6	Crea µmol/l		74,7	
Köhler (2004)	Laufen Sommer 2 x 20 min	Verschiedene n = 22	Hst mmol/l	6,2	6,1	5,9 nach 120min
			Crea mmol/l	87,5	90,8	89,2 nach 120 min
	Laufen Winter 2 x 20 min		Hst mmol/l	6,5	6,4	6,2 nach 120 min
			Crea µmol/l	88,4	88,0	88,4 nach 120 min
Matwihuck et al. (1999)	Dummysuche 10 min	Lab. Retriever n = 14	Hst mmol/l	7,3	6,9	
Köhler (2004)	Vermissensuche Sommer 2 x 20 min	Verschiedene n = 22	Hst mmol/l	6,4	6,4	6,2 nach 120 min
			Crea µmol/l	90,5	95,7	89,2 nach 120 min
	Lawinensuche Winter 2 x 20 min		Hst mmol/l	6,4	6,4	6,1 nach 120 min
			Crea µmol/l	82,7	90,8	89,2 nach 120 min
Strasser et al. (1993)	Suchtgiftsuche 15 min	n = 10	Hst mmol/l	16,2	13,7	
			Crea µmol/l	86,3	91,1	

2.6.5 Glukose

Physiologische Grundlagen

Glukose ist der Hauptnährstoff des Körpers. Damit die Versorgung der Zellen mit Glukose gewährleistet ist, muss der Glukosespiegel im Blut ständig reguliert werden. Ein spezielles Regulationssystem ist in der Lage in Krisensituationen schnell Glukose bereitzustellen, oder einen Überschuss zu speichern (STANGASSINGER, 2005). Insulin, Glukagon, Adrenalin und Kortisol sind für die Regulation des Blutglukosespiegels

verantwortlich. Braucht der Körper bei plötzlicher Belastung (z.B. Kampf und Fluchtsituationen) schnell Energie, wird Adrenalin freigesetzt, das in den Zellen den Glykogenabbau ankurbelt. Außerdem wird in Situationen mit starker Belastung Kortisol freigesetzt. Dieses bewirkt einen Blutzuckeranstieg durch Aktivierung der Glukoneogenese (MÖSTL, 2005). Der Nachweis einer erhöhten Glukosekonzentration im Blut dient somit als Indikator für belastende Situationen, die eine erhöhte Energiebereitstellung fordern.

Der Referenzbereich für Blutglukose liegt laut KRAFT UND DÜRR (2005) und WILLARD UND TVEDTEN (2006) zwischen 2,9 mmol/l und 6,7 mmol/l.

Einflussfaktoren auf die Glukosekonzentration

Körperliche Aktivität

WAGNER ET AL. (1977) und CHANOIT ET AL. (2002) konnten bei Hunden keine signifikanten Veränderungen der Glukosewerte durch gezielte Laufbandbelastung von Laborhunden bei unterschiedlicher Arbeitslast finden.

Die Veränderung der Glukosekonzentration von Sport- und Arbeitshunden nach der Belastung ist sehr unterschiedlich. Die Untersuchungen an Rennhunden zeigten in den Studien von SNOW ET AL. (1988), ILKIW ET AL. (1989) und ROSE UND BLOOMBERG (1989) einen signifikanten Anstieg der Glukosekonzentration nach dem Rennen. In der folgenden Erholungsphase kam es wieder zu einem Abfall auf Höhe des Ausgangsniveaus. BJOTVEDT ET AL. (1984) beschreiben dagegen einen Abfall der Glukosekonzentration nach einem Sprintrennen.

Die Ausdauerbelastung von Schlittenhunden resultiert in einem kontinuierlichen Anstieg der Glukosekonzentration über die Dauer des Rennens (HINCHCLIFF ET AL., 1993). Hunde, die ein Rennen vorzeitig beenden mussten, zeigten eine höhere Glukosekonzentration als Hunde, die das Rennen beendeten (HINCHCLIFF ET AL., 1996). Eine 15-minütige Suchtgiftsuche und eine 10-minütige Dummysuche dagegen verursachen nur eine Tendenz zur Zunahme der Glukosekonzentration (STRASSER ET AL., 1993; MATWICHUCK ET AL., 1999). Auch bei Rettungshunden konnten weder bei einer Lawinensuche, noch bei einer Vermisstensuche signifikante Veränderungen in der Glukosekonzentration gemessen werden (KÖHLER, 2004).

Eine Übersicht über die Blutglukosekonzentration bei verschiedenen Belastungsformen ist in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Übersicht über die Glukosekonzentration vor und nach verschiedenen Belastungssituationen und in der Erholung

Autor	Belastungssituation	Rasse und/oder Anzahl der Tiere	Glukosekonzentration in mmol/l		
			vorher	nachher	Erholung
Bjotvedt et al. (1984)	Sprintrennen 503 m	Greyhounds n = 7	5,38	3,38	
Snow et al. (1988)	Sprintrennen 235 m	Greyhounds n = 23	5,8	7,9	6,7 nach 30 min
	Sprintrennen 420 m		6,2	8,2	7,9 nach 30 min
Ilkiw et al. (1989)	Sprintrennen 722 m	Greyhounds n = 16	6,0	9,5	5,6 nach 180 min
Chanoit et al. (2002)	Laufband 60 min	Beagle n = 6		5,5	
Wagner et al. (1977)	Laufband 30 min 6,4 km/h bei 10 % Steigung	n = 7	4,0	4,1	
	Laufband 30 min 8,0 km/h bei 16 % Steigung	n = 5	4,5	4,4	
Köhler (2004)	Laufen Sommer 2 x 20 min	n = 22	5,7	5,7	5,5
	Laufen Winter 2 x 20 min		5,5	5,4	5,5
Strasser et al. (1993)	Suchtgiftsuche 15 min	n = 10	5,0	5,2	
Matwichuck et al. (1999)	Dummysuche 10 min	Lab. Retriever n = 14	5,4	6,0	
Köhler (2004)	Vermisstensuche Sommer 2 x 20 min	n = 22	5,4	5,8	5,6 nach 120 min
	Lawinensuche Winter 2 x 20 min		5,5	5,5	5,5 nach 120 min
Hinchcliff et al. (1996)	Schlittenhundrennen 1600 km	n = 56		4,8	

2.6.6 Immunglobulin G

Physiologische Grundlagen

Immunglobulin G (IgG) ist ein Monomer, das von den Effektorzellen der B-Lymphozyten gebildet wird. Es ist im Serum und im Gewebe lokalisiert, dient der Neutralisation von Toxinen und Viren, aktiviert das Komplementsystem und markiert befallene Zellen (GÖBEL UND KASPERS, 2005). Eine Hypoglobulinämie von IgG und IgA, sowie eine normale bis erniedrigte IgM-Konzentration deuten auf eine humorale Immunschwäche hin. Eine Hyperglobulinämie dagegen deutet auf eine dauerhafte Antigenstimulation, eine Entzündung, oder eine Belastung des Körpers durch Bakterien, Viren, Pilze, Protozoen und Parasiten, sowie auf eine immunmedierte Erkrankung oder Neoplasie hin (WILLARD UND TVEDTEN, 2006). Die in der Literatur angegebenen Referenzwerte für IgG liegen zwischen 9,25 g/l und 14,45 g/l (GÖBEL UND KASPERS, 2005; WILLARD UND TVEDTEN, 2005). Ein Einfluss des Alters auf die IgG-Konzentration konnten HOGENSECH ET AL. (2004) nicht nachweisen.

2.7 Verdauung

Physiologische Grundlagen

Bei der Verdauung wird die Nahrung im Magen gespeichert, zerkleinert und homogenisiert. Im Dünndarm wird der Chymus mit den Verdauungssekreten vermischt, Nährstoffe resorbiert und zum Kolon weitertransportiert. Im Kolon wird der Darminhalt durchmischt, eingedickt und bis zur Entleerung gespeichert. Die gastrointestinale Motilität zeigt nach der Nahrungsaufnahme und in Phasen, in denen keine Verdauung stattfindet für jede Phase charakteristische Motilitätsmuster. Zum einen das postprandiale Motilitätsmuster nach Nahrungsaufnahme, zum anderen der interdigestiv wandernde myoelektrische Motorkomplex (MMC) in den Verdauungspausen. Der MMC besteht aus drei Phasen, die sich durch ansteigende elektrische und motorische Aktivität unterscheiden. Diese sind für den Transport der Nahrung und die Reinigung des Verdauungsapparates zuständig (VAUPEL, 2005).

Kommt es zu Störungen in den Motilitätsmustern (gesteigerte Motilität, fehlende Motilität), beim Transport, der Reservoirfunktion, der Verdauung oder der Resorption, kann Diarrhö entstehen. Störungen können u.a. durch psychischen und physischen Stress, wie überhöhte Muskelaktivität, soziale Auseinandersetzungen (DÖCKE, 1994), schlechte Haltungsbedingungen, anstrengende Trainingsstunden (BEERDA ET AL. 1997) hervorgerufen werden und Diarrhö auslösen.

Einflussfaktoren auf die Verdauung

Die physiologische Verdauung kann durch Parasiten (z.B. Giardien, Kokzidien, *Txocara canis*, *Dipylidium caninum*), bakterielle (z.B. *E. coli*, Salmonellen, *Campylobacter*) und virologische (z.B. Parvoviren, Coronaviren) Erreger gestört werden (Eckert et al., 2005). Die Verdauungsfunktion von klinisch gesunden Hunden kann aber auch durch Stress beeinflusst werden. In der Arbeit von MUELAS ET AL. (1993) wurde der Einfluss von psychischem Stress, bestehend aus körperlicher Fixierung des Hundes, auf den MMC und das postprandiale Motilitätsmuster untersucht. Die Ergebnisse zeigten ein völliges Fehlen des charakteristischen MMC Musters in der Verdauungspause und einen Anstieg im Verhältnis der Aktionsphasen zu den langsamen Wellen von 3,1 % vor dem Stress - Stimulus auf 84,5 % nach Stress-Stimulus im Jejunum. Das bedeutet, die Motilität war deutlich erhöht. Wurde der Stress-Stimulus nach Nahrungsaufnahme gesetzt, konnte auch hier eine deutliche Steigerung der Aktionsphasen festgestellt werden. Die erhöhte Motilität hielt so lange an wie die Tiere dem Stress-Stimulus ausgesetzt waren.

VAUPEL (2005) beschreibt eine pathologische Herabsetzung der segmentalen Kontraktionen im Kolon. Fehlen diese Kolonkontraktionen, läuft der flüssige Inhalt des Darms ohne Widerstand bis zum Rektum durch. Es entsteht Durchfall. Dieser Durchfall ist eine sog. vegetativ-funktionelle Diarrhö, die bei Angst, Furcht oder Stress durch einen gesteigerten Sympathikustonus entsteht.

3 Tiere, Material und Methode

3.1 Allgemein

Die Studie wurde von Januar 2005 bis August 2005 in der Quarantänestation der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr durchgeführt. Alle Diensthunde der Bundeswehr durchlaufen in der Diensthundeschule der Bundeswehr die Vorausbildung. Die für die Ausbildung benötigten Hunde werden aus dem In- und Ausland angekauft und zunächst in der Quarantänestation untergebracht. In der Quarantänestation werden die Hunde einer Ankaufsuntersuchung unterzogen. Diejenigen Hunde, die die Ankaufsuntersuchung bestehen, verbleiben für ca. 4 Wochen in der Quarantänestation und werden in dieser Zeit in verschiedenen Ausbildungsbereichen auf ihre Eignung als Diensthund überprüft. Für den Dienst ungeeignete Hunde werden an die Händler zurückgegeben. Die geeigneten Hunde werden den verschiedenen Arbeitsbereichen zugeordnet. Im Anschluss an die Quarantänezeit wird die weitere Ausbildung in speziellen Lehrgängen fortgesetzt, in denen die Hunde jeweils einem Hundeführer zugeteilt werden.

Die Blutentnahmen wurden unter dem Aktenzeichen 42-34-10/11 beim Sanitätskommando II, Abt. I / Dez. 5, Veterinärwesen, Schloss Oranienstein in 65582 Diez angezeigt.

3.2 Hunde

Die Studie wurde an 35 Hunden (23 Rüden, 12 Hündinnen) durchgeführt. Die Auswahlkriterien der Hunde waren das Bestehen der Ankaufsuntersuchung und die Freigabe durch den Ausbildungsleiter. Die in der Studie erfassten Hunde hatten ein Alter zwischen 11 und 30 Monaten und gehörten dem Rassetypus Belgischer Hütehund (BHH, n = 15), Deutscher Schäferhund (DSH, n = 18) und Rottweiler (RW, n = 2) an (Abbildung 10).

Tabelle 10: Name, Geschlecht (m = männlich; w = weiblich), Rasse, geschätztes Zahnalter in Monaten, Schulterhöhe und Gewicht der Hunde zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung, sowie die Mittelwerte (MW) und die Standardabweichung (SD) der einzelnen Parameter

Hund	Geschlecht	Rasse	Geschätztes Zahnalter in Monaten	Schulterhöhe in cm	Gewicht in kg
Bak	m	Rottweiler	30	62,0	26,0
Nathan	m	DSH	12	60,0	27,0
Thoran	m	DSH	12	64,0	29,0
Dingo	m	BHH	20	59,0	22,0
Nika	w	DSH	30	65,0	27,0
Tessa	w	BHH	24	64,0	28,0
Max	m	DSH	18	58,0	22,5
Arina	w	DSH	18	56,0	27,5
Dennis	m	DSH	12	61,5	38,5
Donna	w	BHH	12	53,5	20,5
Elsa	w	BHH	12	54,0	22,5
Dina	w	BHH	12	50,0	22,0
Yago	m	DSH	30	65,0	32,7
Xenia	w	BHH	18	60,0	24,0
Argo	m	DSH	24	59,0	32,5
Hero	m	DSH	24	67,0	42,9
Quinty	w	BHH	12	55,0	25,8
Meta	w	BHH	11	54,0	23,0
Lex	m	BHH	20	62,0	31,5
Aika	w	DSH	30	57,0	25,8
Buddy	m	Rottweiler	24	60,0	33,5
Finn	m	BHH	30	59,0	30,0
Denic	m	DSH	14	61,0	30,0
Omar	m	DSH	14	60,0	33,0
Iwo	m	DSH	20	61,0	37,5
Astor	m	BHH	30	58,0	29,0
Aischa	w	BHH	14	64,0	38,0
Cress	m	DSH	10	62,0	28,5
Arthur	m	DSH	11	62,0	24,5
Oddy	m	DSH	18	60,0	30,0
Britt	w	DSH	24	63,0	31,0
Kimmy	m	DSH	18	65,0	31,5
Cleo	w	BHH	26	59,0	25,6
Igor	m	BHH	24	66,5	35,0
Leon	m	BHH	16	59,0	23,3
MW ± SD			19,3 ± 6,8	60,2 ± 3,9	28,9 ± 5,4

3.3 Haltung und Tagesablauf

Während des Aufenthaltes in der Quarantänestation waren die Hunde in Einzelzwingern untergebracht, die in einen Innen- und Außenbereich unterteilt waren. Der Innenraum konnte durch eine Fußbodenheizung erwärmt werden.

Der Tagesablauf der Hunde gliederte sich in vier Zeitabschnitte:

- I. Freilauf in Einzelausläufen von ca. 7.00 bis 9.00 Uhr
- II. Arbeit von ca. 9.00 bis 15.00 Uhr
- III. Fütterung von ca. 15.00 bis 16.00 Uhr (Ausnahme Sonntag = Fastentag)
- IV. Nachruhe von Dienstschluss (16.00 Uhr) bis Dienstbeginn (07.00 Uhr)

Während der Arbeitszeit wurden die Hunde zur Ausbildung, zur Pflege und für Spaziergänge vom jeweiligen Betreuer aus dem Zwinger geholt.

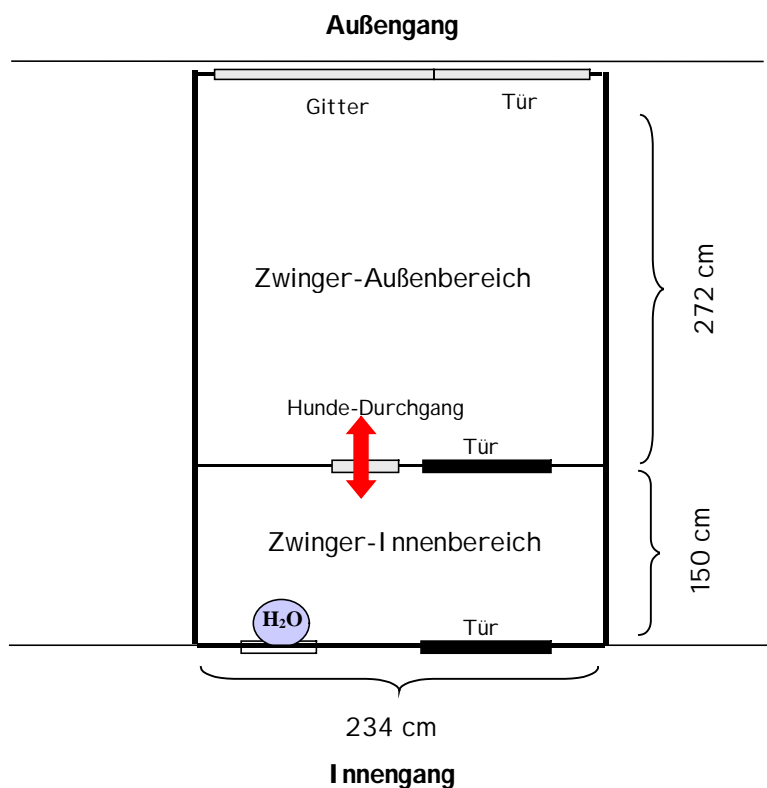


Abbildung 1: Darstellung eines für die Quarantäne typischen Einzelzwingers, die Länge des gesamten Zwingers beträgt 422 cm, davon entsprechen 150 cm Länge dem Innenbereich und 272 cm Länge dem Außenbereich; die Breite beträgt 234 cm.

3.4 Versuchsaufbau und –ablauf

Der Versuchszeitraum pro Tier betrug während des Aufenthaltes in der Quarantäne 28 Tage. Jeder Hund wurde in diesem Zeitraum dreimal untersucht. Zuerst im Rahmen der Ankaufsuntersuchung, dann zweimal bei der Arbeit im Schutzdienst. Die Beprobung der Schutzdienstübung fand einmal in der ersten Woche des Versuchszeitraums und einmal in der vierten Woche statt.

Bei der Ankaufsuntersuchung wurde routinemäßig Blut von der untersuchenden Tierärztin der Bundeswehr für einen Gesundheitsscheck entnommen. Ein Teil des Blutes wurde für die Studie verwendet und diente der Bestimmung des Gesundheitszustandes und des Serum-Kortisolspiegels bei Aufnahme in die Quarantänestation. Zusätzlich wurde im Rahmen der Ankaufsuntersuchung das Gewicht, die Schulterhöhe, das geschätzte Zahnalter in Monaten und die rektale Körpertemperatur bestimmt.

Tabelle 11: Übersicht über die Beprobung der Hunde

	Woche I	Woche II	Woche III	Woche IV
Schutzdienstübung	1x (Übung A)			1x (Übung B)
Aktivitätsaufzeichnung	kontinuierlich			kontinuierlich
Gewichtserfassung	1x pro Woche	1x pro Woche	1x pro Woche	1x pro Woche
Erfassung des Gesundheitszustandes	täglich	täglich	täglich	täglich
Kotproben	täglich	täglich	täglich	täglich

Die Beprobungen beider Schutzdienstübungen A (Woche 1) und B (Woche 4) dauerten je ca. zwei Stunden, in denen 6 Probennahmen statt fanden (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Übersicht über den zeitlichen Ablauf und die Probennahmen der Schutzdienstübung A und B (HF = Herzfrequenz, Akt = Aktivität, KT = rektale Körpertemperatur), Probennahmen grau hinterlegt

Zeitabschnitt	Dauer (min)	HF	Akt	KT	Blutprobe	Speichelprobe
Probe 1 (T1)	3	X	X	X		X
Ruhe (R)	20	X	X			
Probe 2 (T2)	6	X	X	X	X	X
Belastung (B)	3	X	X			
Probe 3 (T3)	6	X	X	X	X	X
Erholung 1 (E1)	20	X	X			
Probe 4 (T4)	3	X	X	X		X
Erholung 2 (E2)	20	X	X			
Probe 5 (T5)	3	X	X	X		X
Erholung 3 (E3)	20	X	X			
Probe 6 (T6)	6	X	X	X	X	X

Der Versuchsablauf war bei den beiden Schutzdienstübungen identisch. Zunächst wurde den Hunden das Aktometer und der Herzfrequenzgurt angelegt und die Messungen gestartet. Danach fand die erste Probennahme (T1) statt. Darauf folgte eine 20-minütige Ruhephase, an die sich die zweite Probennahme (T2), direkt vor der Belastungsphase, anschloss. Die Belastungsphase setzte sich aus den Übungselementen des Schutzdienstes, „Bedrohung“ und „Anbeißen“, „Überfall“ und „Flucht“ zusammen und dauerte ca. 3 min. An die Belastungsphase schloss sich direkt die dritte Probennahme (T3) an. Es folgten drei weitere Probennahmen (T4-T6) jeweils nach einer 20-minütigen Erholungsphase. Die Probennahmen T1, T4, T5 bestanden aus der Bestimmung der Körpertemperatur und der Entnahme der Speichelprobe und dauerten ca. 3 min. Die Probennahmen T2, T3 und T6 enthielten zusätzlich eine Blutentnahme und dauerten ca. 6 min. Der Ablauf der Probennahme während der Schutzdienstübung erfolgte immer nach dem gleichen Schema. An allen sechs Probennahmezeitpunkten wurde zuerst die Körpertemperatur gemessen und als nächstes die Speichelprobe entnommen. Bei den Probe T2, T3 und T6 erfolgte zusätzlich vor der Speichelprobennahme die Blutentnahme. Die Probennahmen fanden im Untersuchungsraum der Quarantänestation auf dem Behandlungstisch statt. Die Hunde wurden für die Probennahme von ihrem Betreuer in den Untersuchungsraum gebracht.

Die Belastungsphase der Schutzdienstübung A in der ersten Woche des Quarantäneaufenthaltes wurde mit einer geringeren Intensität durchgeführt als die Belastungsphase der Schutzdienstübung B in der vierten Woche. Hier waren die Hunde in ihrem Ausbildungsstand bereits weiter fortgeschritten. Die Arbeit im Schutzdienst fand zwischen 09.00 und 12.00 Uhr oder zwischen 13.00 und 15.00 Uhr statt. Das Übungsgelände war eine Wiese vor dem Quarantänegebäude. Bei sehr schlechter Witterung oder zu hoher Schneelage in den Wintermonaten wurden die Übungen in eine Halle mit Betonboden verlegt.

Zusätzlich wurde über die 28 Tage von jedem Hund morgens Kot eingesammelt, einmal wöchentlich das Gewicht erfasst und Krankheiten aufgezeichnet, sowie über die erste und die vierte Woche des Versuchszeitraums die Aktivität der Hunde aufgezeichnet.

3.5 Erfassung der Parameter und Probenanalyse

3.5.1 Aktivitätsaufzeichnung

Um einen Überblick über das Aktivitäts- und Ruheverhalten der Hunde über den Versuchszeitraum zu erhalten, wurde die Aktivität der Hunde mit Hilfe von Aktometern erfasst.

Messzeitpunkte: Die Aktivität der Hunde wurde während der ersten und der letzten Versuchswoche kontinuierlich aufgezeichnet und zusätzlich während der Schutzdienstübungen A und B.

Messtechnik: Das Aktometer „ActiTrac®“ (Fa. SomnoMedics, Kist) misst die Aktivität des Hundes mit Hilfe von Beschleunigungssensoren (Piezo-Sensoren), die physikalische Aktivität aufzeichnen. Die Maßeinheit ist die Erdbeschleunigung ($G = 9,81 \text{ m/sec}^2$). Es können Aktivitäten mit einer Sensitivität von 0.012 G erfasst werden. Dies geschieht 40-mal pro sec. Das ActiTrac® wurde mit einem separaten leichten Klettband um den Hals des Hundes befestigt. Für die Aufzeichnung während der beiden Schutzdienstübungen wurde das Aktometer so eingestellt, dass es mit einer Datenrate von 30/min und einer Empfindlichkeit von 2,5 mG aufzeichnete. Das bedeutet, dass 30-mal pro Minute ein Mittelwert über die fortlaufend registrierten Beschleunigungssignale berechnet und gespeichert wird. Für die Aufzeichnung über zweimal sieben Tage blieb die Empfindlichkeit gleich, die aufgezeichnete Datenrate wurde aber auf 2/min verringert. Vor Beginn der Datenaufzeichnung wurden Datum und Uhrzeit des Aktometers mit den Einstellungen des Computers synchronisiert.

Datenanalyse: Die im Aktometer gespeicherten Daten werden mit Hilfe eines Datenkabels auf den Computer in das entsprechende Programm von SomnoMedics (ActiTrac® V8, 383) übertragen. Alle aufgezeichneten Werte werden so in einer biaxialen Verlaufskurve dargestellt. Die bereits gespeicherten Daten werden dann in die Koppelsoftware von SomnoMedics übertragen. Mit Hilfe dieses Programms lassen sich die Aktivitätskurve und die Herzfrequenzkurve synchronisiert darstellen. Der Zeitraum der Datenaufzeichnung (Aktivität und Herzfrequenz) wurde in zeitliche Abschnitte gegliedert, die den Phasen der Probennahme 1 - 6, der Ruhe, der Belastungsphase und der Erholung 1 - 3 entsprechen. Die 20-minütige Ruhephase, sowie die 20-minütigen Erholungsphasen wurden noch mal in fünf 4-minütige Abschnitte unterteilt und die drei Minuten dauernde Belastungsphase in neun 20-Sekunden Abschnitte gegliedert. Über diese zeitlichen Abschnitte berechnete das Programm den Mittelwert und die Standardabweichung.

3.5.2 Herzfrequenz

Messzeitpunkt: Die Herzfrequenz wurde kontinuierlich während der Schutzdienstübung A und B aufgezeichnet.

Messtechnik: Die Herzfrequenz wurde mit der Herzfrequenzuhr S610i von Polar in einem Intervall von 5 sec gemessen. Zur Aufzeichnung der Herzfrequenz wurde dem Hund ein flexibler Elektrodengurt (Wearlink, Fa. Polar) um den Brustkorb direkt hinter den Ellbogen angelegt. Ein weiterer dehnbarer Gurt war am Elektrodengurt befestigt und führte um die Brust des Hundes. So konnte das Verrutschen des Elektrodengurtes nach caudal verhindert werden. Die Polaruhr wurde dann mit einem Klettband am Elektrodengurt auf dem Rücken befestigt. Das Fell des Hundes wurde mit verdünntem Gleitgel Servo Sono (Fa. Sonoprax) stark angefeuchtet und zusätzlich die Elektroden mit Ultraschallgel Spectra 360 (Fa. Parker) bestrichen.

Datenanalyse: Nach Ende der Schutzdienstübungen wurden die gesammelten Daten mit Hilfe des IR-Interface (Fa. Polar) in das entsprechende Computerprogramm von Polar (Polar Precision Performance Software) übertragen. Hier werden die gespeicherten Werte in Form einer biaxialen Kurve und einer Datenliste dargestellt. Die bereits im Programm von Polar gespeicherten Daten werden dann in die Koppelsoftware von SomnoMedics übertragen. Mit Hilfe dieses Programms lassen sich die Herzfrequenzkurve und die Aktivitätskurve synchronisiert darstellen (Auswertung siehe Aktivitätsaufzeichnung Punkt 3.5.1).

3.5.3 Körpergewicht

Messzeitpunkt: Das Körpergewicht wurde bei der Ankaufsuntersuchung und danach einmal wöchentlich festgehalten.

Messtechnik: Die Gewichtskontrolle erfolgte mit einer digitalen Waage der Firma Soehnle, auf der die Hunde bis zum Stillstand der Anzeige ruhig stehen bleiben mussten.

3.5.4 Kortisolmetaboliten im Kot

Zeitpunkt der Probennahme: Eine Kotprobe wurde jeden morgen um ca. 7 Uhr aus den Zwingern eingesammelt.

Art der Probennahme: Die Proben wurden mit Hilfe eines umgedrehten Gefrierbeutels aufgesammelt. Bis zur weiteren Analyse wurden die Proben bei -18°C tiefgefroren.

Art der Probenanalyse: Die Kotproben wurden zur weiteren Analyse an Herrn Prof. Dr. Palme des Instituts für Biochemie der Veterinärmedizinischen Universität in Wien eingesandt. Die Bestimmung der Kortisolmetaboliten im Kot erfolgte mit einem EIA (Enzymimmuno-Assay) für Kortisol.

3.5.5 Endokrine Parameter im Speichel

Zeitpunkt der Probennahme: Speichelproben wurden zu den Probennahmezeitpunkten T1 – T6 der Schutzdienstübungen A und B genommen.

Tabelle 13: Übersicht über den zeitlichen Verlauf der Schutzdienstübungen A und B; die Zeitpunkte der Speichelproben sind grau hinterlegt

Zeitabschnitt	T1	Ruhe	T2	Belastung	T3	Erholung1	T4	Erholung2	T5	Erholung3	T6
min	3	20	6	3	6	20	3	20	3	20	6

Art der Probennahme: Zunächst wurde dem Hund ein intensiv riechendes Futterstück zur Stimulation des Speichelflusses angeboten. Dieses erhielt er erst nach der Speichelprobenentnahme um eine Verunreinigung der Probe durch Futterteile zu vermeiden. Die Entnahme der Speichelprobe wurde mit einem Wattetupfer vorgenommen. Der Wattetupfer (Fa. Zefa) bestand aus einem Wattekopf und einem Polypropylenstiel und hatte eine Gesamtlänge von 15 cm. Der Wattekopf wurde so in das Maul eingebracht, dass der Hund mit den Backenzähnen den Wattekopf durchkaute. Zusätzlich wurden die Innenseiten der Lefzen und der Bereich unter der Zunge ausgestrichen. Pro Probe wurden immer zwei Wattetupfer verwendet, um eine ausreichende Menge Speichel zu erhalten. Der Probentupfer wurde dann in eine 5ml Spritze eingebracht, der Stiel entfernt und die Öffnung der Spritze mit Klebeband verschlossen. Die Spritze an sich steckte mit dem Konus nach unten in einem 10 cm langen Polypropylenröhrchen. So konnte der Speichel aus der Watte beim Zentrifugieren in das Röhrchen abfließen. Nach der Probennahme wurde die Probe bis zur Zentrifugation kühl gelagert. Zentrifugiert wurden die Proben mit einer Zentrifuge der Firma Hettich mit integriertem Kühlaggregat (Micro 22R) bei

einer Temperatur von 8°C, mit 3500 G über eine Dauer von 10 min. Der abzentrifugierte Speichel wurde zu je 200 µl in 1,5 ml Tubes (Fa. Eppendorf) pipettiert und bei -18°C tiefgefroren.

Art der Probenanalyse: In den Speichelproben wurde mit einem vom Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Ludwig-Maximilians-Universität in München entwickelten, kompetitiven ELISA die Kortisolkonzentration bestimmt.

3.5.6 Parameter im Blut

Zeitpunkt der Probennahme: Eine Blutentnahme erfolgte bei der Ankaufsuntersuchung. Die anderen Blutentnahmen erfolgten an den Probennahmezeitpunkten T2, T3 und T6 während der beiden Schutzdienstübungen A und B.

Tabelle 14: Übersicht über den zeitlichen Verlauf der Schutzdienstübungen A und B; Die Zeitpunkte der Blutentnahme sind grau hinterlegt

Zeitabschnitt	T1	Ruhe	T2	Belastung	T3	Erholung1	T4	Erholung2	T5	Erholung3	T6
min	3	20	6	3	6	20	3	20	3	20	6

Art der Probennahme bei der Ankaufsuntersuchung: Die Entnahme einer Blutprobe erfolgt routinemäßig im Rahmen der Ankaufsuntersuchung durch die Tierärztin der Diensthundeschule. Bei dieser Blutentnahme wurden zwei zusätzliche Probengefäße für den Versuch befüllt. Ein mit K-EDTA beschichtetes Röhrchen (Fa. WDT, Volumen 10 ml) zur Plasmagewinnung und ein Serum-Probenröhrchen (Fa. WDT, Volumen 10 ml). Die Blutentnahme erfolgte über eine Braunüle Vasocan der Größe 1,5 mm x 45 mm aus der *Vena Cephalica antebrachii*.

Art der Probennahme während der Schutzdienstarbeit: Die Blutproben wurden auf dem Untersuchungstisch entnommen. Der Hund befand sich dabei in sitzender Position. Vor der Punktion der Vene wurde die zu punktierende Stelle mit Cutasept F (Fa. Bode) desinfiziert. Die Stauung erfolgte oberhalb des Ellbogens mit einem Staustrick oder durch eine Hilfsperson mit der Hand. Die Entnahme erfolgte aus der Vena cephalica antebrachii mit einer Kanüle Microlance™3 der Größe 0,9 mm x 40 mm (Fa. Becton Dickinson). Es kamen die gleichen Gefäße wie bei der Ankaufsuntersuchung (siehe oben) zum Einsatz. Die Proben wurden bis zur Analyse kühl gelagert bzw. bei -18°C tiefgefroren.

3.5.6.1 Hämatologische Parameter

Art der Probenanalyse: Die hämatologischen Parameter Leukozyten, Erythrozyten, Thrombozyten, Hämoglobin und Hämatokrit sowie Granulozyten, Monozyten und Lymphozyten wurden mit dem Analysegeräte Vet-ABC im K-EDTA Vollblut innerhalb von 5 min nach der Blutentnahme gemessen.

3.5.6.2 Klinisch chemische Parameter

Art der Probenanalyse: Die Werte für Laktat, Kreatinkinase (CK), Glukose (Glc) und Kreatinin (Crea) wurden vor Ort bestimmt, die Leberenzyme (Alkalische Phosphatase, AP; Aspartat-Amino-Transferase, AST und Alanin-Amino-Transferase, ALT) sowie Harnstoff (HST) wurden erst zu einem späteren Zeitpunkt (Lagerung bei -18°C) im Labor des Instituts für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU gemessen. Direkt nach der Blutabnahme wurde ein Tropfen des mit K-EDTA versetzten Vollblutes auf den Analysestreifen des Accutrend Lactate®-Gerätes (Fa. Roche Diagnostics) aufgetragen und ausgewertet. Eine Menge von 30 µl wurde auf den Analysestreifen für Kreatinin aufgebracht und mit dem Reflotron® (Fa. Roche Diagnostics) analysiert.

Um Messwerte für Glukose und Kreatinkinase (CK) zu erhalten wurden die Serumblutproben innerhalb von 30 min nach der Abnahme zentrifugiert (8°C, 2800 G, 10 min). Je 30 µl des gewonnenen Serums wurden dann sofort auf die Analysestreifen für Glukose und CK aufgebracht und mit dem Reflotron® ausgewertet. Die Plasmablutproben wurden mit der Zentrifuge (Fa. Hettich, Micro 22R) bei einer Temperatur von 8°C und 2800 G für 10 min zentrifugiert. Das gewonnene Plasma wurde zu je 400 µl in 1,5 ml Tubes (Fa. Eppendorf) pipettiert und bei -18°C tiefgefroren. Nach einer Lagerzeit von bis zu 10 Monaten wurde mit Hilfe des Analysegerätes Kone Delta Harnstoff (HST), alkalische Phosphatase (AP), Aspartat-Amino-Transferase (AST) und Alanin-Amino-Transferase (ALT) in den Plasmaproben analysiert. Zuvor wurden die Proben aufgetaut und zu je 200 µl in für das Analysegerät Kone Delta vorgesehene Cups pipettiert. Das Analysegerät Kone Delta bestimmt die Werte von HST, AP, AST und ALT photometrisch.

3.5.6.3 Endokrine Parameter

Art der Probenanalyse: Innerhalb von 30 Minuten nach der Blutentnahme wurden die Serumblutproben mit einer Zentrifuge (Fa. Hettich, Micro 22R) bei einer

Temperatur von 8°C und 2800 G für 10 min zentrifugiert. Das gewonnene Serum wurde zu je 400 µl in 1,5 ml Tubes (Fa. Eppendorf) pipettiert und bei -18°C tiefgefroren. In den Serumproben wurde mit einem, vom Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Ludwig-Maximilian-Universität in München entwickelten kompetitiven ELISA die Kortisolkonzentration bestimmt.

3.5.6.4 Immunologische Parameter

Art der Probenanalyse: Innerhalb 30 min nach der Blutabnahme wurde das Blut im Serumröhrchen bei 8°C und 2800 G für 10 min zentrifugiert. Das gewonnene Serum wurde zu je 400 µl in 1,5 ml Tubes (Fa. Eppendorf) pipettiert und bei -18°C tiefgefroren. In den Serumproben wurde mit einem vom Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene entwickeltem ELISA (LMU) der IgG-Wert bestimmt. Es handelt sich hierbei um das Prinzip eines Sandwich-ELISA. Zunächst wird eine 96-Loch-Platte (Maxisorb, Fa. Nunc) mit einem Kaninchen-anti-Hund Antikörper (Sigma D8650) mit einer Konzentration von 1 µg/ml beschichtet und bei 4°C über Nacht inkubiert. Am nächsten Tag wird die Platte gewaschen und mit einer 0,5 % Gelatinelösung (100 mg Gelatine in 20 ml PBS pro Platte) die noch freien Bindungsstellen auf der Platte blockiert. Dazu muss die Platte bei 37°C eine Stunde inkubieren. Es folgt wieder ein Waschvorgang und dann das Auftragen des Hunde-Referenz-Serums (Bethyl Laboratories, RS 10-105) sowie der caninen Serumproben und des caninen Serumpools. Dazu müssen zunächst der Pool und die Proben 1:100 vorverdünnt werden: 10 µl Pool/Probe werden in 990 µl Phosphat-buffered-Salin (PBS) eingespült. Danach folgt eine weitere Verdünnung von 1:50, dazu werden 40 µl Pool/Probe (1:100 vorverdünnt) in 2960 µl Phosphat-buffered-Salin-Tween (PBS-T) eingespült. So erhält man eine Verdünnung des Pools und der Proben von 1:5.000. Das Hunde-Referenz-Serum wird mit einer Konzentration von 1 µl/ml aufgetragen. Um ein Log 2-Verdünnungsreihe des Pools, der Proben und des Hunde-Referenz-Serums zu erhalten werden, in Reihe B - H der 96-Loch-Platte in jede Delle 50 µl PBS-T vorgelegt. In Reihe A werden 100 µl des Pools, der Proben und des Hunde-Referenz-Serums pipettiert. Dann werden aus Reihe A 50 µl abgenommen und mit den in Reihe B vorgelegten 50 µl PBS-T gemischt, wieder 50 µl aus Reihe B mit den in Reihe C vorgelegten 50 µl PBS-T gemischt usw., bis aus der letzten Reihe H 50 µl verworfen werden. In einer weiteren Stunde Inkubation bei 37°C bindet das in den Serumproben enthaltene Hunde-IgG an die bereits auf der Platte gebundenen Kaninchen-anti-Hund-Antikörper. Nach der Inkubation wird

die Platte erneut gewaschen. Pro Delle werden dann 100 µl Konjugat (Kaninchen-anti-Hund IgG-Peroxidase 1:16.000) aufgetragen. Das Konjugat bindet an das Hunde-IgG aus der Serumprobe. Dieser Vorgang benötigt ebenfalls eine einstündige Inkubationsphase bei 37°C und einen anschließenden Waschvorgang. Für den letzten Schritt muss ein Substrat hergestellt werden. Dazu werden 10 ml eines zuvor warmgestellten Tetramethylbenzidin (TMP)-Puffers mit 322 µl TMB-Stock und 3 µl Wasserstoffperoxid (H₂O₂) gemischt. Von dem Substrat werden 100 µl in jede Delle pipettiert. Die Platte muss nun 10 min bei Zimmertemperatur unter Lichtausschluss inkubieren. Dabei aktiviert das H₂O₂ aus dem Substrat die Peroxidase des Konjugats. Diese wiederum setzt das TMB aus dem Substrat um, so dass eine blaue Farbe entsteht. Die Umsetzungsreaktion wird nach den angegebenen 10 Minuten mit H₂SO₄ gestoppt. Es kommt zu einem Farbumschlag von Blau nach Gelb. Die entstandene Farbintensität wird photometrisch bei 450 nm gemessen und ist proportional zur IgG-Konzentration in der Serumprobe. Eine höhere Farbintensität steht für einen höheren IgG-Konzentration in der Probe.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A	Blank	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Standard log 2 (Hunde-Referenz-Serum)	Pool log 2	Probe 5	Probe 6	Probe 7	Probe 8	Probe 9	
B													
C													
D													
E		log 2							log 2				
F													
G													
H													

Abbildung 2: Vorlage zum Auftragen der Serum-Proben, des Serum-Pools und des Hund-Reference-Serums; Blank: in dieser Spalte wird nur PBS-T aufgetragen

3.5.7 Rektale Körpertemperatur

Zeitpunkt der Messung: Die rektale Körpertemperatur wurde zu den Probennahmezeitpunkten T1 - T6 der beiden Schutzdienstübungen A und B gemessen.

Tabelle 15: Übersicht über den zeitlichen Verlauf der Schutzdienstübungen A und B; Die Zeitpunkte an denen die rektale Körpertemperatur bestimmt wurde sind grau hinterlegt

Zeitabschnitt	T1	Ruhe	T2	Belastung	T3	Erholung1	T4	Erholung2	T5	Erholung3	T6
min	3	20	6	3	6	20	3	20	3	20	6

Art der Messung: Die Messung der rektalen Körpertemperatur erfolgte mit einem digitalen Thermometer (Micolife® Vet-Temp), welches für die Bestimmung des Messwertes ca. 10 sec benötigte. Um das Einführen des Thermometers zu erleichtern wurde Gleitgel verwendet.

3.5.8 Kotkonsistenz

Die Kotkonsistenz wurde in vier verschiedene Kategorien eingeteilt: geformt, weich, breiig und wässrig. Geformter Kot hat eine deutlich sichtbare Struktur und Formung, weicher Kot besteht aus einer homogenen Kotmasse die keine Formung mehr erkennen lässt, breiiger Kot hat eine flüssige Konsistenz mit weichen Anteilen und wässriger Kot hat eine vollständig flüssige Konsistenz.

3.6 Statistische Methode

Sämtliche gesammelten Daten wurden in das Statistik-Programm SPSS® übertragen und mit der Univariaten Varianzanalyse, dem T-Test für unabhängige und gepaarte Stichproben, der Anova und dem Gemischten Modell untersucht. Um den Einfluss einzelner Faktoren wie Rasse und Geschlecht auf die Probennahmezeitpunkte der untersuchten Parameter zu bestimmen, wurde die Univariate Varianzanalyse angewendet. Die in dieser Analyse gefundenen signifikanten Einflüsse wurden mit dem T-Test für unabhängige Stichproben und der Anova weiter überprüft. Um den Kurvenverlauf der untersuchten Parameter statistisch zu beschreiben, wurde ein T-Test für gepaarte Stichproben angewendet. Mit dem Gemischten Modell wurde der Unterschied zwischen der 1. und 2. Übung, zwischen dem Geschlecht, der Rasse sowie den Hunden, die die Ausbildung abgebrochen haben und denen, die die Ausbildung beendet haben, überprüft. Zusätzlich wurde für jeden Parameter zu

jedem Probennahmezeitpunkt das arithmetische Mittel, die Standardabweichung und das Minimum und Maximum bestimmt.

Als statistisch signifikant wird eine Irrtumswahrscheinlichkeit von unter 5 % ($p \leq 0,05$) bezeichnet.

Die statistische Auswertung wurde vom statistischen Beratungslabor (STABLAB, LMU) überprüft.

4 Ergebnisse

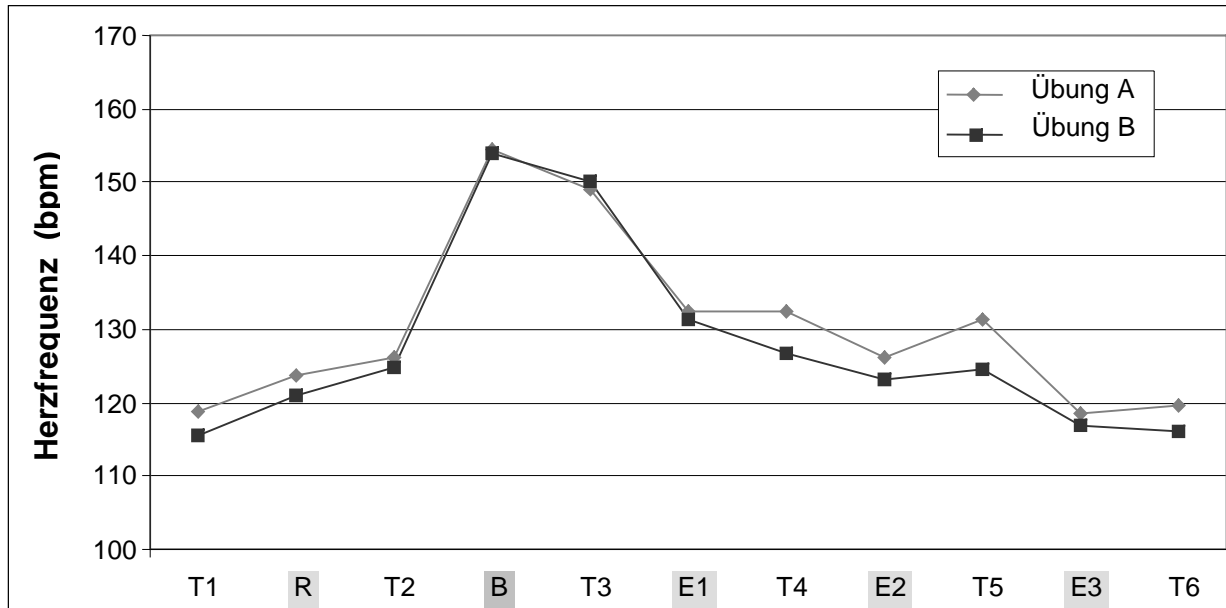
Bei der Ankaufsuntersuchung wurden 35 Hunde für die vorliegende Untersuchung ausgewählt. Von diesen 35 Hunden schieden 7 im Laufe der ersten 2 Wochen auf Grund mangelnder Arbeitsleistung aus der Ausbildung aus. Die im Ergebnisteil angegebenen Werte beziehen sich daher auf die 28 Hunde, die die komplette 4-wöchige Ausbildungszeit in der Quarantänestation durchlaufen haben. Die Werte der 7 ausgeschiedenen Hunde wurden mit den 28 erfolgreichen Hunden verglichen. Wenn sich signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ergaben, wurden diese am Ende des entsprechenden Parameters aufgeführt. Rasseunterschiede zwischen den Belgischen Hütehunden, den Deutschen Schäferhunden und den Rottweilern wurden mit der Univariaten Varianzanalyse und der Oneway Anova berechnet. Auf Grund der geringen Tierzahl bei den Rottweilern ($n = 2$) wurden diese bei den Verlaufsuntersuchungen mit Hilfe des gemischten Modells von der Auswertung ausgeschlossen.

Aufgrund der Übersichtlichkeit sind in den Grafiken nicht alle signifikanten Unterschiede dargestellt. Alle signifikanten Verlaufsunterschiede sind jedoch im Tabellarischen Anhang aufgeführt.

4.1 Herzfrequenz

Verlauf der Herzfrequenz

Zum Startzeitpunkt T1 liegen die Herzfrequenzen der Schutzdienstübungen A und B bei 118,7 bpm (Übung A) bzw. 115,4 bpm (Übung B) auf annähernd gleichem Niveau. Vom Startzeitpunkt über die Ruhephase zur zweiten Probennahme (T2) zeigt die Herzfrequenz einen Anstieg um 7,4 bpm (Übung A) bzw. 9,5 bpm (Übung B). Während der 3-minütigen Belastungsphase der Schutzdienstübung A und B steigt die Herzfrequenz signifikant ($p \leq 0,001$) an und erreicht in beiden Schutzdienstübungen eine Belastungsherzfrequenz von durchschnittlich 154,8 bpm. Im Anschluss an die Belastungsphase fällt die Herzfrequenz in der Erholungsphase der Schutzdienstübung A und B bis zur letzten Probennahme (T6) ab. Der stärkste Abfall der Herzfrequenz erfolgt dabei in den ersten 20 min der Erholungsphase. In den zweiten 20 min der Erholungsphase wird wieder die Ruheherzfrequenz erreicht.

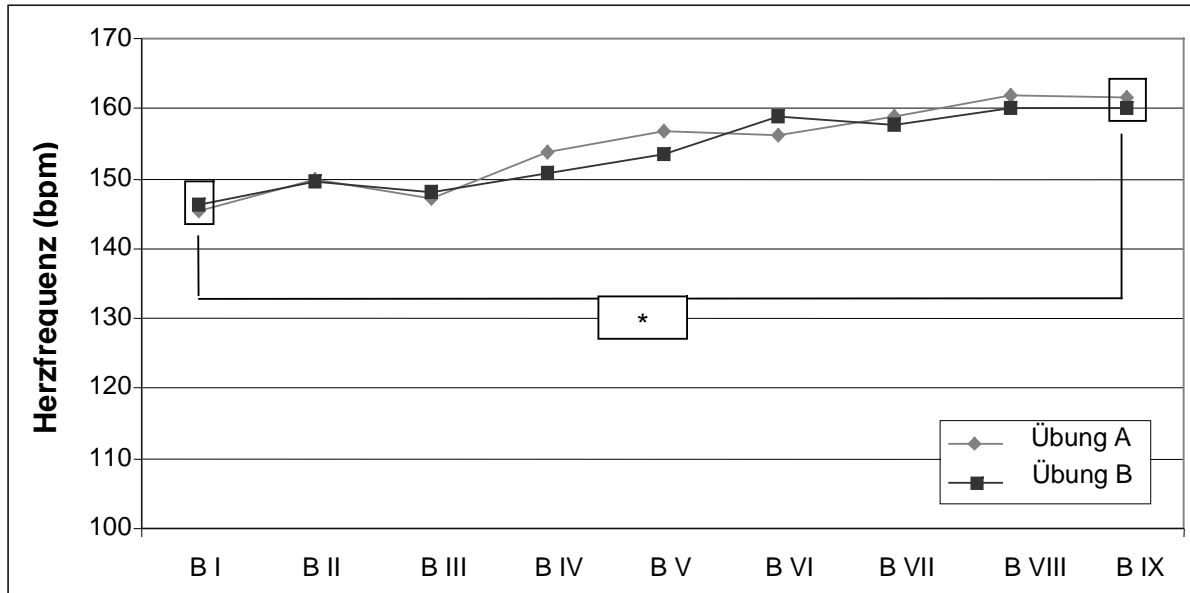


Zeit abschnitt	T1	R	T2	B	T3	E 1	T4	E 2	T5	E 3	T6
min	3	20	6	3	6	20	3	20	3	20	6
HF (bpm) Übung A	118,7	123,6	126,1	155,6	149,1	132,5	132,5	126,3	131,3	118,6	119,7
SD ±	18,4	19,8	14,0	25,2	18,9	17,8	17,9	19,4	17,9	19,1	20,5
HF (bpm) Übung B	115,4	121,1	124,9	153,9	150,0	131,4	126,8	123,3	124,5	116,8	116,0
SD ±	21,0	24,7	19,9	27,3	11,9	19,6	16,4	24,4	18,8	20,5	18,6

Abbildung 3: Herzfrequenz während der Schutzdienstübung A und B; T1 – T6 = Probenahmen, R = Ruhephase, B = Belastungsphase, E1 – E3 = Erholungsphasen; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, den Mittelwert und die Standardabweichung (SD) der einzelnen Phasen an; die Mittelwerte über die einzelnen Phasen sind als Punkte in der Kurve aufgetragen; n = 28

Detaillierte Betrachtung der 3-minütigen Schutzdienstübung

In der Belastungsphase zeigt die Herzfrequenz vom Beginn der Belastung (B I) bis zum Ende (B IX) einen Anstieg von 16,3 bpm in Übung A und 13,9 bpm in Übung B. Die Belastungsherzfrequenz in den ersten 20 Sekunden (B I) der Schutzdienstübung liegt sowohl in Übung A als auch in Übung B signifikant ($p \leq 0,05$) unter der Belastungsherzfrequenz des letzten 20-Sekunden Intervalls (B IX).

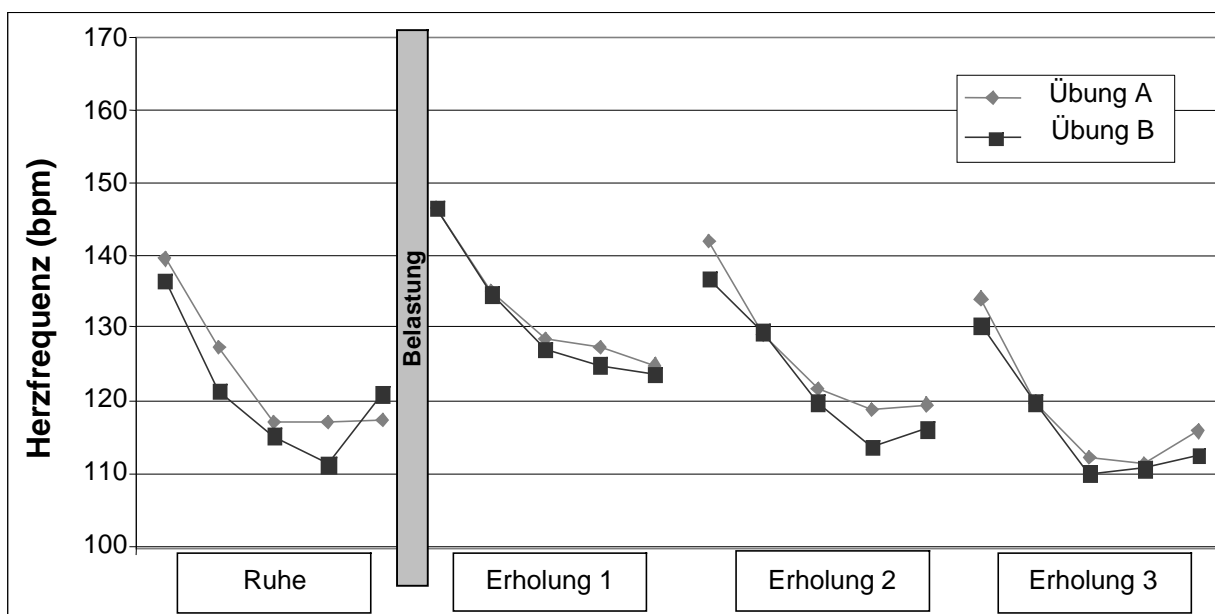


Zeitintervall	B I	B II	B III	B IV	B V	B VI	B VII	B VIII	B IX
sec	20	20	20	20	20	20	20	20	20
HF (bpm) Übung A	145,3	149,9	147,2	153,9	156,8	156,1	158,8	161,9	161,6
SD ±	17,4	23,1	21,1	22,3	23,8	24,1	29,4	32,2	28,3
HF (bpm) Übung B	146,3	149,5	148,0	150,8	153,5	158,8	157,8	160,2	160,2
SD ±	26,6	23,7	23,9	26,0	29,4	33,8	29,7	29,6	19,9

Abbildung 4: Herzfrequenz während der 3-minütigen Belastungsphase der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer, den Mittelwert und die Standardabweichung (SD) für jedes Zeitintervall an; jeder in der Kurve aufgetragene Punkt gibt den Mittelwert über ein 20-Sekunden Intervall wieder; * = $p \leq 0,05$; n = 28

Detaillierte Betrachtung der Herzfrequenz in der Ruhe und in der Erholung

In beiden Schutzdienstübungen fällt die Herzfrequenz in den ersten sechzehn Minuten der Ruhephase und der Erholungsphasen 1, 2 und 3 kontinuierlich ab (siehe Abbildung 20; Ausnahme Übung B, Erholung 3). Mit Ausnahme der Erholungsphase 1 (Übung A/B), in der die Herzfrequenz auch in den letzten 4 Minuten weiter abfällt, erreicht die Herzfrequenz nach 16 Minuten in der Ruhe und Erholung das niedrigste Niveau und steigt im letzten 4 min Intervall wieder an. Im gemischten Modell zeigt sich, dass die Ruhe- und Erholungsphase 1 – 3 der Schutzdienstübung A mit durchschnittlich 2,04 bpm über der Ruhe- und Erholungsphasen 1 – 3 der Schutzdienstübung B liegt (gemischtes Modell: $p \leq 0,05$ Konfidenzintervall 95 % 0,13 bpm – 3,69 bpm).



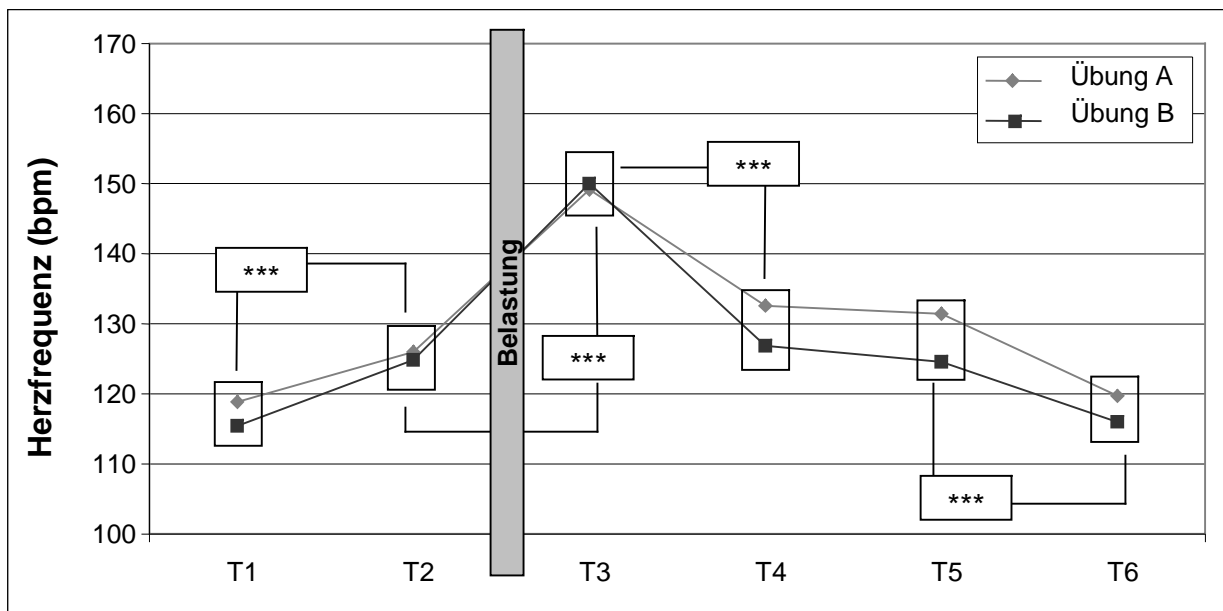
Zeitabschnitt	Ruhe					Belastung	Erholung 1				
	I	II	III	IV	V		I	II	III	IV	V
Zeitintervall	I	II	III	IV	V		I	II	III	IV	V
min	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4
HF (bpm) Übung A	139,6	127,3	116,9	117,1	117,3		146,7	135,0	128,5	127,3	125,1
SD ±	21,5	15,1	15,2	20,9	16,1		17,1	15,7	14,4	19,6	14,2
HF (bpm) Übung B	136,6	121,3	115,1	111,4	121,0		146,6	134,8	127,0	125,1	123,7
SD ±	21,0	23,9	23,3	23,5	25,2		17,7	19,0	20,6	15,6	16,5

Zeitabschnitt	Erholung 2					Erholung 3				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Zeitintervall	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
min	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
HF (bpm) Übung A	142,1	129,1	121,7	118,8	119,5	134,2	119,6	112,2	111,1	115,7
SD ±	15,8	17,5	17,7	20,0	16,8	20,9	17,9	15,2	16,6	16,2
HF (bpm) Übung B	136,9	129,6	119,9	113,8	116,1	130,6	119,9	110,1	110,7	112,6
SD ±	20,8	26,9	24,7	20,8	22,1	17,8	19,8	17,9	20,4	20,4

Abbildung 5: Herzfrequenz während der Ruhe und Erholung (1 – 3) der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, den Mittelwert und die Standardabweichung (SD) für die Zeitintervalle I – V der Ruhe und der Erholung (1 – 3) an; jeder Punkt in der Kurve gibt den Mittelwert über ein 4-minütiges Zeitintervall an; n = 28

Detaillierte Betrachtung der Probennahmen

Sowohl in der Schutzdienstübung A als auch in der Schutzdienstübung B liegt die Herzfrequenz während der ersten Probennahme (T1) zu Beginn der Messungen mit 7,4 bpm (Übung A) bzw. 9,5 bpm (Übung B) signifikant ($p \leq 0,001$) unter der Herzfrequenz während der Probennahme T2 nach der 20-minütigen Ruhephase. Die Herzfrequenz zum Zeitpunkt T3 unmittelbar nach der 3-minütigen Belastungsphase liegt signifikant ($p \leq 0,001$) über der Herzfrequenz während der Probennahme T2 unmittelbar vor der 3-minütigen Belastungsphase und der Probennahme T4 nach den ersten 20 Minuten Erholung. Die Herzfrequenz während der Probennahme T4 und T5 liegt nahezu auf gleichem Niveau. Zum Ende der Schutzdienstübung (T6) fällt die Herzfrequenz noch einmal signifikant ($p \leq 0,001$) um 11,6 bpm (Übung A) bzw. 8,5 bpm (Übung B) ab und erreicht in beiden Schutzdienstübungen das Ausgangsniveau (T1).



Zeitabschnitt	T1	T2	Belastung	T3	T4	T5	T6
min	3	6		6	3	3	6
HF (bpm) Übung A	118,7	126,1	149,1	132,5	131,3	119,7	
SD ±	18,4	14,0	18,9	17,9	17,9	20,5	
HF (bpm) Übung B	115,4	124,9	150,0	126,8	124,5	116,0	
SD ±	21,0	19,9	11,9	16,4	18,8	18,6	

Abbildung 6: Herzfrequenz während der Probennahmen der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer der einzelnen Probennahmen T1 – T6, sowie die Mittelwerte und die Standardabweichung an; *** = $p \leq 0,001$; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Herzfrequenz

Ein signifikanter Einfluss der Rasse auf die Herzfrequenz lässt sich in der Univariaten Varianzanalyse für die Schutzdienstübung A in der Ruhephase (Zeitintervalle I: $p \leq 0,01$ und V: $p \leq 0,05$), in der Erholungsphase 1 (Zeitintervalle III: $p \leq 0,05$, IV: $p \leq 0,05$ und V: $p \leq 0,01$), in der Erholungsphase 2 (Zeitintervalle II – V: $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$; $p \leq 0,05$) sowie in der Erholungsphase 3 (Zeitintervall V: $p \leq 0,01$) nachweisen. In der weiteren Analyse (Oneway Anova und T-Test für unabhängige Stichproben) zeigt sich, dass die Belgischen Hütehunde zu den genannten Zeitintervallen der Ruhe- und Erholungsphase der Schutzdienstübung A eine signifikant ($p \leq 0,001 - p \leq 0,05$) höhere Herzfrequenz (15,8 bpm – 21,8 bpm) haben als die Deutschen Schäferhunde. Für die Schutzdienstübung B lässt sich mit der Univariaten Varianzanalyse ein signifikanter ($p \leq 0,01$) Einfluss der Rasse zum Probennahmezeitpunkt T1 nachweisen. Mit Hilfe des gemischten Modells wird deutlich, dass sich die Rassen Belgischer Hütehund und Deutscher Schäferhund in der Ruhe und Erholung der Übung A signifikant voneinander unterscheiden. Die Herzfrequenz der Belgischen Hütehunde liegt im Schnitt 12,0 bpm über der Herzfrequenz der Deutschen Schäferhunde (gemischtes Modell: $p \leq 0,05$; Konfidenzintervall 95 % 1,7 bpm – 22,4 bpm).

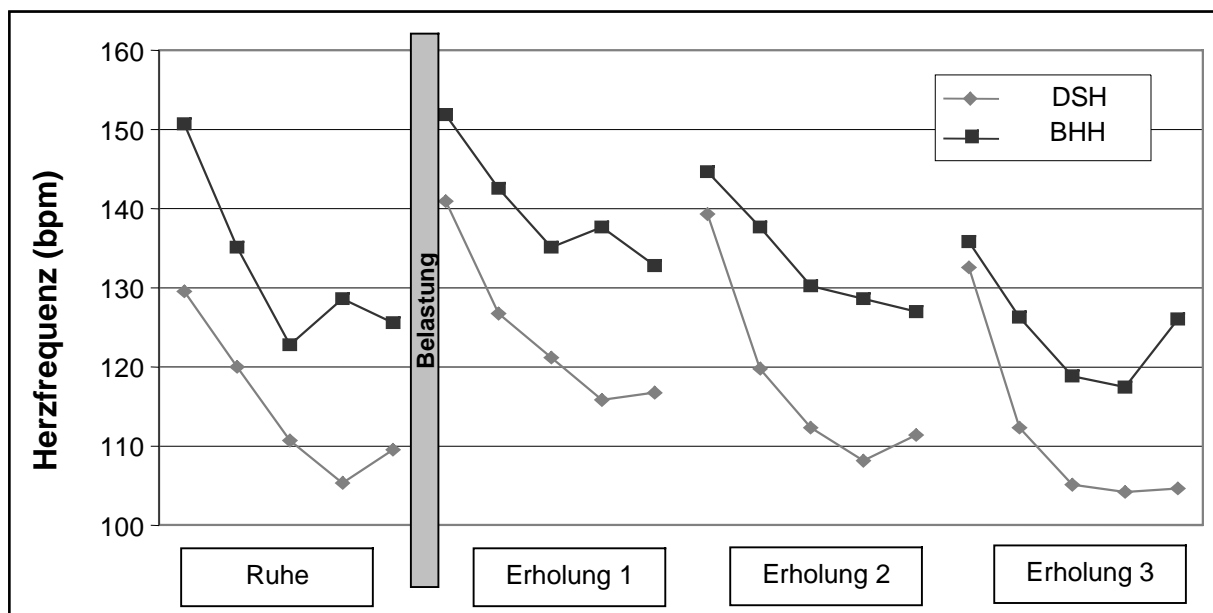


Abbildung 7: Herzfrequenz der Belgischen Hütehunde (BHH) und der Deutschen Schäferhunde (DSH) in den Ruhe- und Erholungsphasen der Schutzdienstübung A; jeder in der Kurve aufgetragene Punkt entspricht einem 4-minütigen Zeitintervall

Einfluss des Geschlechts auf die Herzfrequenz

Ein signifikanter ($p \leq 0,01 - p \leq 0,05$) Einfluss des Geschlechts auf die Herzfrequenz wird in der Univariaten Varianzanalyse in der Schutzdienstübung B zu den Probennahmezeitpunkten T1, T2, T3, T5 und T6 ermittelt. Die Herzfrequenz der männlichen Hunde liegt über alle Probennahmen der Schutzdienstübung B mit 16 2 bpm signifikant unter der Herzfrequenz der weiblichen Tiere. (gemischtes Modell: $p \leq 0,001$; Konfidenzintervall 95 % 9,2 bpm – 23,3 bpm).

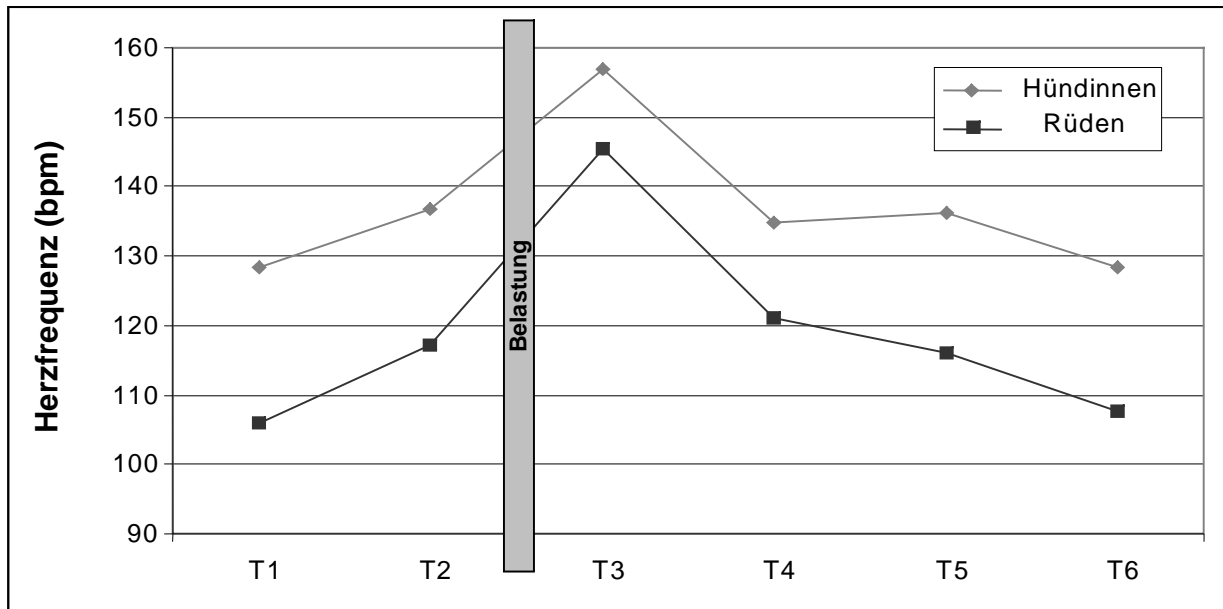


Abbildung 8: Herzfrequenz der Rüden und Hündinnen zu den Probennahmezeitpunkten T1 – T6 während der Schutzdienstübung B

Einfluss des Körpergewichts auf die Herzfrequenz

Das Körpergewicht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Herzfrequenz.

Einfluss der Schulterhöhe auf die Herzfrequenz

Ein signifikanter ($p \leq 0,05$) Einfluss der Schulterhöhe auf die Herzfrequenz lässt sich mit der univariaten Varianzanalyse in der Schutzdienstübung B in der Erholungsphase 1 (Zeitabschnitt III) und in der Erholungsphase 2 (Zeitabschnitt II und III) nachweisen. Kleinere Hunde haben zu diesen Zeitpunkten eine höhere Herzfrequenz.

Einfluss der Körpertemperatur auf die Herzfrequenz

Ein signifikanter ($p \leq 0,01 - p \leq 0,05$) Einfluss der Körpertemperatur auf die Herzfrequenz lässt sich mit der Univariaten Varianzanalyse in der Schutzdienstübung B zu den Probennahmezeitpunkten T2 und T6 nachweisen. Eine höhere Körpertemperatur bewirkt eine höhere Herzfrequenz.

Einfluss der Aktivität auf die Herzfrequenz

Ein signifikanter ($p \leq 0,001 - p \leq 0,05$) Einfluss der Aktivität auf die Herzfrequenz lässt sich mit der univariaten Varianzanalyse in der Schutzdienstübung A während der Ruhephase (Zeitintervall I, IV und V) und in der Erholung 3 (Zeitintervall III und V) sowie in der Schutzdienstübung B in der Ruhephase (Zeitintervall III), in der gesamten Erholungsphase 1, in der Erholungsphase 2 (Zeitintervall I) und in der Erholungsphase 3 (Zeitintervall II und III) nachweisen. Eine höhere Aktivität bewirkt eine höhere Herzfrequenz. Kommt es zu einer durchschnittlichen Aktivitätserhöhung von 2 mG, verursacht dies eine um 10 bpm höhere Herzfrequenz.

Herzfrequenz der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Das gemischte Modell zeigt, dass in der Ruhe und der gesamten Erholungsphase der Schutzdienstübung A die aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde mit 16,6 bpm signifikant unter den Hunden liegen, welche die Ausbildung beendet haben (gemischtes Modell: $p \leq 0,05$; Konfidenzintervall 95% 0,73 bpm – 32,5 bpm).

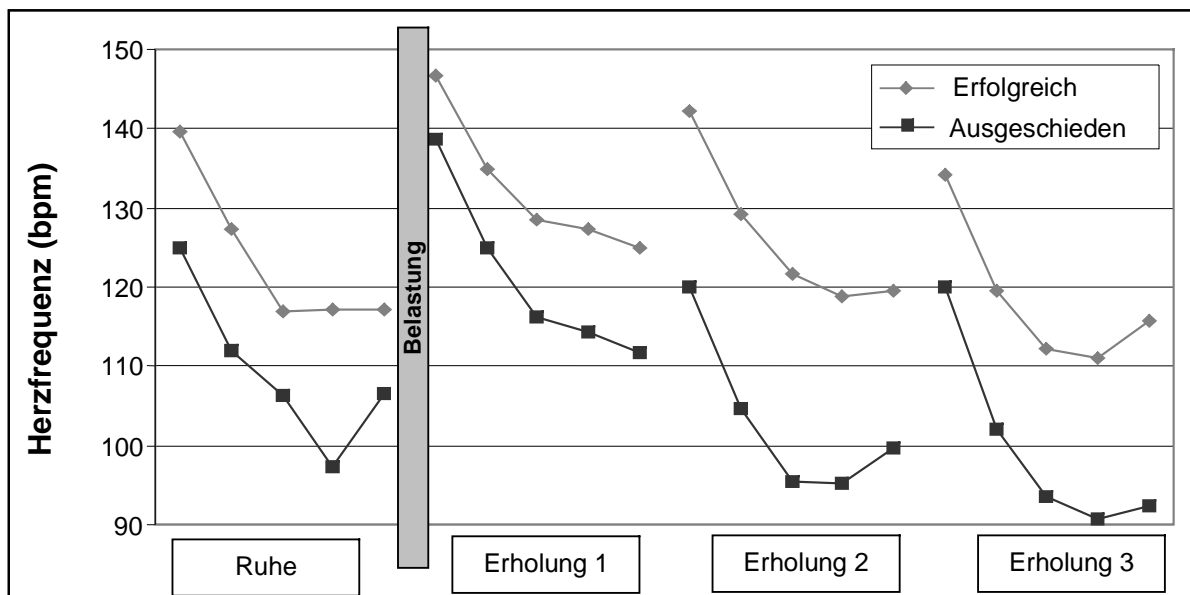


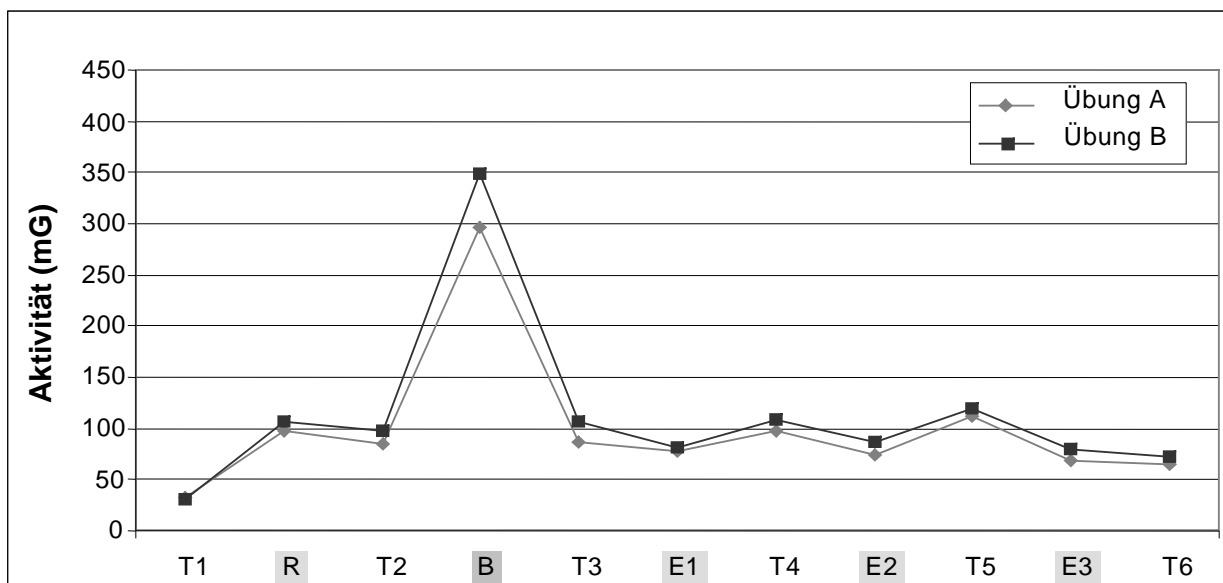
Abbildung 9: Herzfrequenz der ausgeschiedenen Hunde (Ausgeschiedene) und der Hunde, die die Ausbildung beendet haben (Erfolgreich) in den Ruhe- und Erholungsphasen der Schutzdienstübung A; jeder in der Kurve aufgetragene Punkt entspricht einem 4-minütigen Zeitintervall

4.2 Aktivität

Während der Schutzdienstübung ist das Aktometer so eingesellt, dass 30-mal pro Minute ein Mittelwert über die kontinuierlich registrierte Beschleunigung gebildet wird. D.h. der Mittelwert einer 3-minütigen Probennahme setzt sich aus 90 Einzelwerten zusammen (siehe auch Punkt 3.5.1)

Verlauf der Aktivität

Zum Startzeitpunkt T1 liegt die Aktivität der Schutzdienstübung A (31,8 mG) und B (31,5 mG) auf gleichem Niveau. Die Probennahme T2 direkt nach der 20-minütigen Ruhephase liegt in beiden Schutzdienstübungen mit 84,7 mG (Übung A) bzw. 97,1 mG (Übung B) signifikant ($p \leq 0,001$) über der Probennahme T1. Während der Belastungsphase der Schutzdienstübung A und B steigt die Aktivität auf 296,3 mG (Übung A) bzw. 348,2 mG (Übung B) an. Im Anschluss an die Belastungsphase fällt die Aktivität über die Erholungsphasen 1 – 3 bis zur letzten Probennahme T6 ab. Zu den Probennahmezeitpunkten T4 und T5 kommt es zu einem kurzfristigen Anstieg der Aktivität in beiden Schutzdienstübungen um durchschnittlich 28,5 mG.

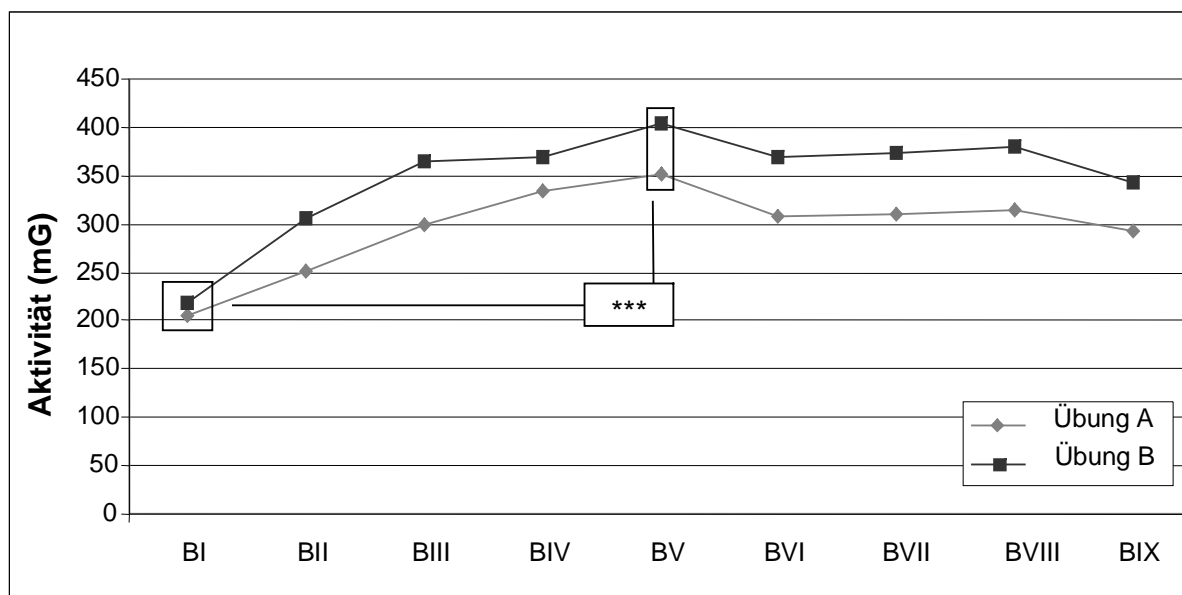


Zeitabschnitt	T1	R	T2	B	T3	E1	T4	E2	T5	E3	T6
min	3	20	6	3	6	20	3	20	3	20	6
Ø Akt (mG) Übung A	31,8	97,6	84,7	296,3	86,9	78,4	98,3	74,7	111,3	69,5	64,3
SD ±	29,1	67,9	48,9	132,3	47,6	41,9	44,4	58,8	41,4	63,1	34,0
Ø Akt (mG) Übung B	31,5	106,4	97,1	348,2	106,0	81,4	108,0	86,8	118,4	79,8	72,7
SD ±	18,6	93,5	37,8	137,4	35,1	60,0	42,8	70,9	63,1	72,0	31,7

Abbildung 10: Aktivität während der Schutzdienstübung A und B; T1 – T6 = Probennahmen, R = Ruhephase, B = Belastungsphase, E1 – E3 = Erholungsphasen; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten sowie die Mittelwerte und die Standardabweichung der einzelnen Phasen an; die Mittelwerte über die einzelnen Phasen sind als Punkte in der Kurve aufgetragen; n = 28

Detaillierte Betrachtung der 3-minütigen Belastungsphase

Für die detaillierte Betrachtung der 3-minütigen Belastungsphase wurde diese in neun 20-Sekunden Intervalle unterteilt. In der Belastungsphase beider Schutzdienstübungen zeigt die Aktivität vom Beginn der Belastung BI bis zum Zeitintervall BV einen signifikanten ($p \leq 0,001$) Anstieg von 146,9 mG (Übung A) bzw. 151,7 mG (Übung B) und erreicht im Zeitintervall BV ihr Maximum von 352,3 mG (Übung A) bzw. 404,5 mG (Übung B). In den folgenden 20 Sekunden fällt die Aktivität ab und bleibt in den Zeitintervallen BVI – BVIII in beiden Schutzdienstübungen auf einem annähernd gleichbleibenden Niveau von durchschnittlich 311,1 mG in Übung A bzw. 375,1 mG in Übung B. In den letzten 20 Sekunden kommt es zu einem weiteren Abfall der Aktivität. Das gemischte Modell zeigt, dass die Belastungsaktivität der Schutzdienstübung A mit durchschnittlich 53,4 mG signifikant unter der Belastungsaktivität der Schutzdienstübung B liegt (gemischtes Modell: $p \leq 0,001$; Konfidenzintervall 95% 77,2 mG – 29,6 mG).

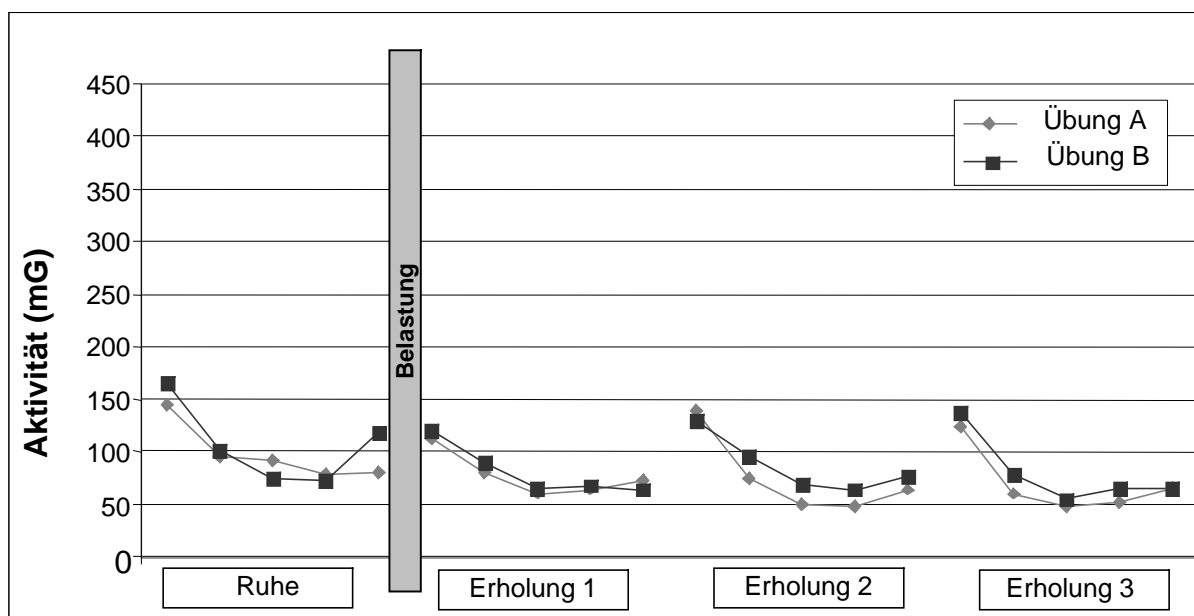


Zeitintervall	B I	B II	B III	B IV	B V	B VI	B VII	B VIII	B IX
sec	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Ø Akt (mG) Übung A	205,4	250,5	198,6	334,7	352,3	308,5	311,2	313,6	291,6
SD ±	139,0	159,7	115,9	143,8	135,2	109,5	127,3	108,2	103,5
Ø Akt (mG) Übung B	218,6	306,9	365,3	370,3	404,5	369,9	374,4	380,9	343,2
SD ±	130,5	175,2	148,5	135,8	107,6	113,5	123,2	107,8	108,8

Abbildung 11: Aktivität während der Belastungsphase der Schutzdienstübung A und B; die Belastungsphase ist in 20-Sekunden Intervalle unterteilt (BI – BIX); die Tabelle gibt für jedes Intervall die mittlere Aktivität und die Standardabweichung an; jeder Punkt in der Kurve entspricht dem Mittelwert eines 20-Sekunden Intervalls; *** = $p \leq 0,001$; n = 28

Detaillierte Betrachtung der Aktivität in der Ruhe und der Erholung

In beiden Schutzdienstübungen fällt die Aktivität in den ersten 16 Minuten der Ruhephase und der Erholungsphase 2 kontinuierlich ab, erreicht nach 16 Minuten das niedrigste Niveau und steigt dann in den letzten 4 Minuten wieder an. In der Erholungsphase 1 und 3 fällt die Aktivität in den ersten 12 Minuten kontinuierlich ab, verzeichnet dann einen Anstieg, der sich in der Schutzdienstübung A auch in den letzten 4 Minuten fortsetzt. In der Schutzdienstübung B fällt die Aktivität in den letzten 4 Minuten der Erholung 1 und 3 wieder ab. Das gemischte Modell zeigt, dass über die gesamte Ruhe- und Erholungsphase die Aktivität der Schutzdienstübung A mit durchschnittlich 14,35 mG signifikant unter der Aktivität der Schutzdienstübung B liegt (gemischtes Modell: $p \leq 0,001$; Konfidenzintervall 95 % 7,25 mG - 21,45 mG).



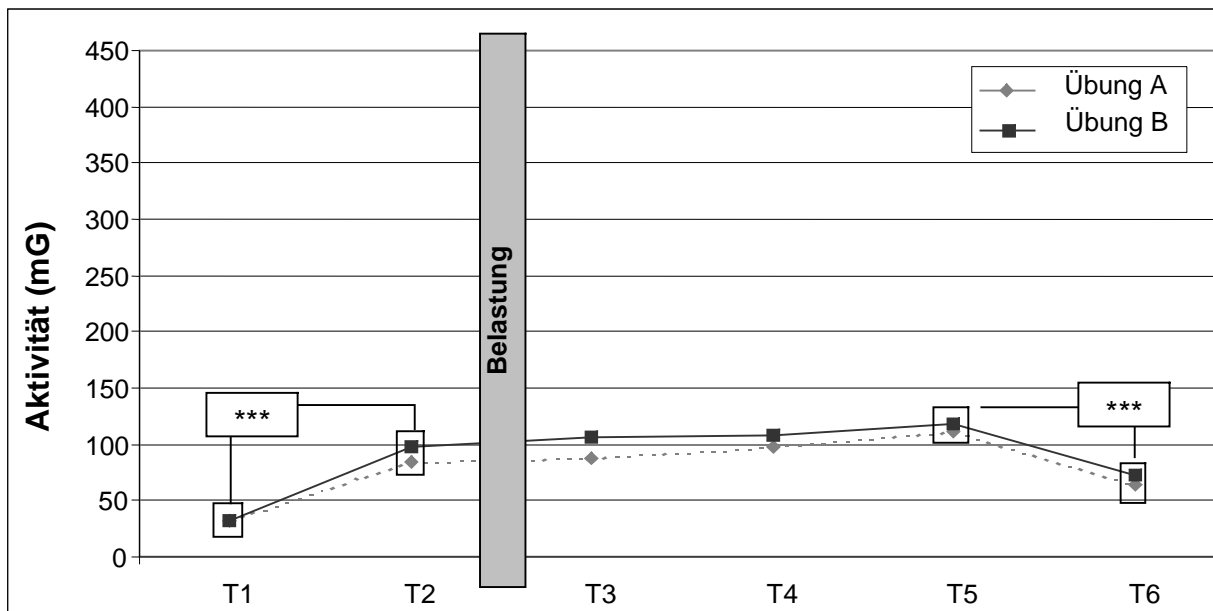
Zeitabschnitt	Ruhe					Belastung	Erholung 1				
	I	II	III	IV	V		I	II	III	IV	V
Zeitintervall	I	II	III	IV	V		I	II	III	IV	V
min	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4
Ø Akt (mG) Übung A	143,5	95,6	90,5	77,8	80,6		113,8	80,2	60,4	64,4	73,5
SD ±	64,0	52,9	68,0	79,1	56,1		32,0	35,6	35,6	36,2	46,2
Ø Akt (mG) Übung B	165,8	99,8	73,9	73,5	119,0		120,3	89,5	65,2	67,5	64,6
SD ±	63,6	105,6	87,4	79,5	100,3		51,4	82,1	54,2	51,4	36,1

Zeitabschnitt	Erholung 2					Erholung 3				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Zeitintervall	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
min	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ø Akt (mG) Übung A	137,8	73,9	49,7	48,2	63,7	124,7	60,1	46,5	50,9	65,4
SD ±	57,2	42,7	47,9	44,1	54,4	53,5	52,9	50,6	62,5	65,8
Ø Akt (mG) Übung B	128,9	94,9	68,8	64,1	77,2	136,9	78,0	53,9	65,6	64,8
SD ±	73,3	94,7	55,6	54,4	52,8	61,9	82,7	64,0	63,8	59,1

Abbildung 12: Aktivität während der Ruhe und Erholung (1 – 3) der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, den Mittelwert und die Standardabweichung für die 4-minütigen Zeitintervalle I – V der Ruhe und Erholung (1 – 3) an; jeder Punkt in der Kurve gibt den Mittelwert über ein 4-minütiges Zeitintervall an; n = 28

Detaillierte Betrachtung der Probennahmen der Schutzdienstübung A und B

Vom Probennahmezeitpunkt T1 bis T5 zeigt sich ein kontinuierlicher Anstieg der Aktivität in beiden Schutzdienstübungen. Der stärkste Aktivitätsanstieg von durchschnittlich 54,07 mG (Übung A) und 65,6 mG (Übung B) findet von T1 nach T2 statt ($p \leq 0,001$). Der Probennahmezeitpunkt T6 zum Ende der Schutzdienstübungen A und B liegt signifikant ($p \leq 0,001$) unter der Aktivität zum Probennahmezeitpunkt T5.



Zeitabschnitt	T1	T2	Belastung	T3	T4	T5	T6
min	3	6		6	3	3	6
Ø Akt (mG) Übung A	31,8	84,7	86,9	98,3	111,3	64,3	
SD ±	29,1	48,9	47,4	44,4	41,4	34,0	
Ø Akt (mG) Übung B	31,5	97,1	106,0	108,1	118,4	72,7	
SD ±	18,6	37,8	35,1	42,8	63,1	31,7	

Abbildung 13: Aktivität während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer der einzelnen Probennahmen T1 – T6, sowie die Mittelwerte und die Standardabweichung an; *** = $p \leq 0,001$; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Aktivität

Die Rasse hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Aktivität.

Einfluss des Geschlechts auf die Aktivität

Ein signifikanter Einfluss des Geschlechts auf die Aktivität lässt sich mit der Univariaten Varianzanalyse in der Schutzdienstübung A zum Probennahmezeitpunkt T2 ($p \leq 0,01$) nachweisen und in der Schutzdienstübung B in der Erholungsphase 2 (Zeitintervall III) ($p \leq 0,05$). In diesem Zeitintervall zeigt der T-Test für unabhängige Stichproben, dass die Aktivität der Rüden mit 52,6 mG signifikant ($p \leq 0,05$) über der Aktivität der Hündinnen liegt. Im gemischten Modell wird deutlich, dass die Aktivität der Rüden während der gesamten Ruhe- und Erholungsphase der

Schutzdienstübung B mit 54,6 mG signifikant über der Aktivität der Hündinnen liegt (gemischtes Modell: $p \leq 0,05$; Konfidenzintervall 95 % 0,4 mG – 108,9 mG).

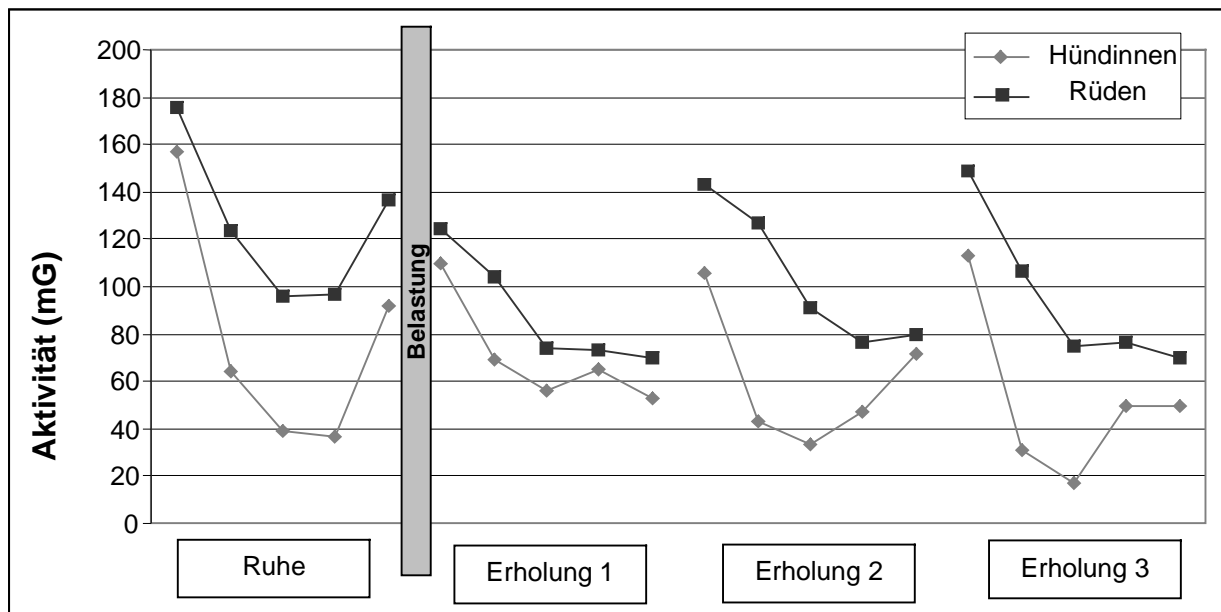


Abbildung 14: Aktivität der Hündinnen und Rüden in der Ruhe- und Erholungsphase der Schutzdienstübung B; jeder in der Kurve aufgetragene Punkt entspricht einem 4-minütigen Zeitintervall

Einfluss der Körpertemperatur auf die Aktivität

Die Körpertemperatur hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Aktivität.

Einfluss der Schulterhöhe auf die Aktivität

Ein signifikanter ($p \leq 0,05$) Einfluss der Schulterhöhe auf die Aktivität lässt sich mit der Univariaten Varianzanalyse in der Schutzdienstübung A zum Probennahmezeitpunkt T2 nachweisen.

Einfluss des Körpergewichts auf die Aktivität

Ein signifikanter ($p \leq 0,05$) Einfluss des Körpergewichts lässt sich mit der Univariaten Varianzanalyse in der Schutzdienstübung B während der Belastungsphase (Zeitintervall B VIII) nachweisen.

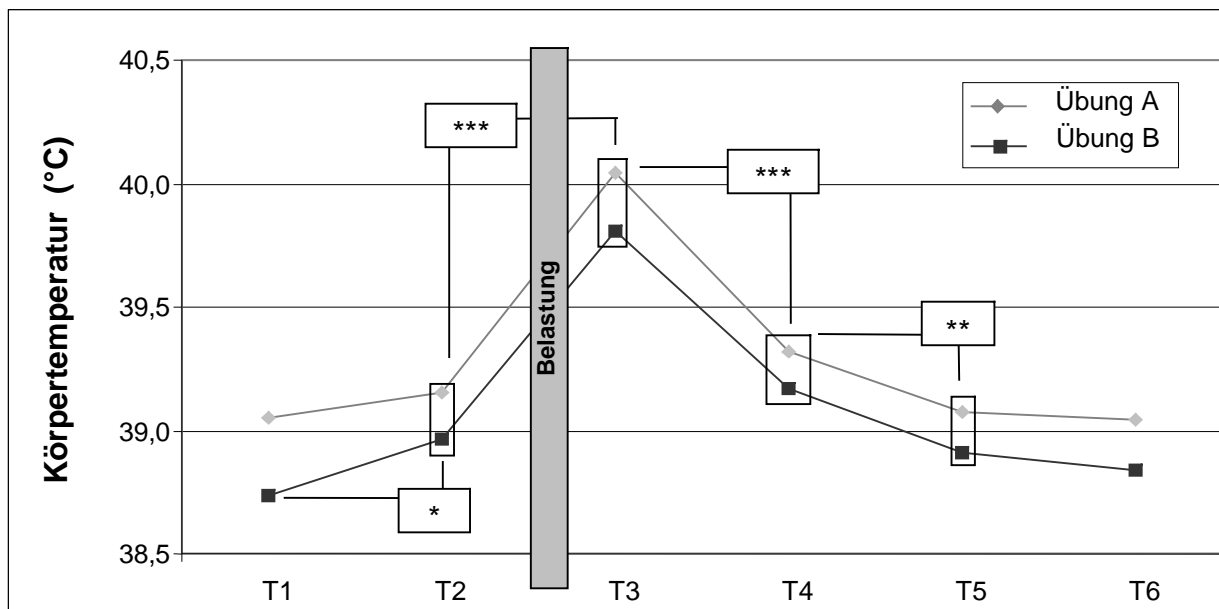
Aktivität der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Zu keinem Zeitpunkt zeigten die aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde einen signifikanten Unterschied in der Aktivität zu den Hunden, die die Ausbildung beendet haben.

4.3 Rektale Körpertemperatur

Verlauf der Körpertemperatur

Zum Startzeitpunkt T1 liegt die rektale Körpertemperatur der Schutzdienstübung A bei 39,1°C, die der Schutzdienstübung B bei 38,7°C. In beiden Übungen steigt die Körpertemperatur bis zur Probennahme T3 direkt nach der Belastungsphase signifikant ($p \leq 0,001$) um 1,0°C (Übung A) bzw. 1,1°C (Übung B) an. In den ersten 20 Minuten der Erholungsphase fällt die Temperatur signifikant ($p \leq 0,001$) um 0,8°C (Übung A) bzw. 0,7°C (Übung B) ab und liegt zum Zeitpunkt T4 noch signifikant ($p \leq 0,01$) über dem Ruhewert T2. In den zweiten 20 Minuten der Erholung fällt die Temperatur in beiden Schutzdienstübungen weiter signifikant ($p \leq 0,01$) ab und erreicht zum Probennahmezeitpunkt T5 wieder die Ausgangstemperatur. An den Probennahmezeitpunkten T3, T5 und T6 liegt die Körpertemperatur der Schutzdienstübung A signifikant ($p \leq 0,05$) über der Körpertemperatur der Schutzdienstübung B. Im gemischten Modell liegt die Temperatur der Schutzdienstübung A im gesamten Verlauf mit durchschnittlich 0,2°C signifikant über der Temperatur der Schutzdienstübung B (gemischtes Modell, $p \leq 0,001$; Konfidenzintervall 95 %: 0,1°C – 0,3°C).



Zeitabschnitt	T1	T2	Belastung	T3	T4	T5	T6
min	3	6		6	3	3	6
KT (°C) Übung A	39,1	39,2	40,1	39,3	39,1	39,0	
SD ±	0,7	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	
KT (°C) Übung B	38,7	39,0	39,8	39,1	38,9	38,8	
SD ±	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	

Abbildung 15: Körpertemperatur (KT) zu den Probennahmen während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten sowie den Mittelwert und die Standardabweichung der einzelnen Probennahmen (T1 – T6) an; * = $p \leq 0,05$, ** = $p \leq 0,01$, *** = $p \leq 0,001$; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Körpertemperatur

Ein signifikanter Einfluss der Rasse auf die Körpertemperatur lässt sich mit der univariaten Varianzanalyse in der Schutzdienstübung B zum Probennahmezeitpunkt T1 ($p \leq 0,05$) und T2 ($p \leq 0,01$) nachweisen.

Einfluss des Geschlechts auf die Körpertemperatur

Im gemischten Modell liegt die Körpertemperatur der Rüden über den gesamten Verlauf der Schutzdienstübung A mit $0,4 \text{ }^\circ\text{C}$ signifikant über der Körpertemperatur der Hündinnen (gemischtes Modell: $p \leq 0,05$; Konfidenzintervall 95 % $0,0^\circ\text{C} - 0,8^\circ\text{C}$).

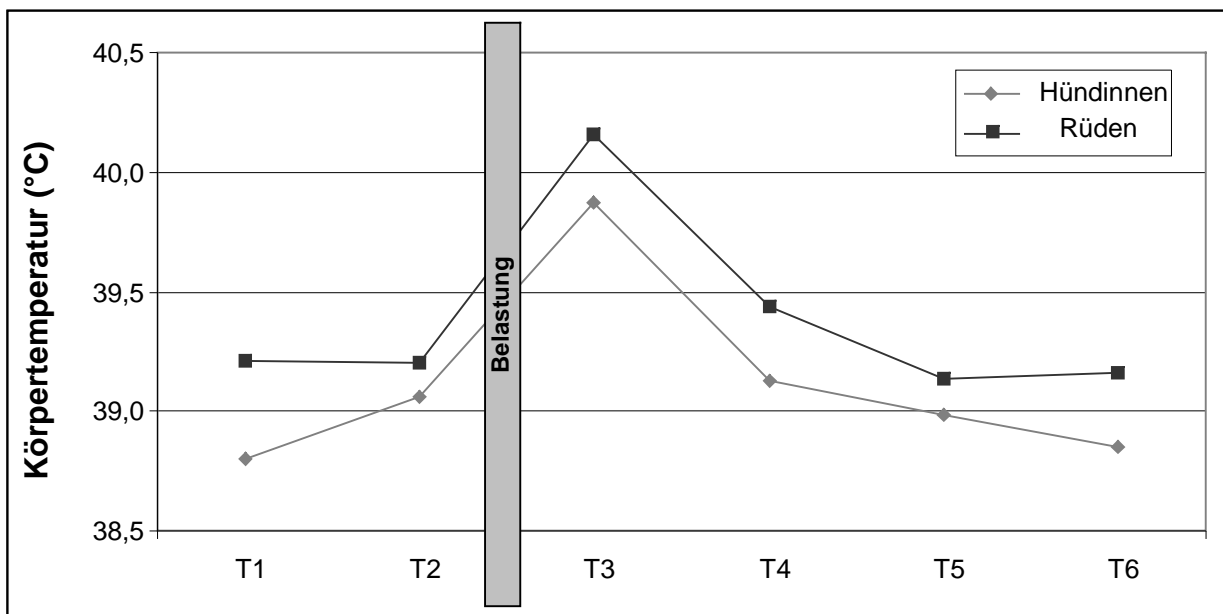


Abbildung 16: Körpertemperatur der Hündinnen und Rüden während der Schutzdienstübung A; T1 – T6 = Probenahmen

Einfluss der Aktivität auf die Körpertemperatur

In der univariaten Varianzanalyse zeigt sich, dass in der Schutzdienstübung A zum Probezeitpunkt T5 und T6 die jeweilige Aktivität einen signifikanten (T5: $p \leq 0,01$ und T6: $p \leq 0,05$) Einfluss auf die Körpertemperatur hat. In der Schutzdienstübung B hat die Aktivität zum Probezeitpunkt T2 einen signifikanten ($p \leq 0,01$) Einfluss auf die Körpertemperatur. Eine gesteigerte Aktivität bewirkt eine höhere Körpertemperatur.

Einfluss der Schulterhöhe auf die Körpertemperatur

Die Schulterhöhe hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Körpertemperatur.

Einfluss des Körpergewichts auf die Temperatur

Das Körpergewicht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Körpertemperatur.

Körpertemperatur der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung liegt die Körpertemperatur der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde mit 0,8°C signifikant ($p \leq 0,01$) unter den Werten der Hunde, die die Ausbildung beendet haben (t-Test für unabhängige Stichproben).

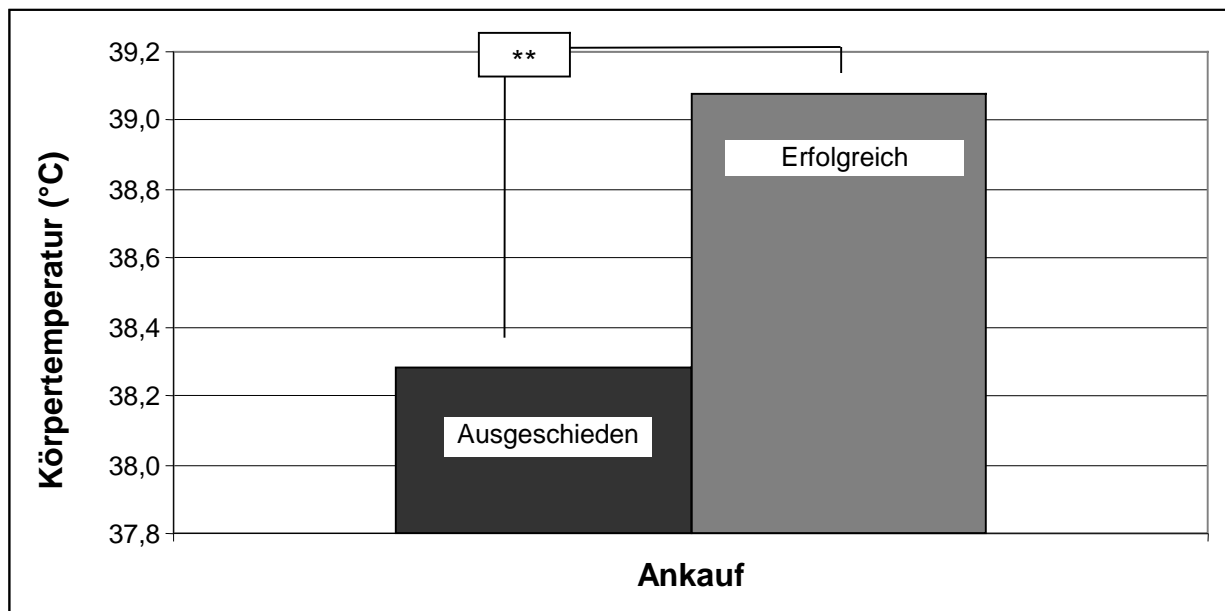


Abbildung 17: Temperatur der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde (Ausgeschieden $n = 7$) und der Hunde, die die Ausbildung beendet haben (Erfolgreich $n = 28$) zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung; ** = $p \leq 0,01$

4.4 Endokrinologische Parameter

Qualitätskontrolle des Enzyme-Linked Immunosorbend Assay (ELISA)

In diesen Untersuchungen wurde die Präzision der Methode durch den unten angegebenen interspezifischen Variationskoeffizienten bei caninen Speichel- und Serumkortisolproben überprüft.

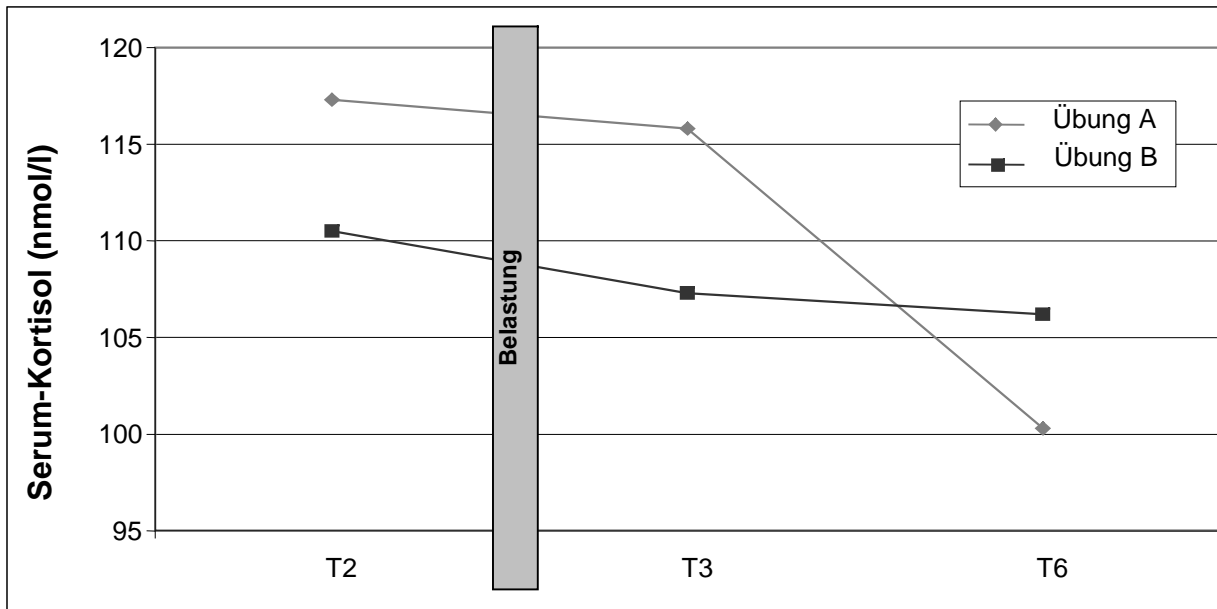
Tabelle 16: Interspezifische Variation (VK) in Abhängigkeit von der Kortisolkonzentration in caninen Speichel- und Serumproben; M gibt den Mittelwert an, SD gibt die Standardabweichung an, N gibt die Anzahl der ELISA-Platten an

Interspezifische Variation		M (nmol/l)	\pm SD	N	VK (%)
Pool canin	Serum	32,7	4,8	11	14,6
Pool canin	Speichel	4,4	1,1	10	16,3

4.4.1 Kortisol im Serum

Verlauf der Kortisolkonzentration im Serum

Die Serum-Kortisolkonzentration direkt vor der Belastungsphase (T2) liegt in der Übung A mit durchschnittlich 117,3 nmol/l etwas höher als in der Übung B mit 110,5 nmol/l. Der Serum-Kortisolspiegel zeigt in beiden Schutzdienstübungen zwischen den Probennahmezeitpunkten T2 und T3 keine große Veränderung. In der Schutzdienstübung A fällt die Serum-Kortisolkonzentration von T3 auf T6 ab, in der Schutzdienstübung B bleibt sie dagegen konstant.



Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
SeK (nmol/l) Übung A	117,3		115,8	100,25
SD ±	87,7		72,9	66,5
SeK (nmol/l) Übung B	110,5		107,6	106,2
SD ±	116,7		107,8	121,7

Abbildung 18: Serum-Kortisolkonzentration (SeK) zu den Probennahmen der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer der einzelnen Probennahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung sowie die Mittelwerte und die Standardabweichung an; n = 28

Einfluss der Rasse auf den Kortisolkonzentration im Serum

Die Rasse hat zu keinem Zeitpunkt einen Einfluss auf die Kortisolkonzentration im Serum.

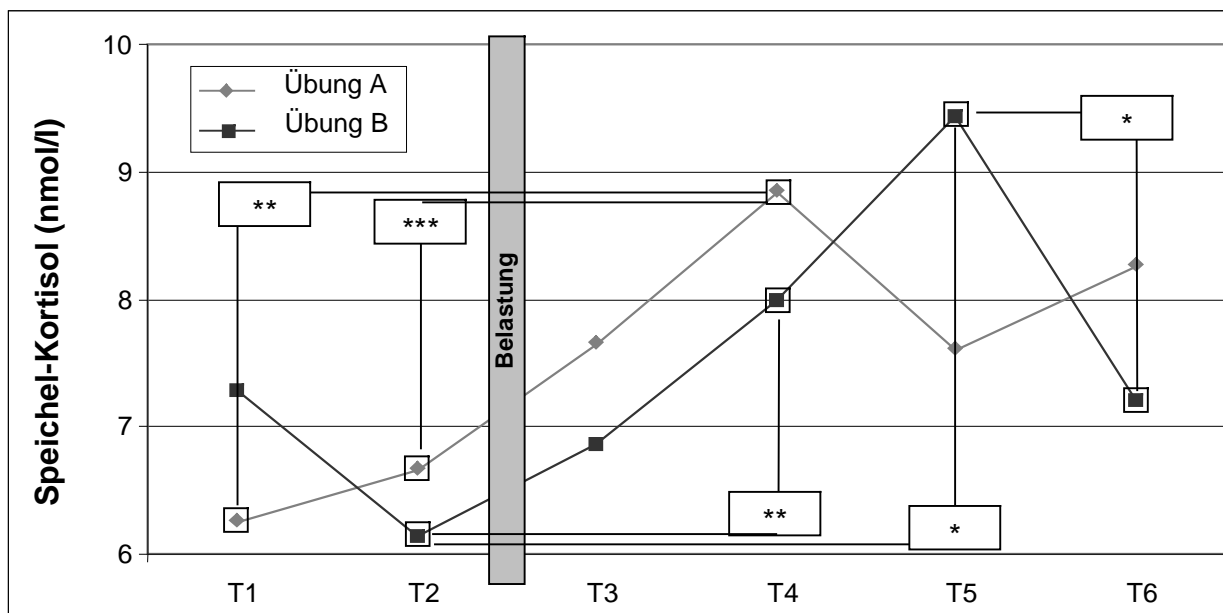
Einfluss des Geschlechts auf die Kortisolkonzentration im Serum

Das Geschlecht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Kortisolkonzentration im Serum.

4.4.2 Kortisol im Speichel

Verlauf der Kortisolkonzentration im Speichel

In der Schutzdienstübung A kommt es vom Startzeitpunkt T1 bis zur Probennahme T4 nach den ersten 20 min der Erholungsphase zu einem signifikanten ($p \leq 0,01$) Anstieg der Speichel-Kortisolkonzentration um 2,6 nmol/l. Von T4 auf T5 fällt die Speichel-Kortisolkonzentration um 1,3 nmol/l und steigt zum Ende der Schutzdienstübung A noch einmal um 0,7 nmol/l. In der Schutzdienstübung B fällt die Speichel-Kortisolkonzentration zunächst von T1 auf T2 ab und steigt dann vom Probennahmezeitpunkt T2 bis zum Probennahmezeitpunkt T5 signifikant ($p \leq 0,05$) um 3,2 nmol/l an. Die Endprobennahme T6 liegt signifikant ($p \leq 0,05$) unter der Probennahme T5.



Zeitabschnitt	T1	T2	Belastung	T3	T4	T5	T6
min	3	6		6	3	3	6
SpK (nmol/l) Übung A	6,3	6,7	7,7	8,9	7,6	8,3	
SD ±	2,4	3,2	5,0	3,9	3,6	6,0	
SpK (nmol/l) Übung B	7,3	6,1	6,9	8,0	9,3	7,2	
SD ±	3,2	3,7	4,0	3,7	7,6	4,2	

Abbildung 19: Speichel-Kortisolkonzentration (SpK) zu den Probennahmen der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer der einzelnen Probennahmen T1 - T6 sowie die Mittelwerte und die Standardabweichung an; * = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$; *** = $p \leq 0,001$; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Kortisolkonzentration im Speichel

Die Rasse hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Kortisolkonzentration im Speichel.

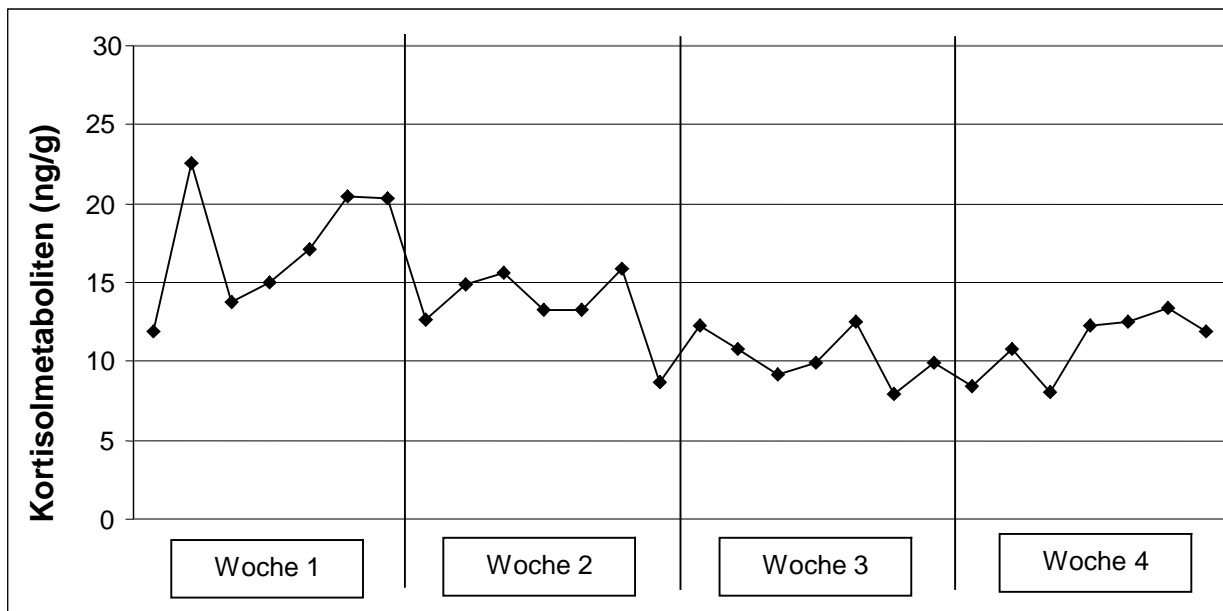
Einfluss des Geschlechts auf die Kortisolkonzentration im Speichel

Das Geschlecht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Kortisolkonzentration im Speichel.

4.4.3 Kortisolmetaboliten im Kot

Verlauf der Konzentration der Kortisolmetaboliten im Kot

In der ersten Woche des Aufenthaltes in der Quarantänestation liegt die Konzentration der Kortisolmetaboliten im Kot bei durchschnittlich 17,6 ng/g nativem Kot. In den folgenden zwei Wochen kommt es zu einem kontinuierlichen Abfall der Kortisolkonzentration im Kot auf durchschnittlich 13,4 ng/g nativem Kot in Woche 2 und 10,3 ng/g in Woche 3. Die 4. Woche zeigt am Ende wieder einen Anstieg der Kortisolmetaboliten.



	Woche 1							Woche 2						
Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Kortisolmetaboliten (ng/g)	11,9	22,6	13,8	15,0	17,1	20,5	20,3	12,6	14,8	15,6	13,3	13,3	15,8	8,7
SD ±	14,3	26,6	12,6	14,3	26,1	18,0	23,3	9,0	17,9	14,6	15,1	10,7	16,3	6,6

	Woche 3							Woche 4						
Tag	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Kortisolmetaboliten (ng/g)	12,3	10,8	9,1	9,9	12,5	8,0	9,9	8,4	10,8	8,0	12,2	12,6	13,3	11,9
SD ±	15,7	9,2	7,7	10,2	15,1	8,7	12,6	6,7	11,6	8,1	21,5	16,9	11,2	10,2

Abbildung 20: Konzentration der Kortisolmetaboliten im Kot über den 4-wöchigen Untersuchungszeitraum; die Tabelle gibt die Mittelwerte und die Standardabweichung für jeden Tag an; jeder Punkt der Kurve entspricht den in der Tabelle angegebenen Mittelwerten; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Konzentration der Kortisolmetaboliten im Kot

In der univariaten Varianzanalyse hat die Rasse am Tag 1, 4, 13, 14 und 20 einen signifikanten ($p \leq 0,01$) Einfluss auf die Konzentration der Kortisolmetaboliten im Kot. Im gemischten Modell zeigt sich, dass über den gesamten Aufenthalt in der Quarantänestation die Belgischen Hütehunde mit 7,6 ng/g nativem Kot signifikant über den Deutschen Schäferhunden liegen (gemischtes Modell; $p \leq 0,05$; Konfidenzintervall 95 % -0,1 ng/g – 15,3 ng/g).

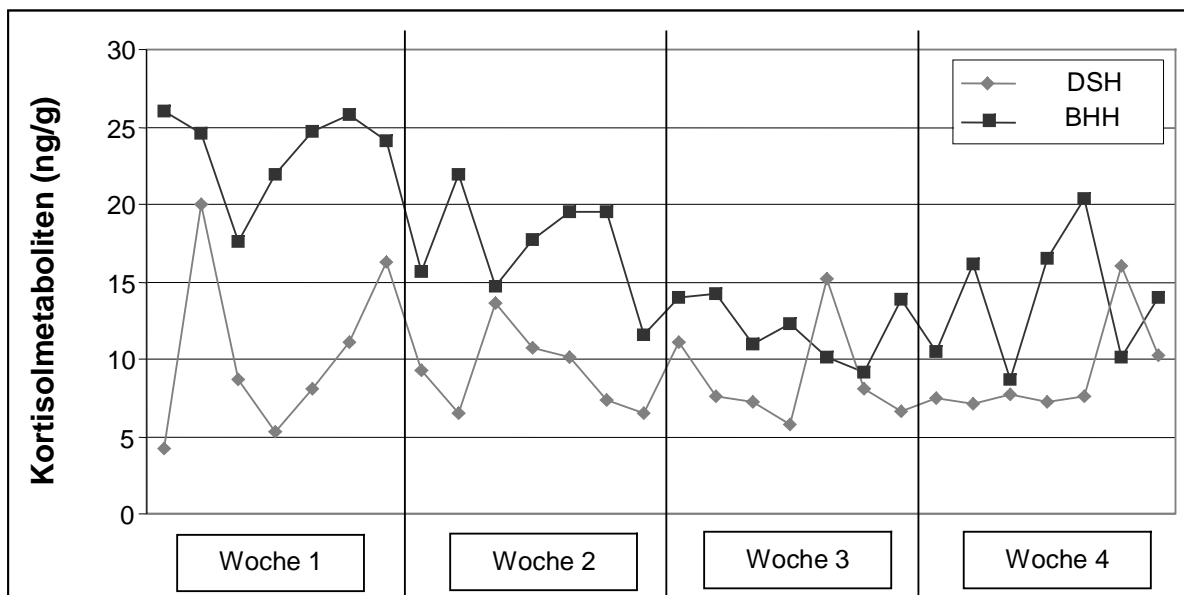


Abbildung 21: Kortisolmetaboliten im Kot der Belgischen Hütehunde (BHH) und der Deutschen Schäferhunde (DSH) über den 4-wöchigen Untersuchungszeitraum

Einfluss des Geschlechts auf die Konzentration der Kortisolmetaboliten im Kot

In der univariaten Varianzanalyse hat das Geschlecht am Tag 1 und 20 einen signifikanten Einfluss auf die Konzentration der Kortisolmetaboliten im Kot.

Endokrinologische Parameter der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

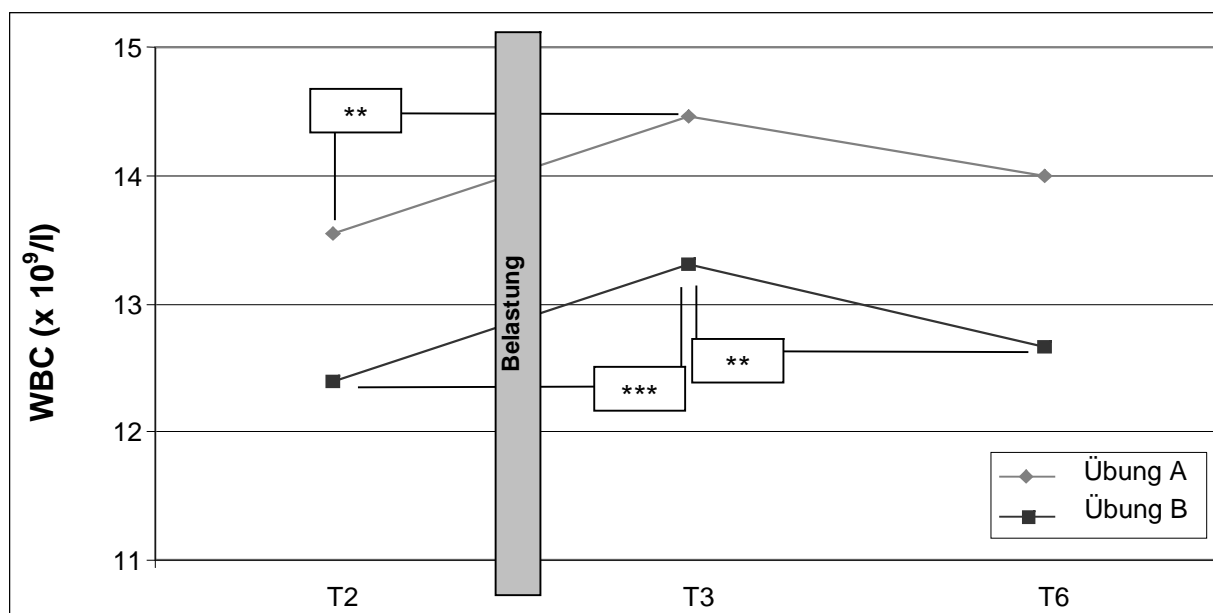
Die Serum- und Speichel-Kortisolkonzentration sowie die Konzentration der Kortisolmetaboliten im Kot der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde zeigt zu keinem Zeitpunkt einen Unterschied zu den Hunden, die die Ausbildung beendet haben.

4.5 Hämatologische und klinisch-chemische Parameter

4.5.1 Leukozyten

Verlauf der Leukozyten (WBC)

Zum Probennahmezeitpunkt T3 direkt nach der Belastungsphase ist die Anzahl der Leukozyten in der Schutzdienstübungen A und B signifikant (Übung A $p \leq 0,01$; Übung B $p \leq 0,001$) gegenüber T2 unmittelbar vor der Belastungsphase angestiegen. Nach der 60-minütigen Erholungsphase zum Probennahmezeitpunkt T6 ist die Anzahl der Leukozyten in der Schutzdienstübung B signifikant ($p \leq 0,01$) um $0,6 \times 10^9/l$ gefallen. Im gemischten Modell liegt die Leukozytenzahl über den gesamten Verlauf der Schutzdienstübung A mit durchschnittlich $1,2 \times 10^9/l$ über der Schutzdienstübung B (gemischtes Modell: $p \leq 0,01$; Konfidenzintervall 95 % $0,5 \times 10^9/l - 2,0 \times 10^9/l$).



Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
WBC (x 10 ⁹ /l) Übung A	13,6		14,5	14,0
SD ±	3,7		4,1	3,7
WBC (x 10 ⁹ /l) Übung B	12,4		13,3	12,7
SD ±	3,6		3,5	3,3

Abbildung 22: Anzahl der Leukozyten (WBC) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probenahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; ** = $p \leq 0,01$, *** = $p \leq 0,001$; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Leukozytenzahl

Ein signifikanter ($p \leq 0,05$) Einfluss der Rasse auf die Anzahl der Leukozyten lässt sich in der univariaten Varianzanalyse zum Probennahmezeitpunkt T6 nachweisen. Die Leukozytenzahl der Rottweiler liegt unter der, der Belgischen Hütehunde und der Deutschen Schäferhunde.

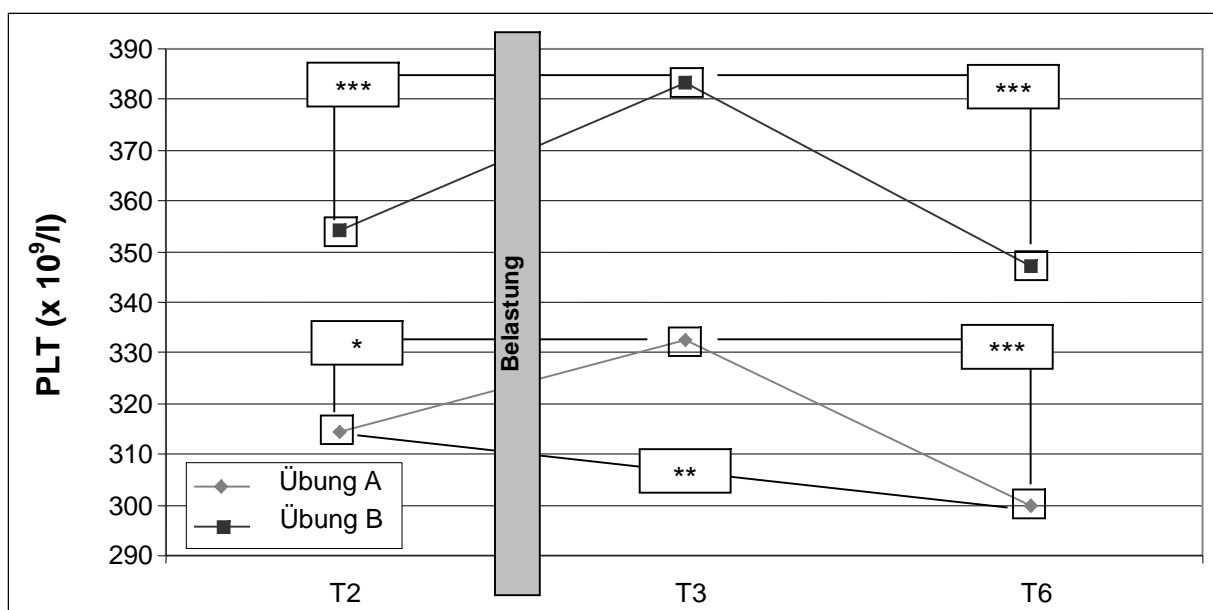
Einfluss des Geschlechts auf die Leukozytenzahl

Das Geschlecht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Leukozytenzahl.

4.5.2 Thrombozyten, Lymphozyten, Monozyten und Granulozyten

Verlauf der Thrombozyten (PLT)

Die Anzahl der Thrombozyten steigt direkt nach der Belastungsphase zum Probenahmezeitpunkt T3 in der Schutzdienstübung A und B signifikant (Übung A $p \leq 0,05$; Übung B $p \leq 0,001$) um $18,1 \times 10^9/l$ (Übung A) bzw. $29,2 \times 10^9/l$ (Übung B) an. Nach der 60-minütigen Erholungsphase am Ende der Schutzdienstübungen (T6) ist die Anzahl der Zellen wieder signifikant ($p \leq 0,001$) um $14,5 \times 10^9/l$ (Übung A) bzw. $7,1 \times 10^9/l$ (Übung B) gefallen. Im gemischten Modell liegt die Thrombozytenzahl über den gesamten Verlauf der Schutzdienstübung A mit durchschnittlich $45,8 \times 10^9/l$ signifikant unter der Thrombozytenzahl der Schutzdienstübung B (gemischtes Modell: $p \leq 0,001$; Konfidenzintervall 95 % $55,5 \times 10^9/l - 36,1 \times 10^9/l$).

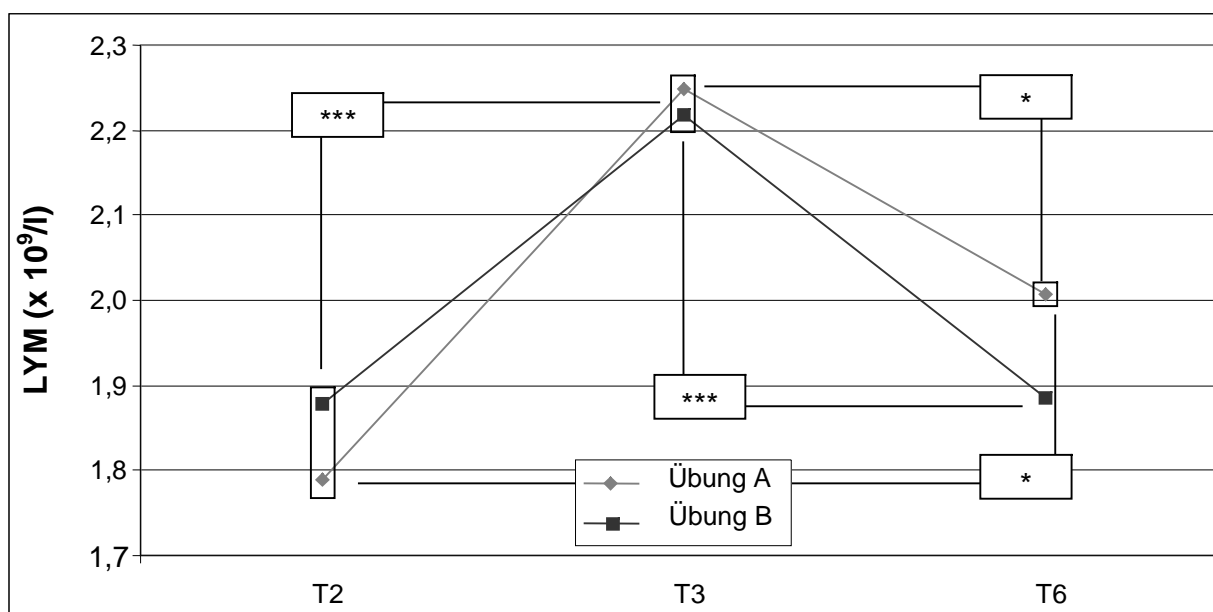


Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
PLT (x 10 ⁹ /l) Übung A	314,5		332,6	300,0
SD ±	97,1		83,1	91,4
PLT (x 10 ⁹ /l) Übung B	354,2		383,4	347,1
SD ±	88,3		92,9	86,9

Abbildung 23: Anzahl der Thrombozyten (PLT) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probenahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; ** = $p \leq 0,01$, *** = $p \leq 0,001$; n = 28

Verlauf der Lymphozyten (LYM)

Die Anzahl der Lymphozyten steigt direkt nach der Belastungsphase zum Probennahmezeitpunkt T3 in der Schutzdienstübung A und B signifikant ($p \leq 0,001$) um $0,5 \times 10^9/l$ (Übung A) bzw. $0,3 \times 10^9/l$ (Übung B) an. Nach der 60-minütigen Erholungsphase am Ende der Schutzdienstübungen (T6) ist die Anzahl der Zellen in beiden Übungen wieder signifikant (Übung A $p \leq 0,05$; Übung B $p \leq 0,001$) um $0,3 \times 10^9/l$ gefallen. In der Schutzdienstübung A liegt die Lymphozytenzahl zum Zeitpunkt T6 signifikant ($p \leq 0,05$) über dem Ausgangswert T2, in der Schutzdienstübung B wird wieder der Ausgangswert T2 erreicht.

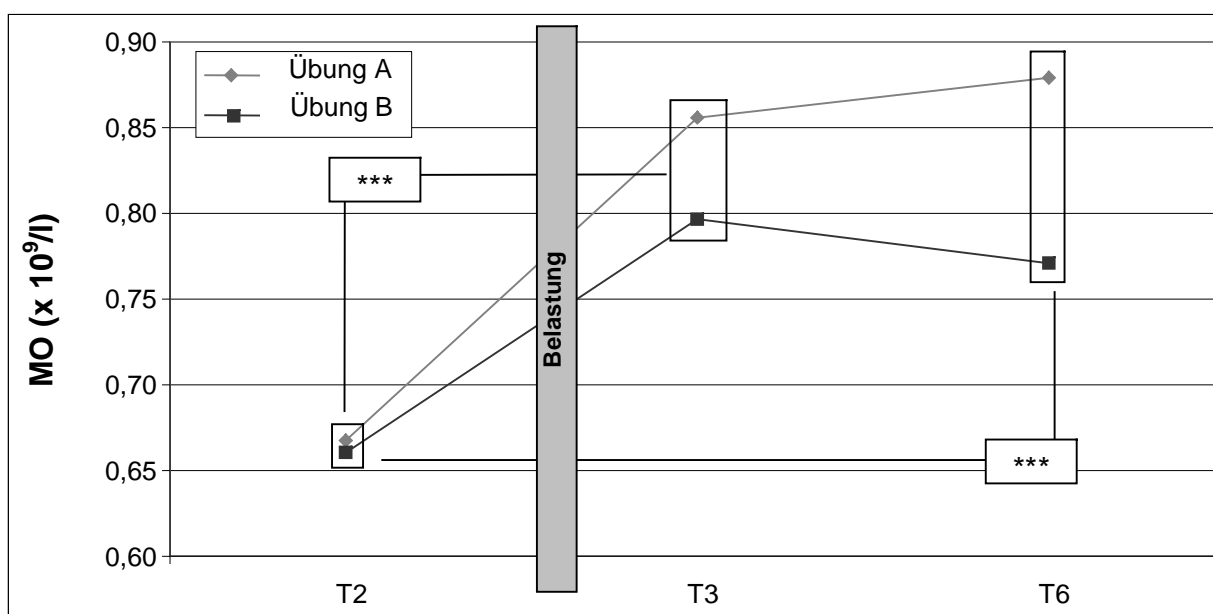


Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
LYM (x 10 ⁹ /l) Übung A	1,79		2,25	2,01
SD ±	0,4		0,7	0,7
LYM (x 10 ⁹ /l) Übung B	1,88		2,22	1,89
SD ±	0,6		0,7	0,5

Abbildung 24: Anzahl der Lymphozyten (LYM) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probenahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; *= $p \leq 0,05$, ***= $p \leq 0,001$; n = 28

Verlauf der Monozyten (MO)

Zum Probennahmezeitpunkt T2 direkt nach der 20-minütigen Ruhephase liegt die Anzahl der Monozyten in der Schutzdienstübung A und B auf gleichem Niveau bei $0,7 \times 10^9/l$. Direkt nach der Belastungsphase zum Probennahmezeitpunkt T3 steigt die Anzahl der Monozyten in der Schutzdienstübung A und B signifikant ($p \leq 0,001$) um $0,2 \times 10^9/l$ (Übung A) bzw. $0,1 \times 10^9/l$ (Übung B). Nach der 60-minütigen Erholungsphase liegt die Anzahl der Monozyten in beiden Schutzdienstübungen noch auf dem gleichen Niveau des Probennahmezeitpunktes T3 und somit signifikant ($p \leq 0,001$) über dem Ausgangswert (T2).

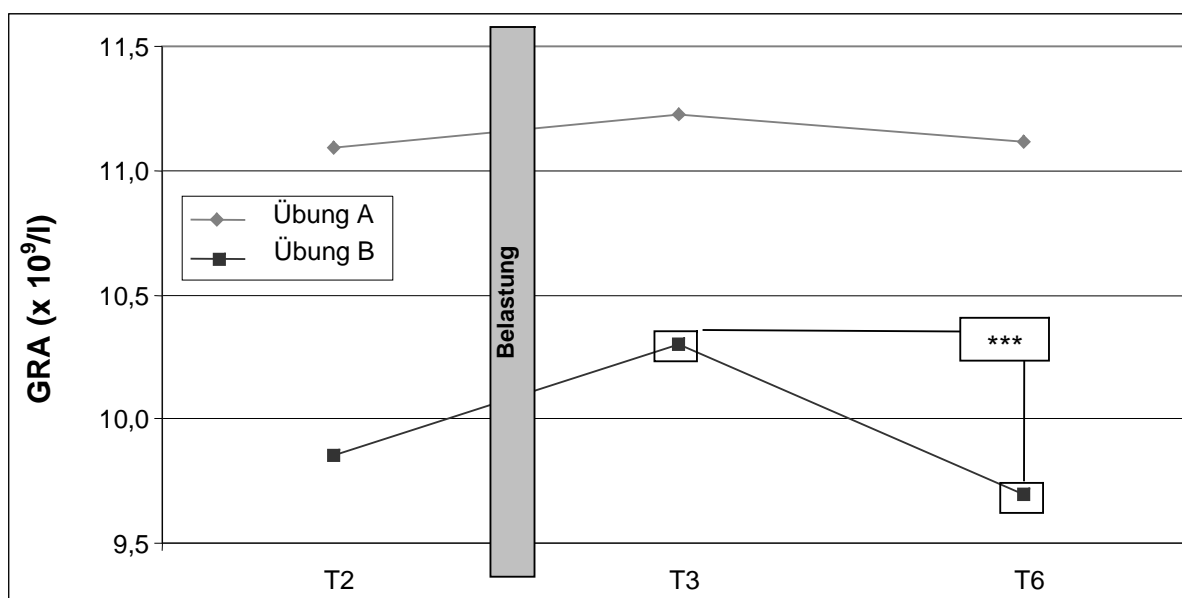


Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
MO (x 10 ⁹ /l) Übung A	0,67		0,86	0,88
SD ±	0,30		0,50	0,40
MO (x 10 ⁹ /l) Übung B	0,66		0,79	0,77
SD ±	0,30		0,30	0,20

Abbildung 25: Anzahl der Monozyten (MO) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probennahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; *** = $p \leq 0,001$; n = 28

Verlauf der Granulozyten (GRA)

Die Granulozyten zeigen nach der Belastungsphase zum Probennahmezeitpunkt T3 einen nicht signifikanten Anstieg von $0,1 \times 10^9/l$ (Übung A) bzw. $0,4 \times 10^9/l$ (Übung B). Nach der 60-minütigen Erholungsphase (T6) am Ende der Schutzdienstübung B fällt die Anzahl der Granulozyten signifikant ($p \leq 0,001$) um $0,6 \times 10^9/l$ ab. Im gemischten Modell zeigt sich, dass die Granulozytenzahl der Schutzdienstübung A über die drei Probennahmen gesehen um durchschnittlich $1,2 \times 10^9/l$ über der Granulozytenzahl der Schutzdienstübung B liegt (gemischtes Modell: $p \leq 0,001$; Konfidenzintervall 95 % $0,5 \times 10^9/l - 1,9 \times 10^9/l$).



Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
GRA ($\times 10^9/l$) Übung A	11,1		11,2	11,1
SD \pm	3,1		3,5	3,1
GRA ($\times 10^9/l$) Übung B	9,9		10,3	9,7
SD \pm	3,0		3,3	3,6

Abbildung 26: Anzahl der Granulozyten (GRA) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probennahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; *** = $p \leq 0,001$; $n = 28$

Einfluss der Rasse

Die Rasse hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der Thrombozyten, Lymphozyten, Monozyten und Granulozyten.

Einfluss des Geschlechts

Das Geschlecht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der Thrombozyten, Lymphozyten, Monozyten und Granulozyten.

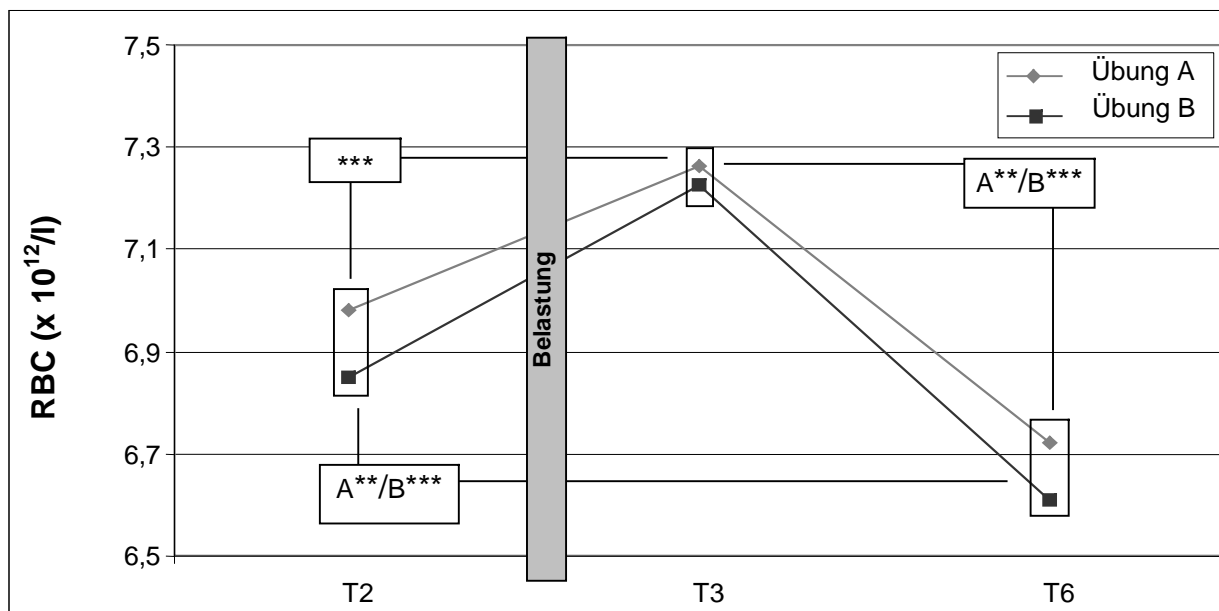
Weißes Blutbild der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Das weiße Blutbild der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde zeigt zu keinem Zeitpunkt einen Unterschied zu den Hunden, die die Ausbildung beendet haben.

4.5.3 Erythrozyten

Verlauf der Erythrozyten (RBC)

Zum Probennahmezeitpunkt T2 nach der 20-minütigen Ruhephase liegt die Anzahl der Erythrozyten in der Schutzdienstübung A und B auf nahezu gleichem Niveau bei $7,0 \times 10^{12}/l$ (Übung A) bzw. $6,9 \times 10^{12}/l$ (Übung B). In beiden Schutzdienstübungen kommt es nach der Belastungsphase zu einem signifikanten ($p \leq 0,001$) Anstieg um je $0,3 \times 10^{12}/l$. Nach der 60-minütigen Erholungsphase ist die Erythrozytenzahl signifikant (Übung A $p \leq 0,001$ und Übung B $p \leq 0,01$) abgefallen und liegt zum Probennahmezeitpunkt T6 signifikant (Übung A $p \leq 0,01$ und Übung B $p \leq 0,001$) unter dem Ausgangswert (T2).



Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6			6
RBC (x 10 ¹² /l) Übung A	6,98		7,26	6,72
SD ±	0,63		0,62	0,65
RBC (x 10 ¹² /l) Übung B	6,85		7,23	6,61
SD ±	0,50		0,51	0,47

Abbildung 27: Anzahl der Erythrozyten (RBC) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probenahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; ** = $p \leq 0,01$, *** = $p \leq 0,001$; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Erythrozytenzahl

Im gemischten Modell liegt die Erythrozytenzahl der Belgischen Hütehunde im gesamten Verlauf der Schutzdienstübung A mit durchschnittlich $0,5 \times 10^{12}/l$ signifikant unter den Deutschen Schäferhunden (gemischtes Modell: $p \leq 0,05$; Konfidenzintervall 95 % $0,05 \times 10^{12}/l - 1,0 \times 10^{12}/l$).

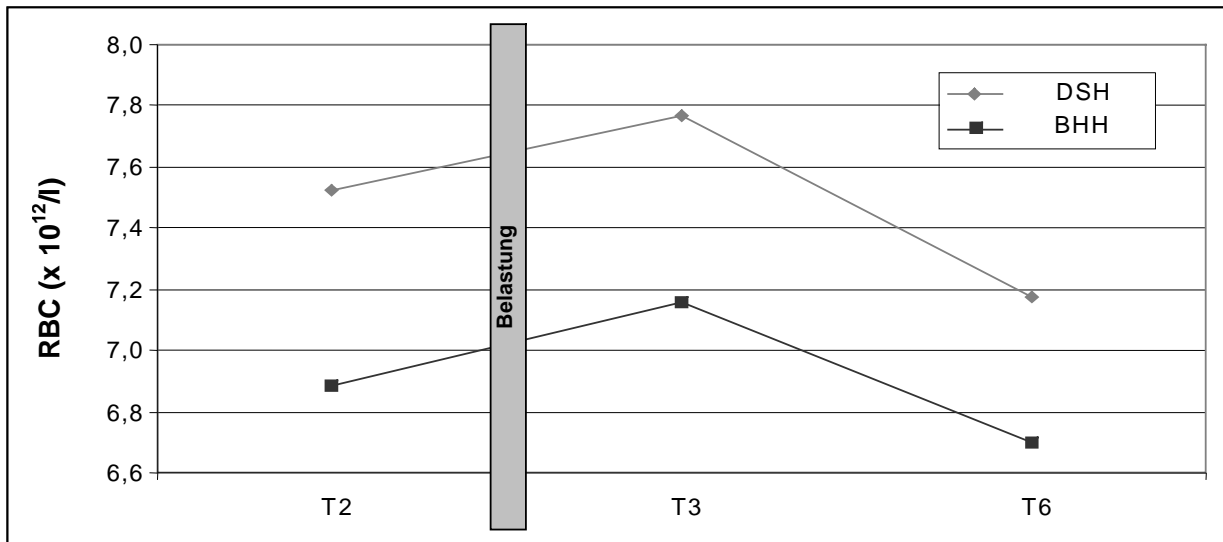


Abbildung 28: Anzahl der Erythrozyten (RBC) der Belgischen Hütehunde (BHH) und der Deutschen Schäferhunde (DSH) während der Schutzdienstübung A; Probenahmen: T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung, T6 = nach 60 Minuten Erholung

Einfluss des Geschlechts auf die Erythrozytenzahl

Im gemischten Modell liegt die Erythrozytenzahl der Rüden im gesamten Verlauf der Schutzdienstübung A mit durchschnittlich $0,8 \times 10^{12}/l$ signifikant unter den Hündinnen (gemischtes Modell: $p \leq 0,01$; Konfidenzintervall 95 % $0,3 \times 10^{12}/l - 1,2 \times 10^{12}/l$).

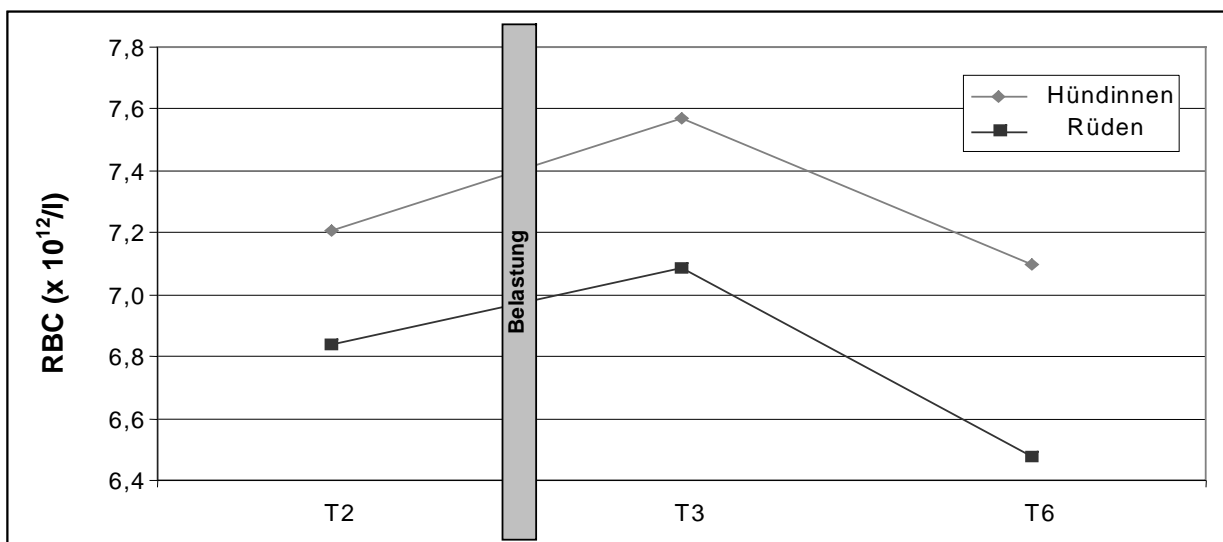


Abbildung 29: Anzahl der Erythrozyten (RBC) der Rüden und Hündinnen während der Schutzdienstübung A; Probenahmen: T2 = direkt vor der Schutzdienstübung, T3 = direkt nach der Schutzdienstübung, T6 = nach 60 Minuten Erholung

Erythrozytenzahl der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Die Anzahl der Erythrozyten liegt im gemischten Modell bei den aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunden in der Schutzdienstübung A um durchschnittlich $0,5 \times 10^{12}/l$ höher als bei den Hunden, die die Ausbildung beendet haben (gemischtes Modell: $p \leq 0,05$; Konfidenzintervall 95 % $0,1 \times 10^{12}/l - 1,1 \times 10^{12}/l$). Außerdem liegt die Anzahl der Erythrozyten der vorzeitig ausgeschiedenen Hunde zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung durchschnittlich $0,9 \times 10^{12}/l$ signifikant ($p \leq 0,01$) über der Anzahl der Erythrozyten der Hunde, die die Ausbildung beendet haben (t-Test für unabhängige Stichproben).

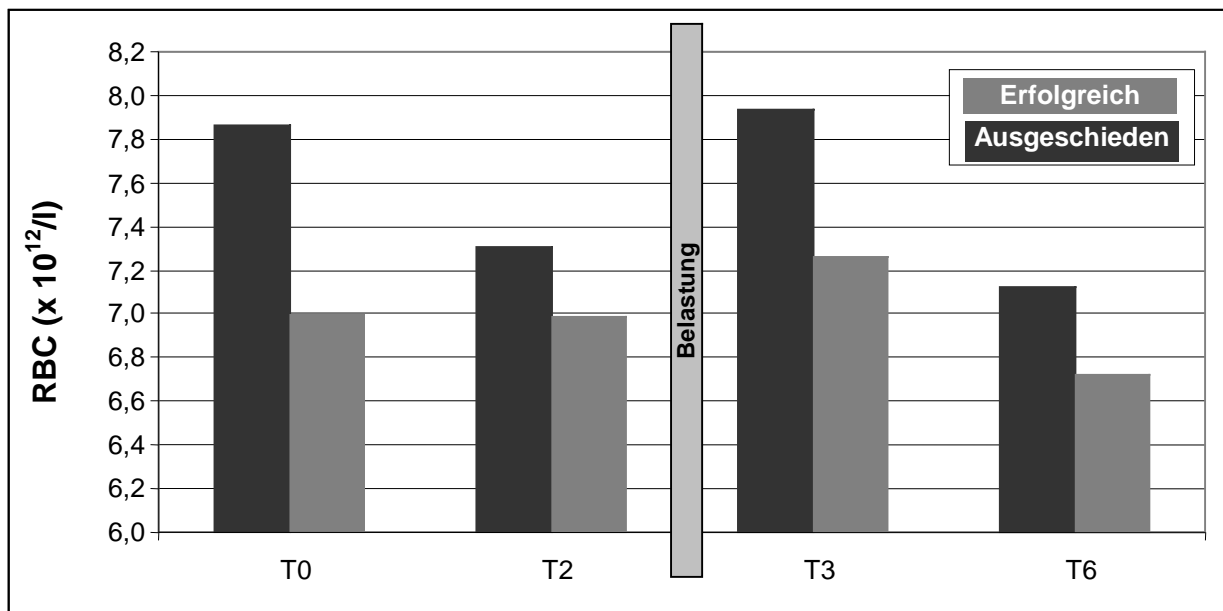
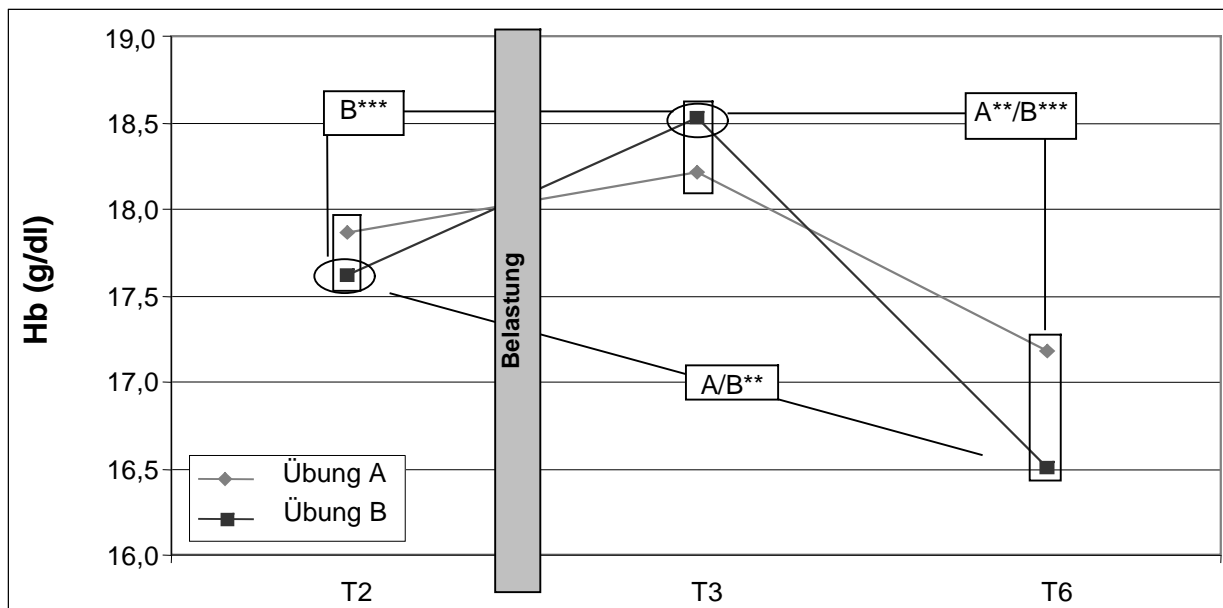


Abbildung 30: Anzahl der Erythrozyten der ausgeschiedenen Hunde (Ausgeschieden, n = 7) und der Hunde, die die Ausbildung beendet haben (Erfolgreich, n = 28) zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung (T0) und während der Schutzdienstübung A (Probennahmen: T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung)

4.5.4 Hämoglobin

Verlauf der Hämoglobinkonzentration (Hb)

Zum Probennahmezeitpunkt T2 direkt nach der 20-minütigen Ruhephase liegt die Konzentration des Hämoglobins in der Schutzdienstübung A (17,9 g/dl) und B (17,6 g/dl) auf annähernd gleichem Niveau. Direkt nach der Belastungsphase zum Probennahmezeitpunkt T3 liegt die Konzentration in der Schutzdienstübung B mit 0,9 g/dl signifikant ($p \leq 0,001$) über dem Ausgangswert (T2). Nach der 60-minütigen Erholungsphase zeigt die Konzentration des Hämoglobins in beiden Schutzdienstübungen einen signifikanten Abfall (Übung A $p \leq 0,01$; Übung B $p \leq 0,001$). Die erreichten Konzentrationen zum Probennahmezeitpunkt T6 liegen in Übung A und B signifikant ($p \leq 0,01$) unter dem Ausgangswert (T2).



Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
Hb (g/dl) Übung A	17,9		18,2	17,2
SD ±	1,8		2,4	1,8
Hb (g/dl) Übung B	17,6		18,5	16,5
SD ±	1,5		1,4	1,5

Abbildung 31: Hämoglobinkonzentration (Hb) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probenahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; ** = $p \leq 0,01$, *** = $p \leq 0,001$; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Hämoglobinkonzentration

Die Rasse hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Konzentration des Hämoglobins.

Einfluss des Geschlechts auf die Hämoglobinkonzentration

Ein signifikanter Einfluss des Geschlechts auf die Hämoglobinkonzentration lässt sich mit der univariaten Varianzanalyse zum Probennahmezeitpunkt T2 ($p \leq 0,05$) und T6 ($p \leq 0,01$) in der Schutzdienstübung A nachweisen. Die weiblichen Hunde haben zu diesen Zeitpunkten signifikant höhere Hämoglobinkonzentrationen als die männlichen Hunde. Im gemischte Modell zeigt sich, dass die weiblichen Hunde über den gesamten Verlauf der Schutzdienstübung A gesehen durchschnittlich 1,8 g/dl höher liegen als die männlichen Hunde (gemischtes Modell: $p \leq 0,05$; Konfidenzintervall 95 % 0,3 g/dl - 3,3 g/dl).

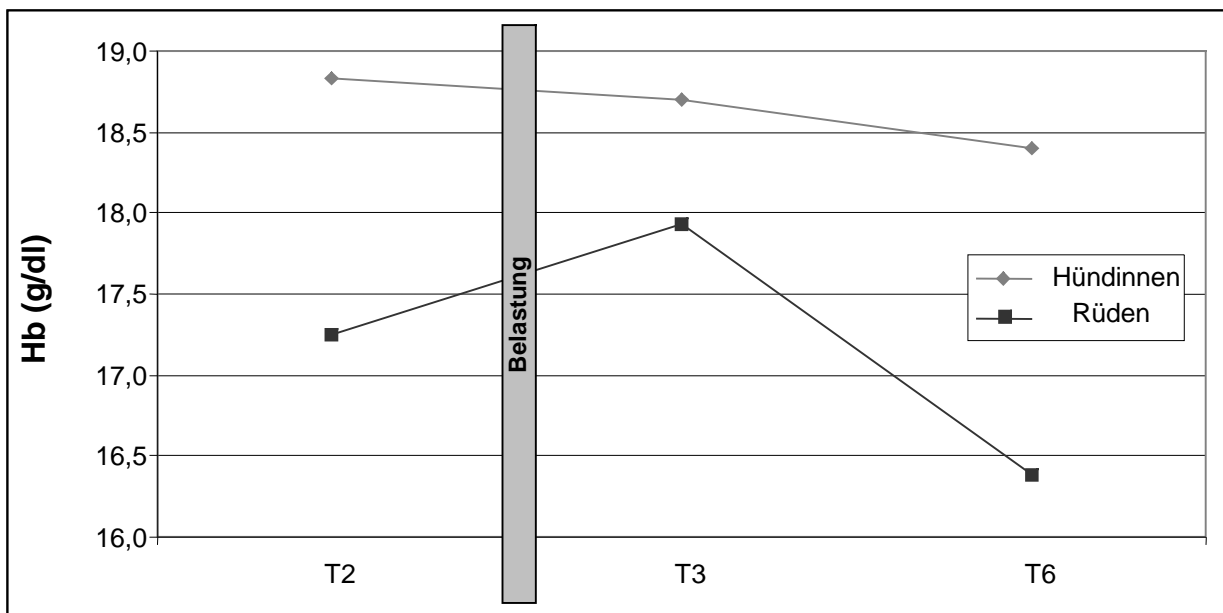


Abbildung 32: Hämoglobinkonzentration (Hb) der Rüden und Hündinnen während der Schutzdienstübung A, Probennahmen: T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung, T6 = nach 60 Minuten Erholung

Hämoglobinkonzentration der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung liegt die Hämoglobin-Konzentration der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde mit durchschnittlich 2,1 g/dl signifikant ($p \leq 0,01$) über der Konzentration der Hunde, die die Ausbildung beendet haben (t-Test für unabhängige Stichproben).

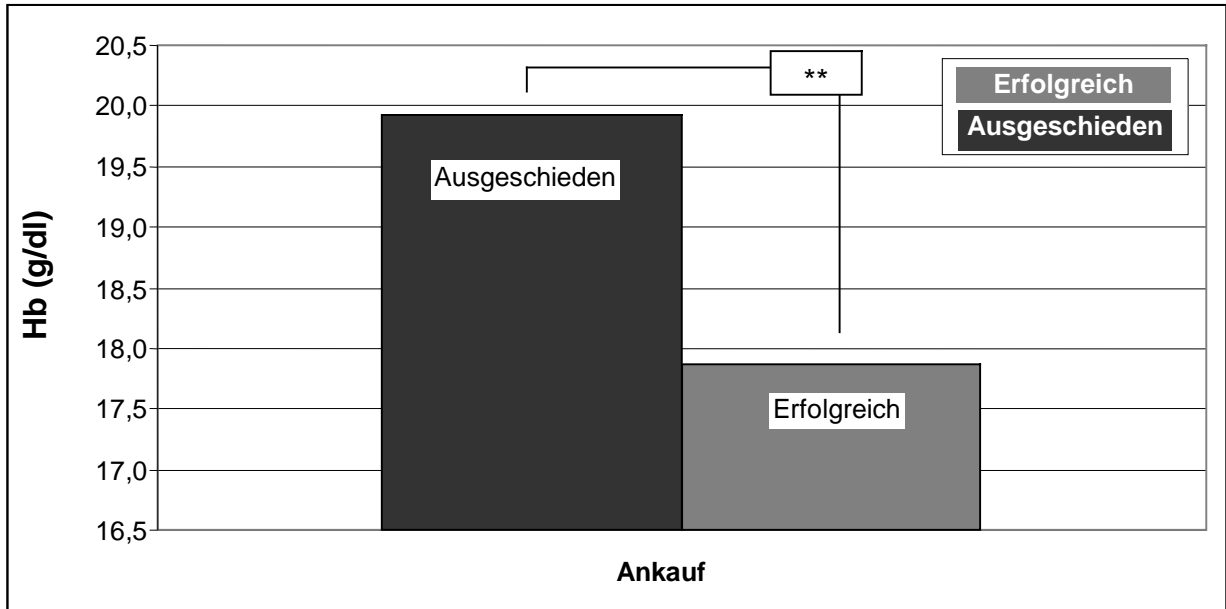
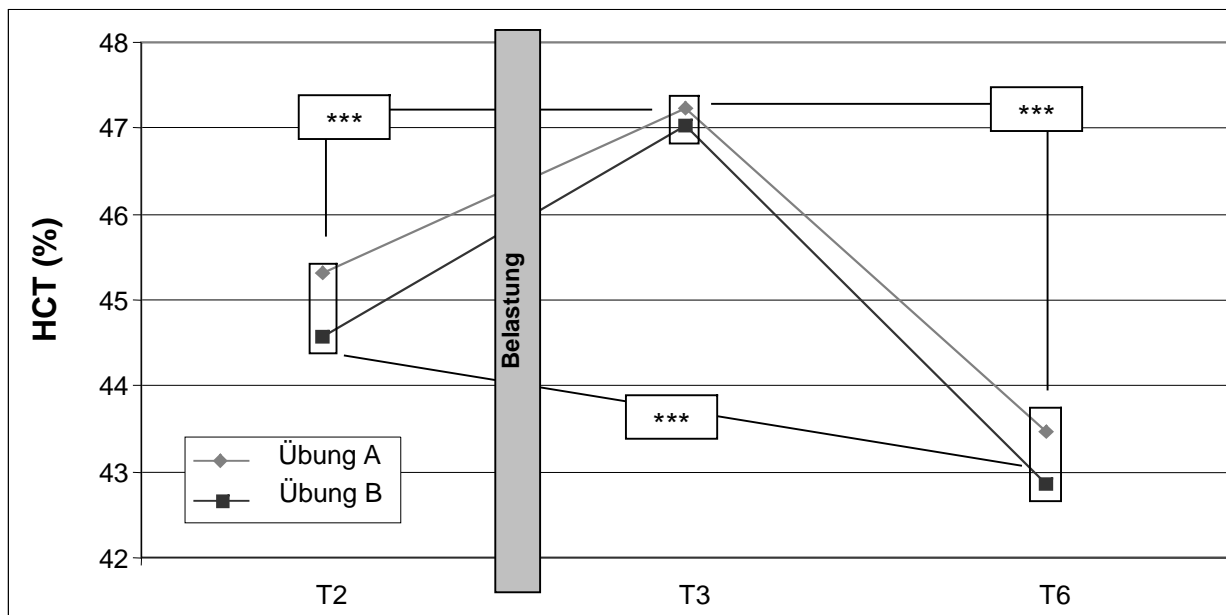


Abbildung 33: Hämoglobinkonzentration (Hb) der ausgeschiedenen Hunde (Ausgeschieden, $n = 7$) und der Hunde, die die Ausbildung beendet haben (Erfolgreich, $n = 28$) zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung; ** = $p \leq 0,05$

4.5.5 Hämatokrit

Verlauf der Hämatokritkonzentration (HCT)

Direkt nach der Belastung zum Probennahmezeitpunkt T3 steigt der Hämatokrit signifikant ($p \leq 0,001$) gegenüber dem Ausgangswert T2 vor der Belastung an. Dabei steigt der Hämatokrit in der Übung A um 1,9 % und in der Übung B um 2,4 %. Nach der 60-minütigen Erholungsphase zum Zeitpunkt T6 ist der Hämatokrit in beiden Schutzdienstübungen signifikant ($p \leq 0,001$) abgefallen und liegt zudem signifikant ($p \leq 0,001$) unter dem Ausgangswert T2.



Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
HCT (%) Übung A	45,3		47,2	43,5
SD ±	3,9		3,7	3,9
HCT (%) Übung B	44,6		47,0	42,7
SD ±	3,0		3,0	3,0

Abbildung 34: Hämatokritkonzentration (HCT) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probennahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; *** = $p \leq 0,001$; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Hämatokritkonzentration

Die Rasse hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Konzentration des Hämatokrits.

Einfluss des Geschlechts auf die Hämatokritkonzentration

Einen signifikanten Einfluss des Geschlechts auf den Hämatokrit zeigt die Univariate Varianzanalyse zum Probennahmezeitpunkt T3 ($p \leq 0,05$) und T6 ($p \leq 0,01$) in der

Schutzdienstübung A. Die weiblichen Hunde haben zu den genannten Zeitpunkten einen signifikant höheren Hämatokrit als die männlichen Hunde. Über den gesamten Verlauf der Schutzdienstübung A gesehen haben die Rüden einen um 4,2 % niedrigeren Hämatokrit als die Hündinnen (gemischtes Modell: $p \leq 0,01$; Konfidenzintervall 95 % 1,2 % – 7,1 %).

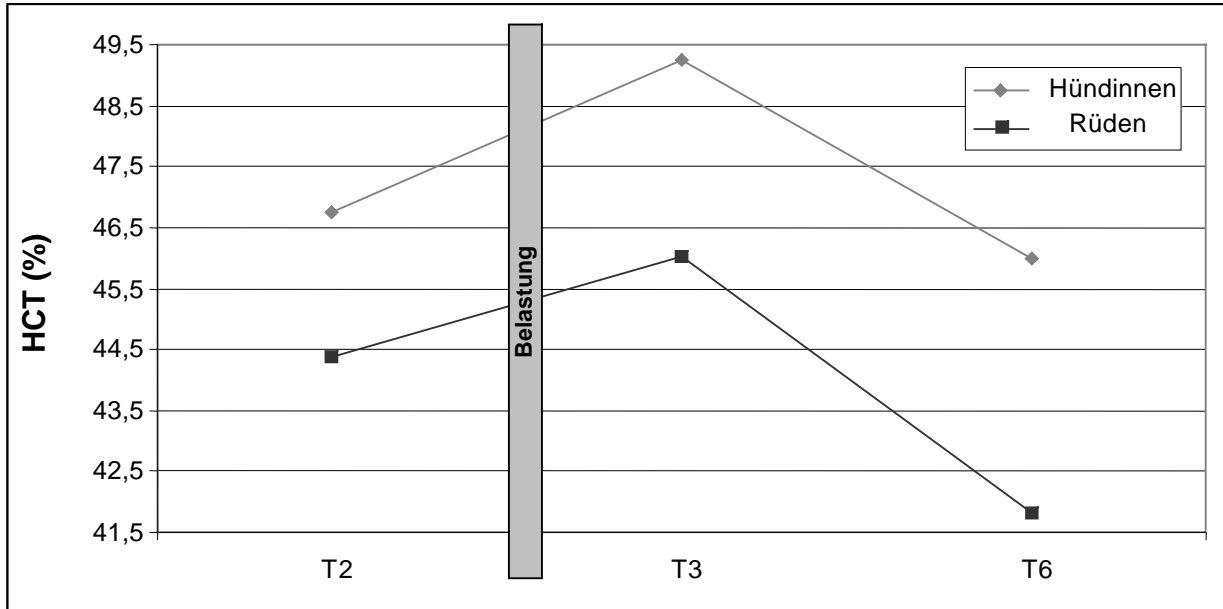


Abbildung 35: Hämatokrit (HCT) der Rüden und Hündinnen während der Schutzdienstübung A, T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung, T6 = nach 60 Minuten Erholung

Hämatokritkonzentration der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung liegt der Hämatokrit der ausgeschiedenen Hunde mit durchschnittlich 6,2 % signifikant ($p \leq 0,01$) über der Hämatokritkonzentration der Hunde, die die Ausbildung beendet haben (t-Test für unabhängige Stichproben). Außerdem liegt der Hämatokrit im gemischten Modell bei den vorzeitig aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunden über die gesamte Schutzdienstübung A um durchschnittlich 4,3 % höher verglichen mit den Hunden, die die Ausbildung beendet haben (gemischtes Modell: $p \leq 0,01$; Konfidenzintervall 95 % 1,2 % - 7,3 %).

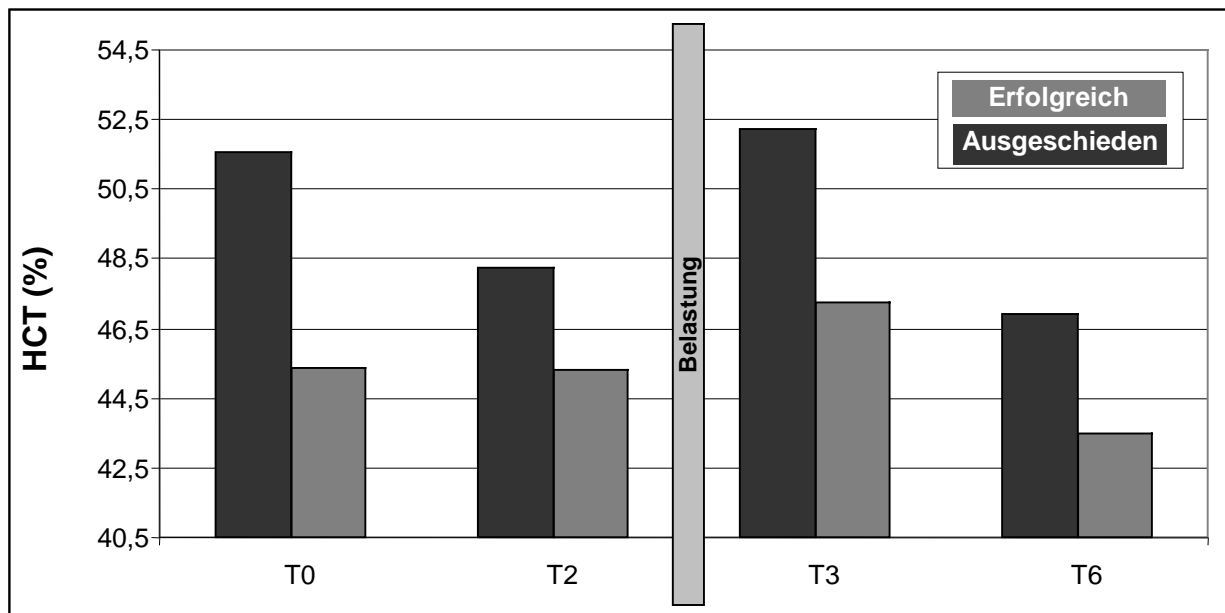
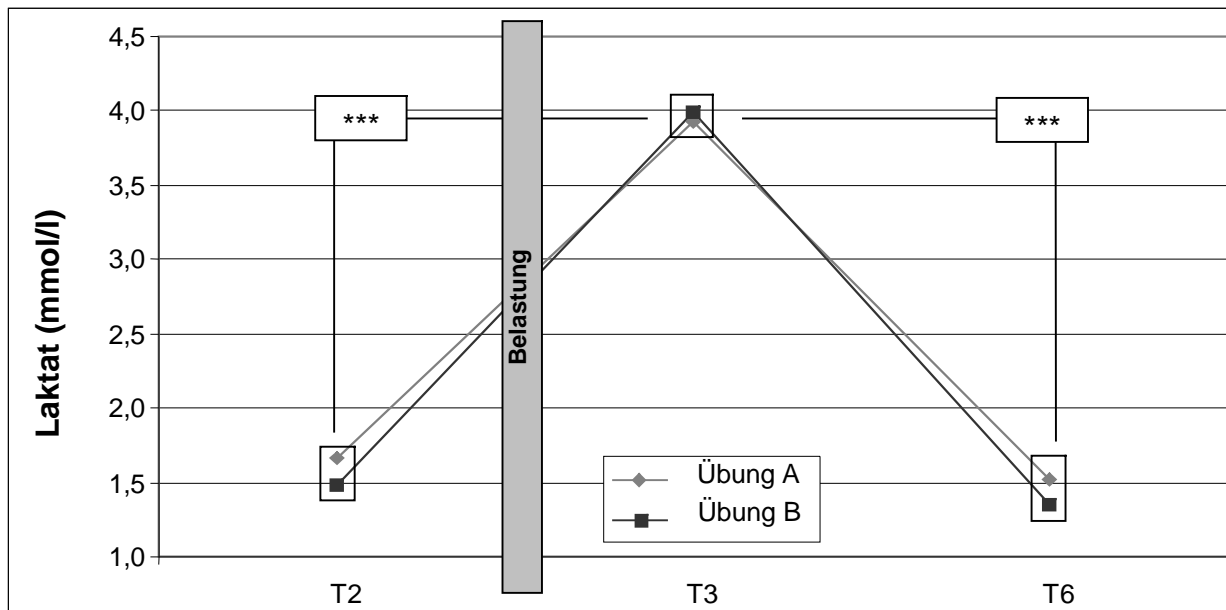


Abbildung 36: Hämatokritkonzentration (HCT) der vorzeitig ausgeschiedenen Hunde (Ausgeschieden, $n = 7$) und der Hunde, die die Ausbildung beendet haben (Erfolgreich, $n = 28$) zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung (T0) und während der Schutzdienstübung A, Probennahmen: T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung, T6 = nach 60 Minuten Erholung

4.5.6 Laktat

Verlauf der Laktatkonzentration

Zum Zeitpunkt T2 direkt nach der 20-minütigen Ruhephase liegen die Laktatkonzentrationen der Schutzdienstübungen A und B mit 1,7 mmol/l (Übung A) bzw. mit 1,5 mmol/l (Übung B) auf annähernd gleichem Niveau. Nach der Belastungsphase zum Probennahmezeitpunkt T3 ist die Laktatkonzentration um durchschnittlich 2,4 mmol/l auf 4,0 mmol/l (Übung A und B) signifikant ($p \leq 0,001$) angestiegen. Nach der 60-minütigen Erholungsphase zum Probennahmezeitpunkt T6 ist die Laktatkonzentration signifikant ($p \leq 0,001$) gefallen und hat die Ausgangswerte (T2) sowohl in der Schutzdienstübung A als auch in der Schutzdienstübung B wieder erreicht.



Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
Laktat (mmol/l) Übung A	1,7		4,0	1,5
SD ±	0,7		1,9	0,5
Laktat (mmol/l) Übung B	1,5		4,0	1,4
SD ±	0,6		1,7	0,4

Abbildung 37: Laktatkonzentration während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probenahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; *** = $p \leq 0,001$; $n = 28$

Einfluss der Rasse auf die Laktatkonzentration

Ein signifikanter Einfluss der Rasse auf die Laktatkonzentration lässt sich mit der Univariaten Varianzanalyse in der Schutzdienstübung A zum Probennahmezeitpunkt T6 ($p \leq 0,001$) und in der Schutzdienstübung B zum Probennahmezeitpunkt T3 ($p \leq 0,01$) nachweisen.

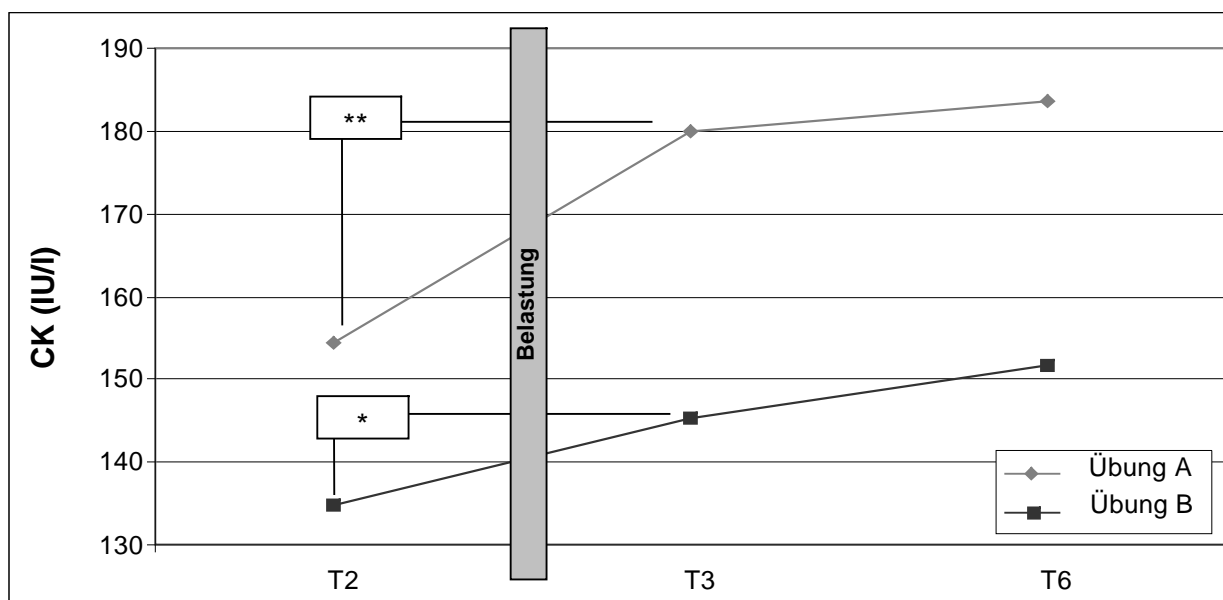
Einfluss des Geschlechts auf die Laktatkonzentration

Das Geschlecht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Laktatkonzentration.

4.5.7 Kreatinkinase

Verlauf der Kreatinkinase-Konzentration (CK)

Zum Zeitpunkt T3 direkt nach der Belastungsphase kommt es zu einem signifikanten Anstieg der Kreatinkinase um 25,4 IU/l (Übung A $p \leq 0,01$) bzw. 10,6 IU/l (Übung B $p \leq 0,05$) gegenüber T2. Nach der 60-minütigen Erholungsphase am Ende (T6) der Schutzdienstübung A und B ist die Kreatinkinase weiter um 3,6 IU/l (Übung A) bzw. 6,2 IU/l (Übung B) angestiegen. Die Konzentration der Kreatinkinase liegt über den gesamten Verlauf der Schutzdienstübung A mit 28,9 IU/l signifikant über der Kreatinkinase-Konzentration der Schutzdienstübung B (gemischtes Modell: $p \leq 0,05$; Konfidenzintervall 95 % 2,7 IU/l – 56,0 IU/l).



Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
CK (IU/l) Übung A	154,5		179,9	183,5
SD ±	121,4		137,9	131,5
CK (IU/l) Übung B	134,8		145,4	151,6
SD ±	73,2		82,2	85,5

Abbildung 38: Verlauf der Kreatinkinase (CK) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probenahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; ** = $p \leq 0,01$, * = $p \leq 0,05$; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Konzentration der Kreatinkinase

Die Rasse hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Konzentration der Kreatinkinase.

Einfluss des Geschlechts auf die Konzentration der Kreatinkinase

Das Geschlecht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Konzentration der Kreatinkinase.

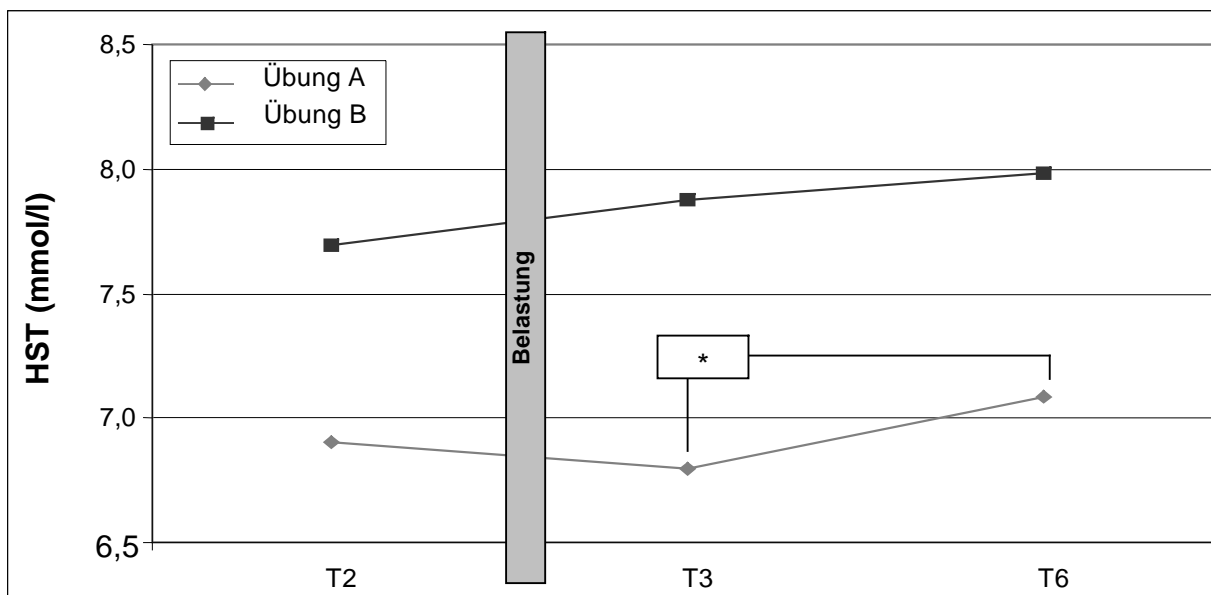
Muskelparameter der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Die Laktatkonzentration und die Konzentration der Kreatinkinase der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde zeigt zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Unterschied zu den Konzentrationen der Hunde, die die Ausbildung beendet haben.

4.5.8 Harnstoff

Verlauf der Harnstoffkonzentration (HST)

In der Schutzdienstübung A hat sich die Harnstoffkonzentration nach der Belastungsphase zum Zeitpunkt T3 gegenüber dem Ausgangswert T2 nicht verändert. Nach der 60-minütigen Erholungsphase zeigt die Harnstoffkonzentration einen signifikant ($p \leq 0,05$) Anstieg um 1,7 mmol/l. In der Schutzdienstübung B kommt es zu keinen signifikanten Veränderungen in der Harnstoffkonzentration. Zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung liegt die Harnstoff-Konzentration bei $6,1 \text{ mmol/l} \pm 1,5 \text{ mmol/l}$ und mit $1,6 \text{ mmol/l}$ signifikant ($p \leq 0,01$) unter dem Ausgangswert (T2) der Schutzdienstübung B (T-Test für unabhängige Stichproben). Im gemischten Modell zeigt sich, dass die Harnstoffkonzentration der Übung A über die drei Probenahmen gesehen mit $0,8 \text{ mmol/l}$ unter der Schutzdienstübung B liegt (gemischtes Modell: $p \leq 0,001$; Konfidenzintervall 95 % $0,4 \text{ mmol/l} - 1,3 \text{ mmol/l}$).



Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
HST (mmol/l) Übung A	6,9		6,8	7,1
SD ±	2,1		2,0	2,0
HST (mmol/l) Übung B	7,7		7,9	8,0
SD ±	2,2		2,2	2,3

Abbildung 39: Harnstoffkonzentration (HST) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probenahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; * = $p \leq 0,05$; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Harnstoffkonzentration

Ein signifikanter ($p \leq 0,05$) Einfluss der Rasse auf den Harnstoffgehalt zeigt sich in der univariaten Varianzanalyse in der Schutzdienstübung A zum Zeitpunkt T2. Hier liegen die Belgischen Hütehunde und die Deutschen Schäferhunde über den Rottweilern.

Einfluss des Geschlechts auf die Harnstoffkonzentration

Ein signifikanter Einfluss des Geschlechts lässt sich mit der univariaten Varianzanalyse in der Schutzdienstübung A zum Zeitpunkt T2 ($p \leq 0,01$), T3 ($p \leq 0,01$) und T6 ($p \leq 0,05$) ermitteln. Im gemischten Modell wird deutlich, dass die Rüden über die gesamte Schutzdienstübung A einen um durchschnittlich 2,4 mmol/l höheren Harnstoffgehalt aufweisen als die Hündinnen (gemischtes Modell: $p \leq 0,01$; Konfidenzintervall 95 % 0,8 mmol/l - 4,0 mmol/l).

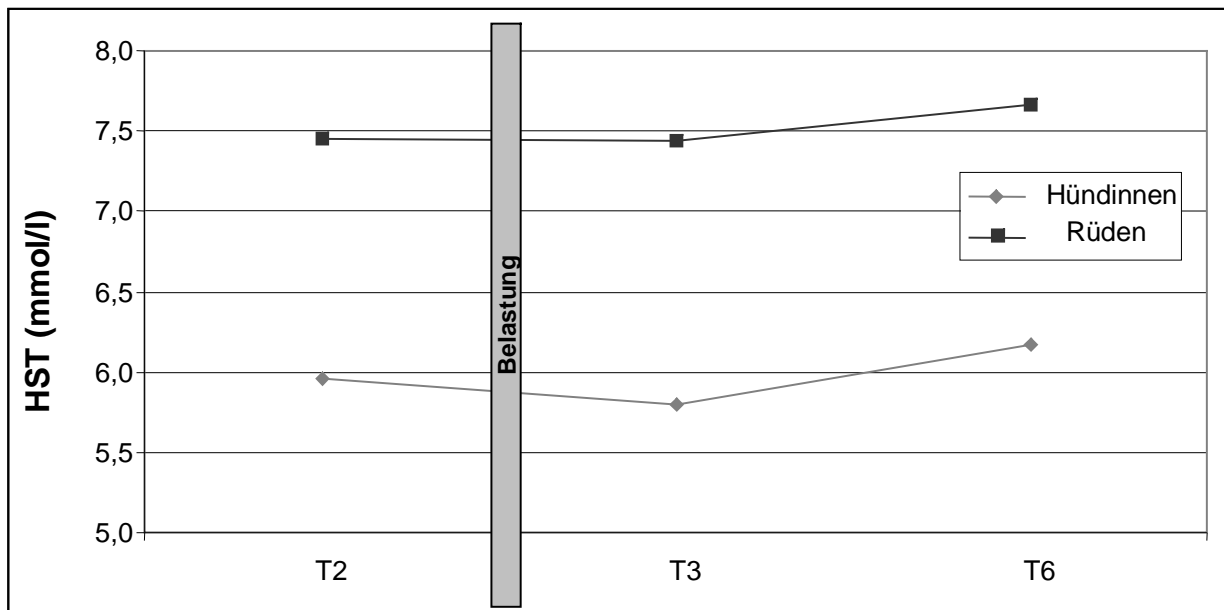


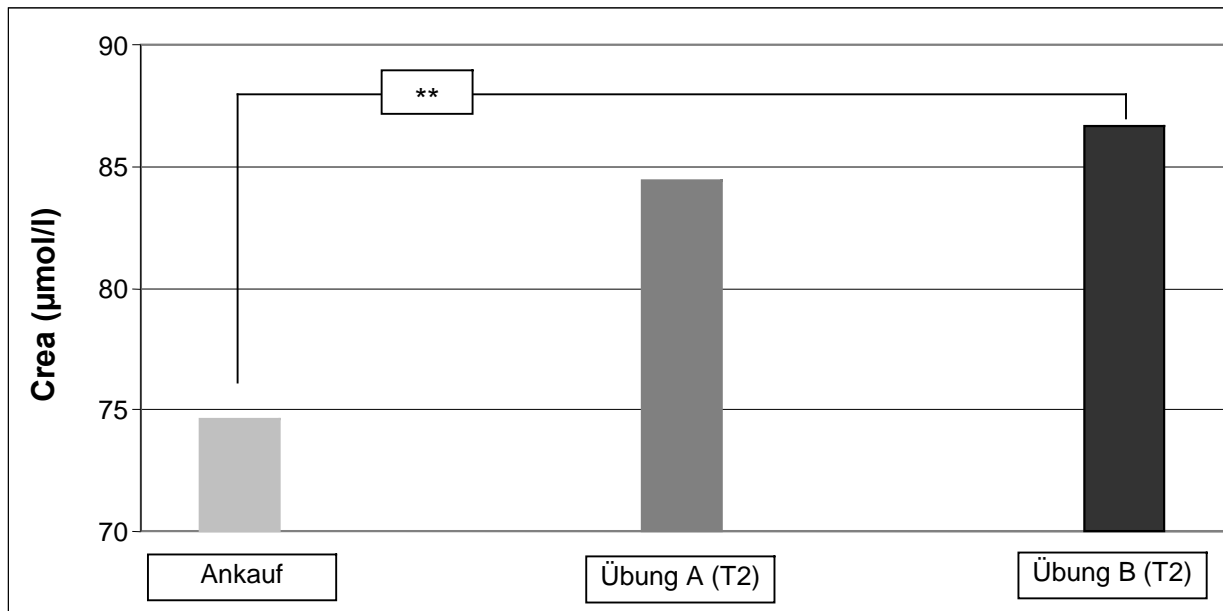
Abbildung 40: Harnstoffkonzentration (HST) der Rüden und Hündinnen während der Schutzdienstübung A, Probenahmen: T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung, T6 = nach 60 Minuten Erholung

4.5.9 Kreatinin

Verlauf der Kreatininkonzentration (Crea)

Weder in der Schutzdienstübung A noch in der Schutzdienstübung B kommt es zu signifikanten Veränderungen in der Kreatininkonzentration.

Zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung liegt die Kreatininkonzentration bei $74,6 \mu\text{mol/l} \pm 15,3 \mu\text{mol/l}$ und damit signifikant ($p \leq 0,01$) unter dem Ausgangswert (T2) der Schutzdienstübung B.



	Ankauf	Übung A (T2)	Übung B (T2)
Crea (µmol/l)	74,6	84,4	86,7
SD ±	15,3	34,5	19,8

Abbildung 41: Kreatininkonzentration (Crea) zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung und dem Probenahmezeitpunkt T2 = direkt vor der Belastung der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Ankaufsuntersuchung und die Probenahmen an; ** = $p \leq 0,01$; $n = 28$;

Einfluss der Rasse auf die Kreatininkonzentration

Die Rasse hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Kreatininkonzentration.

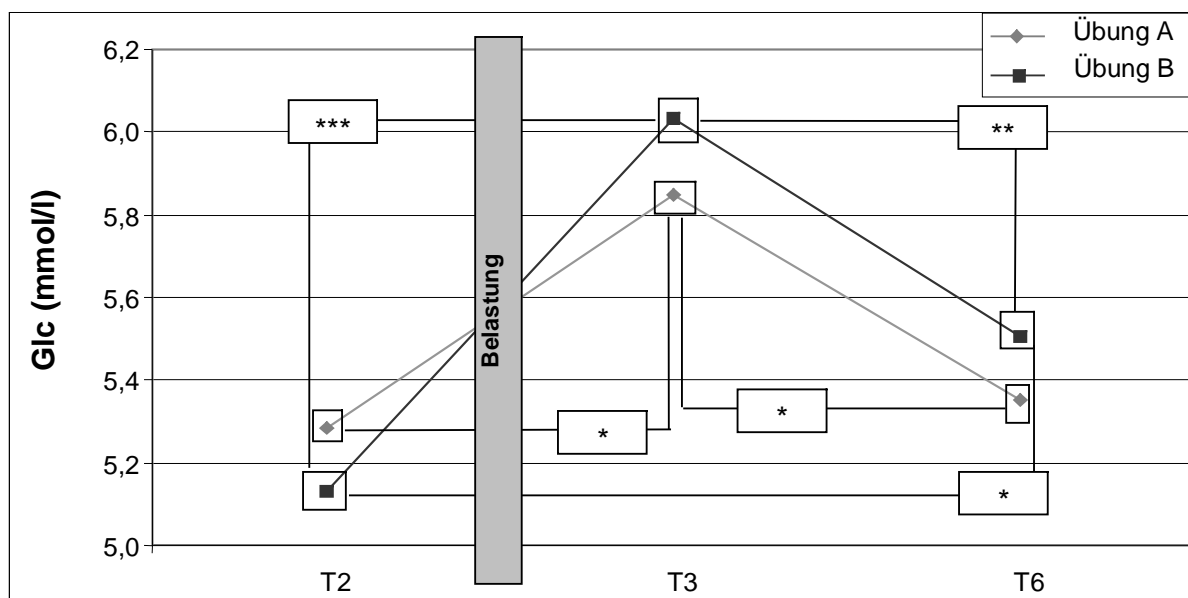
Einfluss des Geschlechts auf die Kreatininkonzentration

Das Geschlecht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Kreatininkonzentration.

4.5.10 Glukose

Verlauf der Glukose-Konzentration (Glc)

Zum Zeitpunkt T2 liegt die Glukosekonzentration der Schutzdienstübung A und B mit 5,3 mmol/l (Übung A) bzw. 5,2 mmol/l (Übung B) auf annähernd gleichem Niveau. Über die Belastungsphase zum Probennahmezeitpunkt T3 kommt es zu einem signifikanten ($p \leq 0,05$ Übung A; $p \leq 0,001$ Übung B) Anstieg der Glukosekonzentration. Nach der 60-minütigen Erholungsphase ist die Glukosekonzentration wieder signifikant ($p \leq 0,05$ Übung A; $p \leq 0,01$ Übung B) gegenüber dem Belastungswert T3 gefallen, liegt jedoch in der Schutzdienstübung B noch signifikant ($p \leq 0,05$) über dem Ausgangswert T2.



Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
Glc (mmol/l) Übung A	5,29		5,85	5,35
SD ±	1,11		1,20	1,18
Glc (mmol/l) Übung B	5,13		6,03	5,51
SD ±	0,82		0,82	0,55

Abbildung 42: Glukosekonzentration (Glc) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probenahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; * = $p \leq 0,05$, ** = $p \leq 0,01$, *** = $p \leq 0,001$; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Glukosekonzentration

Die Rasse hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Glukosekonzentration.

Einfluss des Geschlechts auf die Glukosekonzentration

Das Geschlecht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Glukosekonzentration.

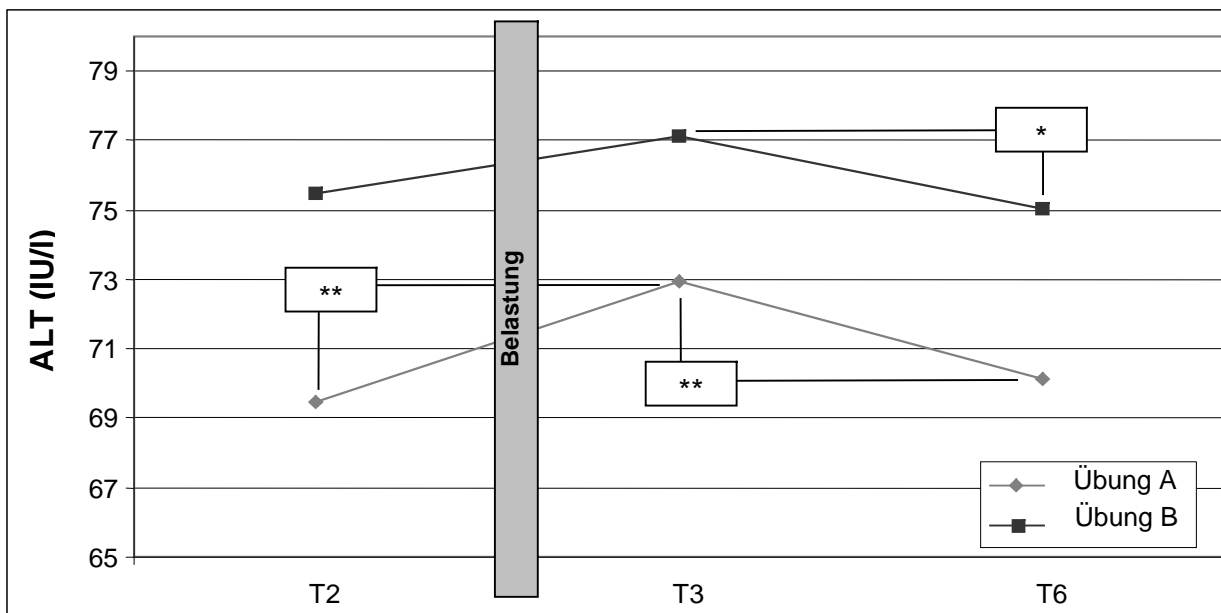
Harnstoff-, Kreatinin- und Glukosekonzentration der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Die Harnstoff-, Kreatinin- und Glukosekonzentrationen der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde zeigen zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Unterschied zu den Konzentrationen der Hunde, die die Ausbildung beendet haben.

4.5.11 Alanin-Amino-Transferase

Verlauf der Alanin-Amino-Transferase-Konzentration (ALT)

Zum Zeitpunkt T3 direkt nach der Belastung kommt es in der Schutzdienstübung A zu einem signifikanten ($p \leq 0,01$) Anstieg der ALT-Konzentration um 3,6 IU/l. Die ALT-Konzentration der Schutzdienstübung B verzeichnet ebenfalls einen leichten, aber nicht signifikanten Anstieg um 1,6 IU/l nach der Belastungsphase T3. Am Ende beider Schutzdienstübungen zum Zeitpunkt T6 fallen die ALT-Konzentrationen signifikant ($p \leq 0,01$ Übung A; $p \leq 0,05$ Übung B) ab und erreichen wieder das Ausgangsniveau T2.



Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
ALT (IU/l) Übung A	69,4		73,0	70,1
SD ±	21,7		21,7	21,0
ALT (IU/l) Übung B	75,5		77,1	75,0
SD ±	49,7		45,4	46,0

Abbildung 43: Alanin-Amino-Transferase (ALT) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer in Minuten, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probenahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; * = $p \leq 0,05$, ** = $p \leq 0,01$; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Alanin-Amino-Transferase-Konzentration

Die Rasse hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Konzentration der Alanin-Amino-Transferase.

Einfluss des Geschlechts auf die Alanin-Amino-Transferase-Konzentration

Das Geschlecht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Konzentration der Alanin-Amino-Transferase.

Konzentration der Alanin-Amino-Transferase der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Während der gesamten Schutzdienstübung A liegt die ALT-Konzentration der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde um durchschnittlich 18,6 IU/l über der ALT-Konzentration der Hunde, die die Ausbildung beendet haben (gemischtes Modell: $p \leq 0,05$; Konfidenzintervall 95% 0,6 IU/l - 36,7 IU/l).

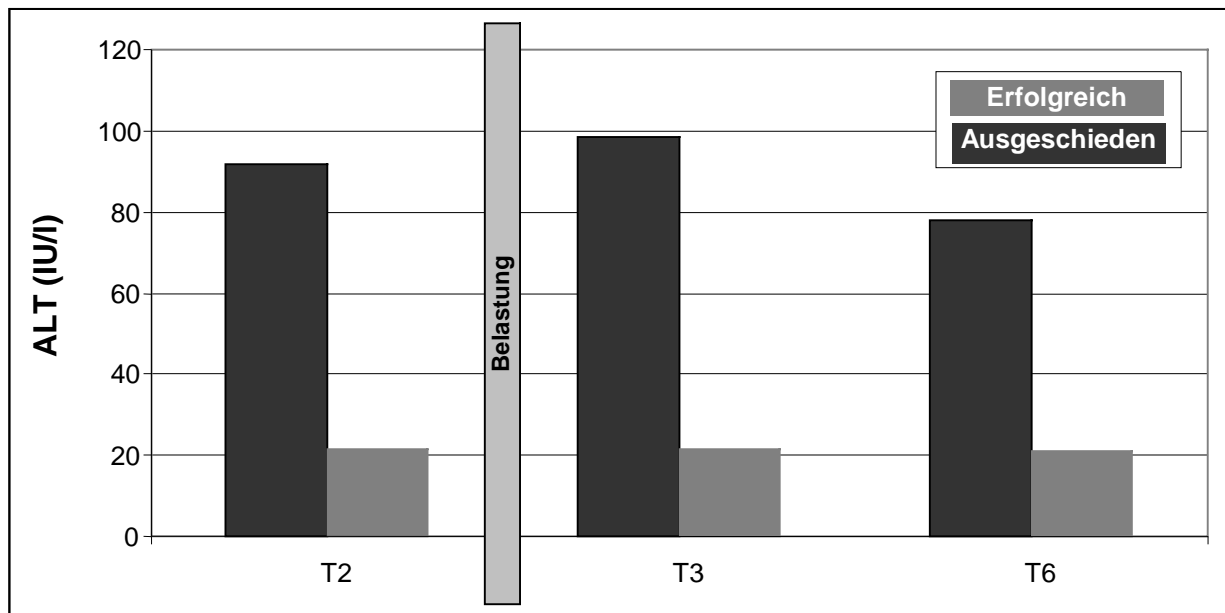
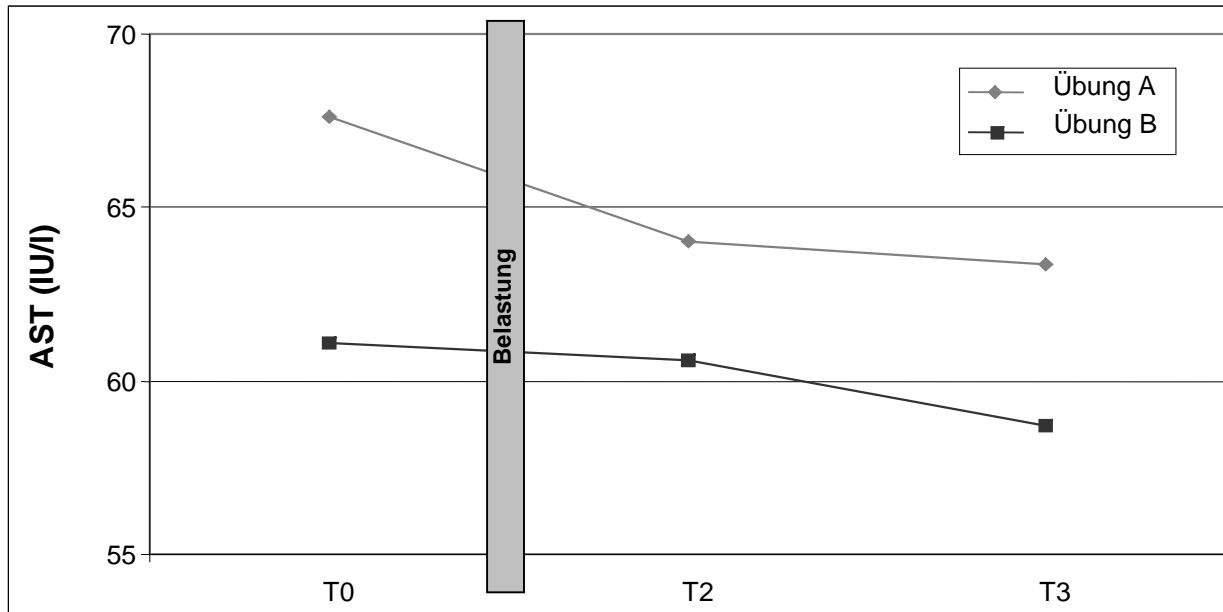


Abbildung 44: Konzentration der Alanin-Amino-Transferase (ALT) der vorzeitig ausgeschiedenen Hunde (Ausgeschieden, n = 7) und der Hunde, die die Ausbildung beendet haben (Erfolgreich, n = 28) während der Schutzdienstübung A, Probenahme: T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung, T6 = nach 60 Minuten Erholung

4.5.12 Aspartat-Amino-Transferase

Verlauf der Aspartat-Amino-Transferase-Konzentration (AST)

Die AST-Konzentration zeigt im Verlauf der Schutzdienstübung A und B zu keinem Zeitpunkt eine signifikante Veränderung.



Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
AST (IU/l) Übung A	67,6		64,0	63,3
SD ±	44,5		25,0	19,5
AST (IU/l) Übung B	61,1		60,6	58,7
SD ±	15,9		14,8	12,7

Abbildung 45: Verlauf der Aspartat-Amino-Transferase (AST) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probenahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; n = 28

Einfluss der Rasse auf die Aspartat-Amino-Transferase-Konzentration

Die Rasse hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Konzentration der Aspartat-Amino-Transferase.

Einfluss des Geschlechts auf die Aspartat-Amino-Transferase-Konzentration

Das Geschlecht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Konzentration der Aspartat-Amino-Transferase.

Aspartat-Amino-Transferase-Konzentration der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Während der gesamten Schutzdienstübung A liegt die AST-Konzentration bei den aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde um durchschnittlich 20,2 IU/l über der AST-Konzentration der Hunde, die die Ausbildung beendet haben (gemischtes Modell; $p \leq 0,05$; Konfidenzintervall 95%: 1,9 IU/l - 38,5 IU/l).

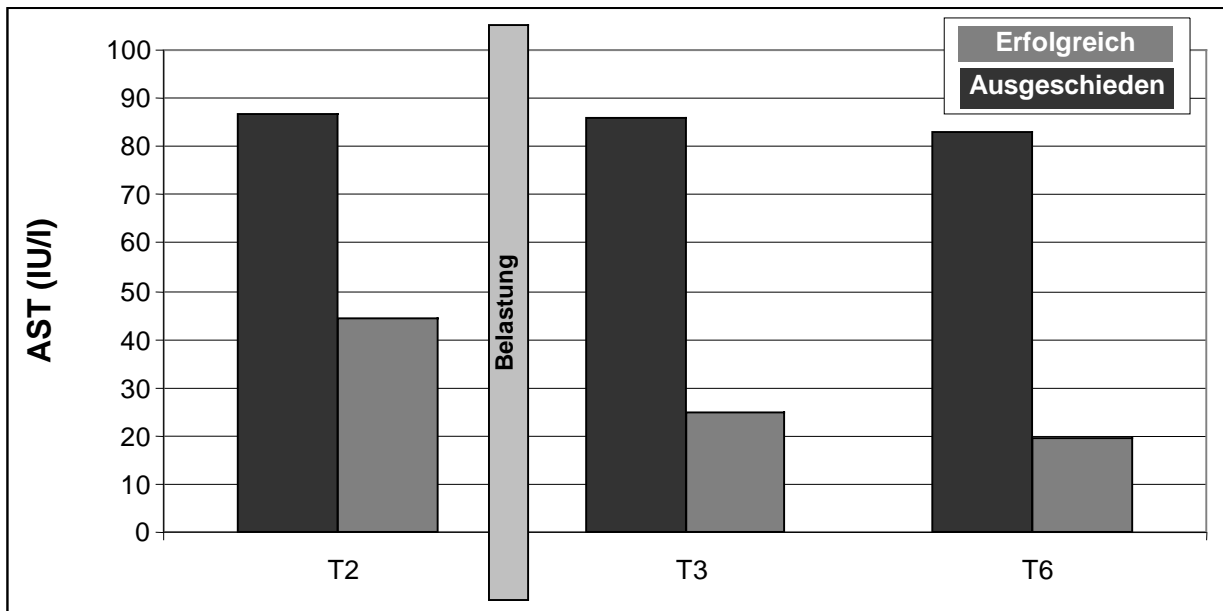


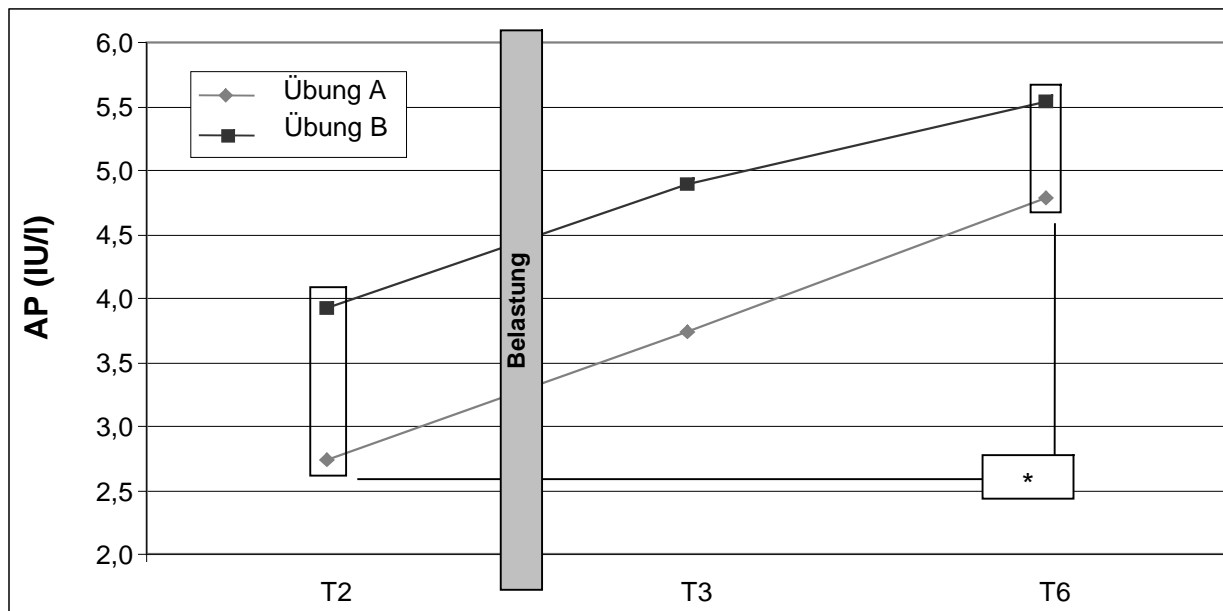
Abbildung 46: Konzentration der Aspartat-Amino-Transferase (AST) der ausgeschiedenen Hunde (Ausgeschieden $n = 7$) und der Hunde, die die Ausbildung beendet haben (Erfolgreich $n = 28$) während der Schutzdienstübung A, Probenahmen: T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung, T6 = nach 60 Minuten Erholung

4.5.13 Alkalische Phosphatase

Verlauf der Alkalischen Phosphatase-Konzentration (AP)

Der Verlauf der AP-Konzentration zeigt vom Zeitpunkt T2 über die Belastungsphase (T3) und die 60-minütige Erholungsphase (T6) einen signifikanten ($p \leq 0,05$) Anstieg um 2,1 IU/l (Übung A) bzw. 1,6 IU/l (Übung B).

Zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung liegt die AP-Konzentration bei $4,4 \text{ IU/l} \pm 7,0 \text{ IU/l}$ und damit signifikant ($p \leq 0,05$) über den Ausgangswerten (T2) der Schutzdienstübung A und B.



Zeitabschnitt	T2	Belastung	T3	T6
min	6		6	6
AP (IU/l) Übung A	2,7		3,7	4,8
SD ±	5,4		5,4	6,0
AP (IU/l) Übung B	3,9		4,9	5,5
SD ±	7,6		8,5	9,0

Abbildung 47: Verlauf der Alkalischen-Phosphatase (AP) während der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Dauer, die Mittelwerte und die Standardabweichung für die Probenahmen T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung und T6 = nach 60 Minuten Erholung an; * = $p \leq 0,05$; $n = 28$

Einfluss der Rasse auf die Konzentration der Alkalischen Phosphatase

Die Rasse hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Konzentration der Alkalischen Phosphatase.

Einfluss des Geschlechts auf die Konzentration der Alkalischen Phosphatase

Das Geschlecht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Konzentration der Alkalischen Phosphatase.

Konzentration der Alkalischen Phosphatase der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Die Konzentration der Alkalischen Phosphatase der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde zeigt zu keinem Zeitpunkt einen Unterschied zur Konzentration der Hunde, die die Ausbildung beendet haben.

4.5.14 Immunglobulin G

Qualitätskontrolle des Enzyme-Linked Immunosorbend Assay (ELISA)

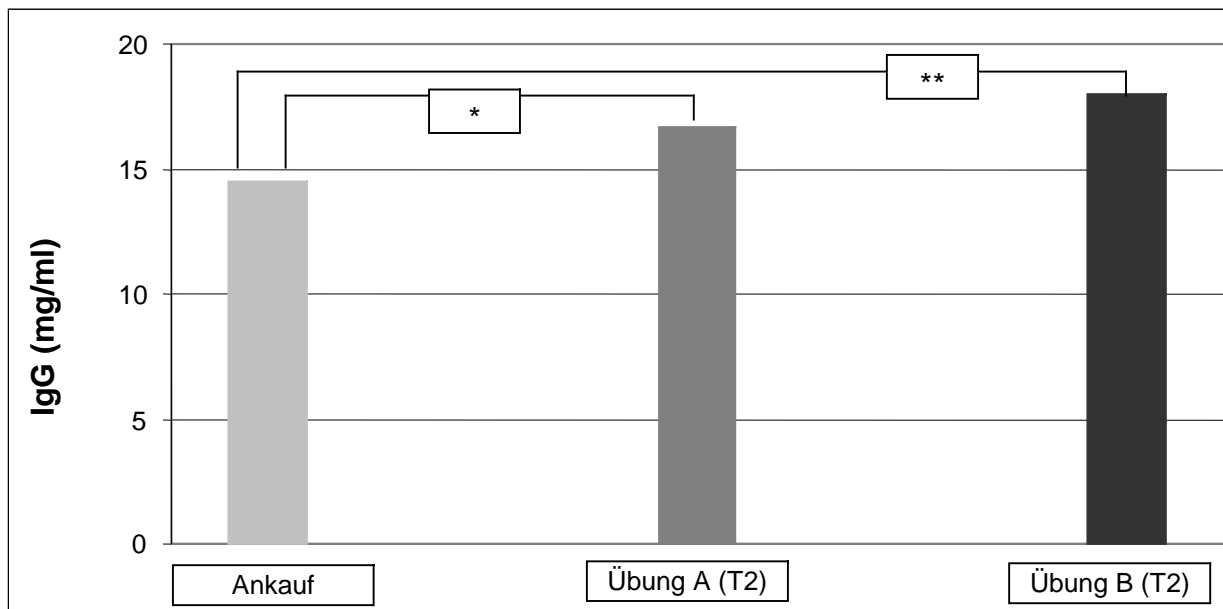
In diesen Untersuchungen wurde die Präzision der Methode durch den unten angegebenen interspezifischen Variationskoeffizienten bei caninen Serum-IgG-Proben überprüft.

Tabelle 17: Interspezifische Variation (VK) in Abhängigkeit von der IgG Konzentration in caninen Serumproben M gibt den Mittelwert an, SD gibt die Standardabweichung an, N gibt die Anzahl der ELISA-Platten an

Interspezifische Variation		M (mg/ml)	± SD	N	VK (%)
Pool canin	Serum	14,4	2,4	26	16,8

Verlauf der Immunglobulin G-Konzentration (IgG)

Zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung liegt die IgG-Konzentration bei 14,5 mg/ml ± 4,8 mg/ml und damit signifikant ($p \leq 0,05$) unter der IgG-Konzentration der Schutzdienstübung A (T2) in der 1. Woche, sowie signifikant ($p \leq 0,01$) unter der IgG-Konzentration der Schutzdienstübung B (T2) in der 4. Woche des Quarantäneaufenthaltes



	Ankauf	Übung A (T2)	Übung B (T2)
IgG-Konzentration (mg/ml)	14,5	16,7	18,0
SD ±	4,8	4,6	3,4

Abbildung 48: IgG-Konzentration zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung und den Ausgangswerten (T2) der Schutzdienstübung A und B; die Tabelle gibt die Mittelwerte und die Standardabweichung für die jeweiligen Probenahmen an; * = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$; n = 28

Einfluss der Rasse auf die IgG-Konzentration

Die Rasse hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die IgG-Konzentration.

Einfluss des Geschlechts auf die IgG Konzentration

Das Geschlecht hat zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die IgG-Konzentration.

IgG-Konzentration der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Die IgG-Konzentration der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde zeigt zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Unterschied zu der Konzentration der Hunde, die die Ausbildung beendet haben.

4.6 Aktivität in Woche 1 und Woche 4

Während der kontinuierlichen Aufzeichnung über die 1. und 4. Woche ist das Aktometer so eingesellt, dass 2-mal pro Minute ein Mittelwert über die kontinuierlich registrierte Beschleunigung gebildet wird. Während der Schutzdienstübung ist das Aktometer so eingesellt, dass 30-mal pro Minute ein Mittelwert über die kontinuierlich registrierte Beschleunigung gebildet wird. D.h. der Mittelwert über z.B. die Zeit des „Freilaufs“ wurde über 240 Einzelwerte gebildet. (siehe auch Punkt 3.5.1)

Verlauf der Aktivität in der 1. und 4. Woche

Die Aktivität der Hunde wurde in die fünf Tagesabschnitte „Freilauf“, „Arbeit“, „Fütterung“, „Abend“ und „Nacht“ unterteilt. Während des „Freilaufs“ wurde die höchste Aktivität der Hunde gemessen, gefolgt von der „Arbeit“. Die durchschnittlich gemessene Aktivität des „Freilaufs“ (7.00 – 9.00 Uhr) lag in der 1. Woche bei $145,8 \pm 94,8$ mG und in der 4. Woche bei $161,6 \pm 118,3$ mG. Die während des „Freilaufs“ gemessene Aktivität liegt somit fast um das 3-fache höher als die Aktivität während der „Arbeit“. Die Aktivität der Hunde in den Abschnitten „Abend“ und „Nacht“ ist mit 8,7 mG bis 13,8 mG sehr gering. Vergleicht man die Aktivität der Hunde zwischen der 1. und 4. Woche so zeigt sich, dass die Aktivität während des „Freilaufs“ und der „Arbeit“ in der 4. Woche signifikant höher liegt (gemischtes Modell: $p \leq 0,05$; Konfidenzintervall 95 % „Freilauf“: 0,2 mG – 33,5 mG; „Arbeit“: -30,7 mG - +24,3 mG). In den anderen Tagesabschnitten sind keine signifikanten Unterschiede zwischen der 1. und 4. Woche zu erkennen.

Tabelle 18: Die Tabelle gibt die Mittelwerte und die Standardabweichung der Aktivität in der 1. und 4. Woche während des Freilaufs, der Arbeit, der Fütterung, am Abend und in der Nacht an.

Zeitabschnitt	Freilauf	Arbeit	Fütterung	Abend	Nacht
Uhrzeit	7.00 – 9.00	9.00 – 15.00	15.00 – 16.00	16.00 – 24.00	24.00 – 07.00
Ø Aktivität (mG) Woche 1	145,8	49,7	25,6	9,3	13,8
SD ±	94,8	36,1	27,3	8,1	19,1
Ø Aktivität (mG) Woche 4	161,6	62,0	24,0	8,7	10,5
SD ±	118,3	72,8	26,9	8,6	8,7

Einfluss der Rasse auf die Aktivität in der 1. und 4. Woche

Im gemischten Modell zeigt sich, dass die Belgischen Hütehunde in der 1. und 4. Woche während des Freilaufs und der Fütterung, sowie in der 4. Woche während der Arbeitszeit eine höhere Aktivität aufweisen als die Deutschen Schäferhunde.

Tabelle 19: Aktivitätsunterschied zwischen den Belgischen Hütehunden (BHH) und den Deutschen Schäferhunden (DSH) während des Freilaufs, der Arbeit und der Fütterung in der 1. und 4. Woche (gemischtes Modell)

Zeitabschnitt	Freilauf		Arbeit	Fütterung	
Woche	Woche 1	Woche 4	Woche 4	Woche 1	Woche 4
Ø Aktivität (mG) BHH > DSH	72,2	109,0	45,6	13,9	15,9
Signifikanz	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$
Konfidenzintervall 95% (mG)	-1,1 – 145,5	27,1 – 190,8	16,7 – 74,4	0,7 – 27,1	1,4 – 30,4

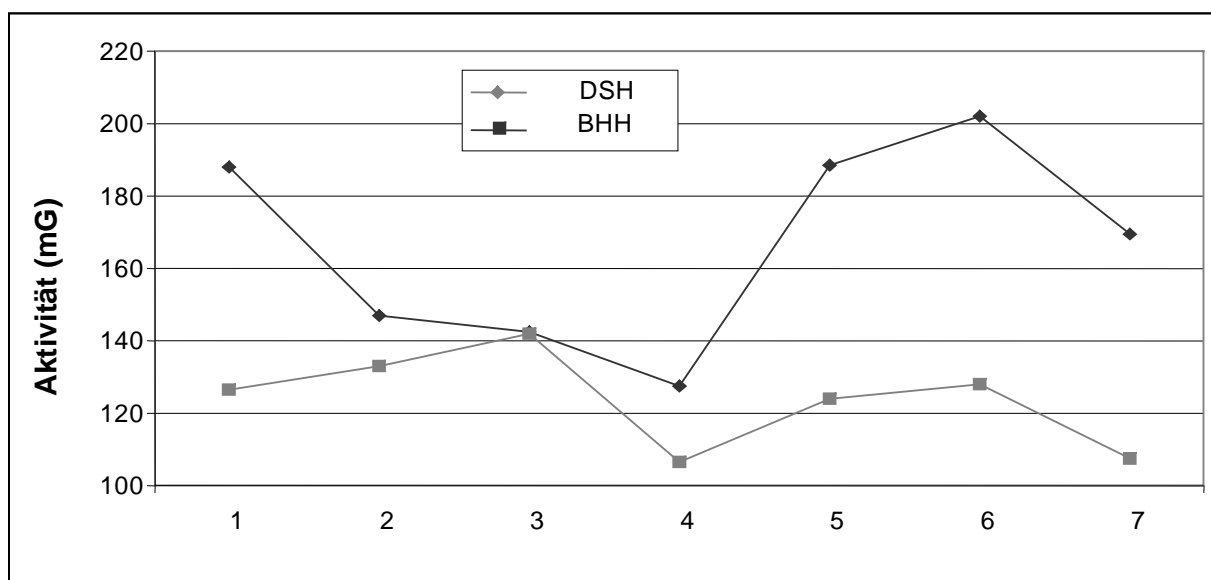


Abbildung 49: Aktivität der Belgischen Hütehunde und der Deutschen Schäferhunde während des Freilaufs in der 1. Woche (Tag 1-7)

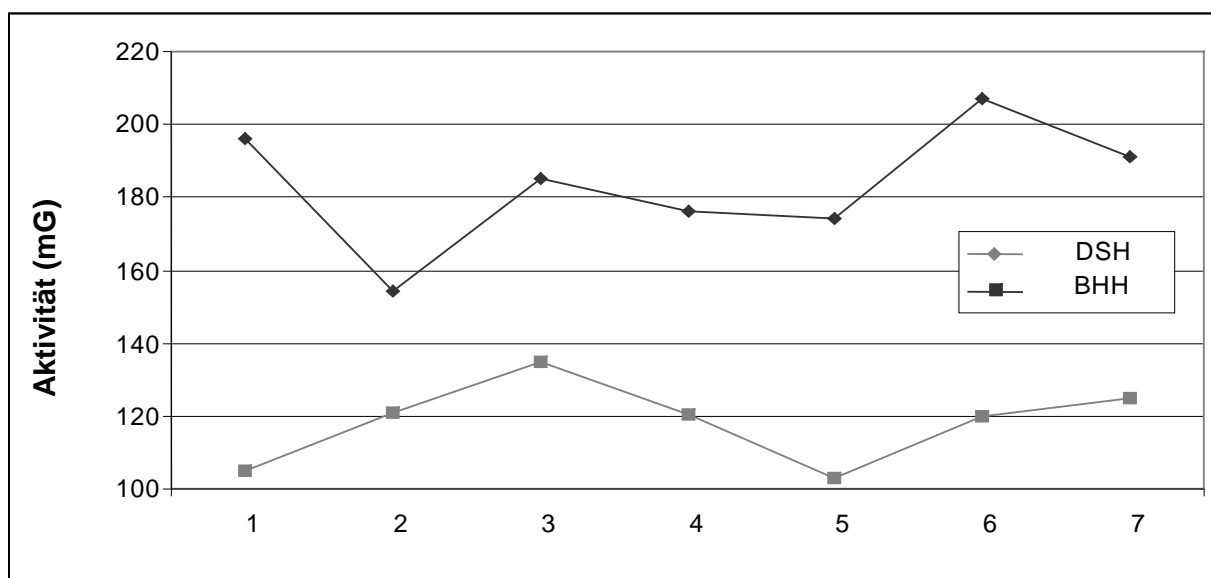


Abbildung 50: Aktivität der Belgischen Hütehunde (BHH) und der Deutschen Schäferhund (DSH) während des Freilaufs in der 4. Woche (Tag 1-7))

Einfluss des Geschlechts auf die Aktivität in der 1. und 4. Woche

Im gemischten Modell zeigt sich, dass die Rüden in der 1. und 4. Woche während des „Freilaufs“ sowie in der 4. Woche während der „Arbeit“ eine höhere Aktivität haben als die Hündinnen.

Tabelle 20: Aktivitätsunterschied zwischen den Rüden und den Hündinnen während des Freilaufs in der 1. und 4. Woche und der Arbeit in der 4. Woche (gemischtes Modell)

Zeitabschnitt	Freilauf		Arbeit
Woche	Woche 1	Woche 4	Woche 4
Ø Aktivität (mG) Rüden > Hündinnen	79,0	109,5	33,9
Signifikanz	P≤0,05	P≤0,01	P≤0,05
Konfidenzintervall 95 % (mG)	4,2 – 153,7	27,7 – 191,4	3,7 – 64,1

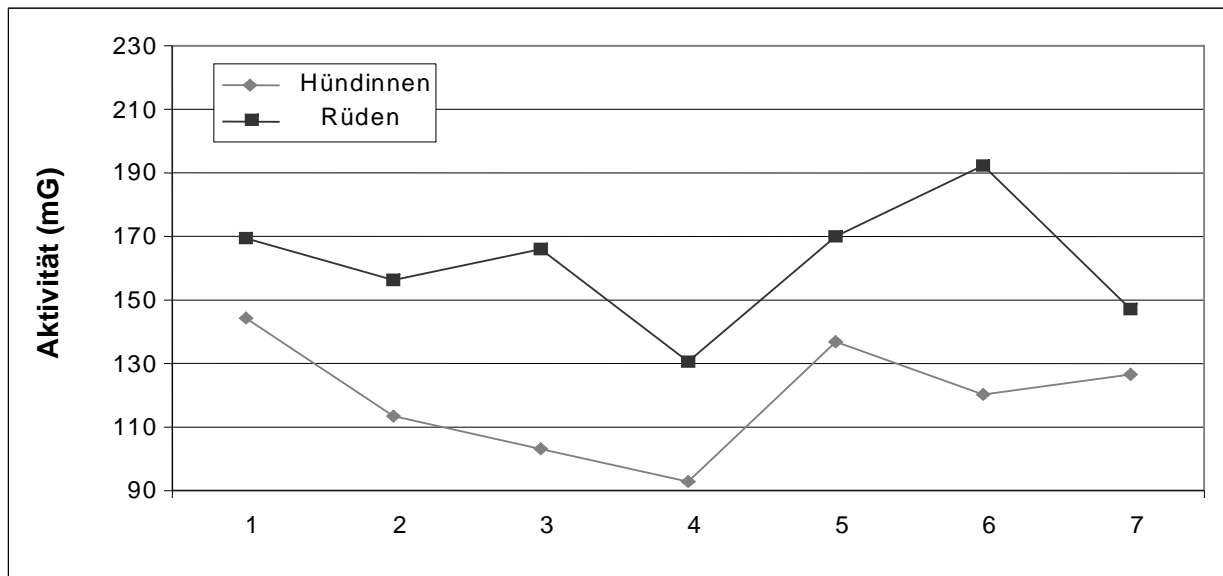


Abbildung 51: Aktivität der Rüden und Hündinnen während des Freilaufs in der 1. Woche (Tag 1-7)

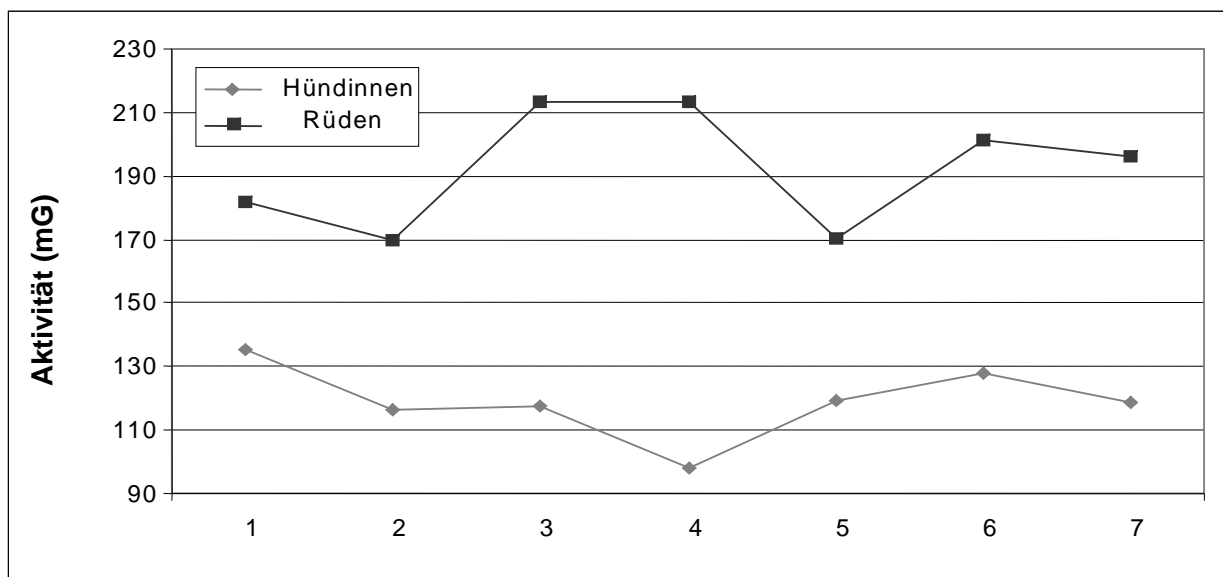


Abbildung 52: Aktivität der Rüden und Hündinnen während des Freilaufs in der 4. Woche (Tag 1-7)

Aktivität in der 1. und 4. Woche der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Die Aktivität der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde zeigt zu den fünf Tagesabschnitten in der 1. und 4. Woche des Aufenthaltes in der Quarantänestation keinen signifikanten Unterschied zu der Konzentration der Hunde, die die Ausbildung beendet haben.

4.7 Kotkonsistenz

Insgesamt sind von den 28 Hunden, die den 4-wöchigen Quarantäneaufenthalt komplett durchlaufen haben, 606 Kotproben eingesammelt worden. Die Konsistenz der Kotproben wurde in geformt, weich, breiig und wässrig unterschieden. Im Durchschnitt wurden pro Hund 22 Kotproben eingesammelt. Von den 606 Kotproben wurden 4,8 % als geformt, 85,0 % als weich, 5,3 % als breiig und 5,0 % als wässrig eingestuft. Hierbei ist weich bereits als Übergangsform zu leichter Diarrhö zu werten, breiig und wässrig als mittelgradige bis schwere Diarrhö einzustufen. Bei Betrachtung der einzelnen Hunde, konnte lediglich bei 12 Hunden geformter Kot festgestellt werden (Ø an 2,4 Tagen). Allerdings hatten 17 Hunde breiigen Kot (Ø an 1,8 Tagen) und 13 Hunde mindestens einmal wässrigen Kot. Das Fehlen einzelner Kotproben kommt durch einen fehlenden Kotabsatz im Zwinger, oder durch einen auf Grund seiner Konsistenz nicht sammelbaren Kot zustande.

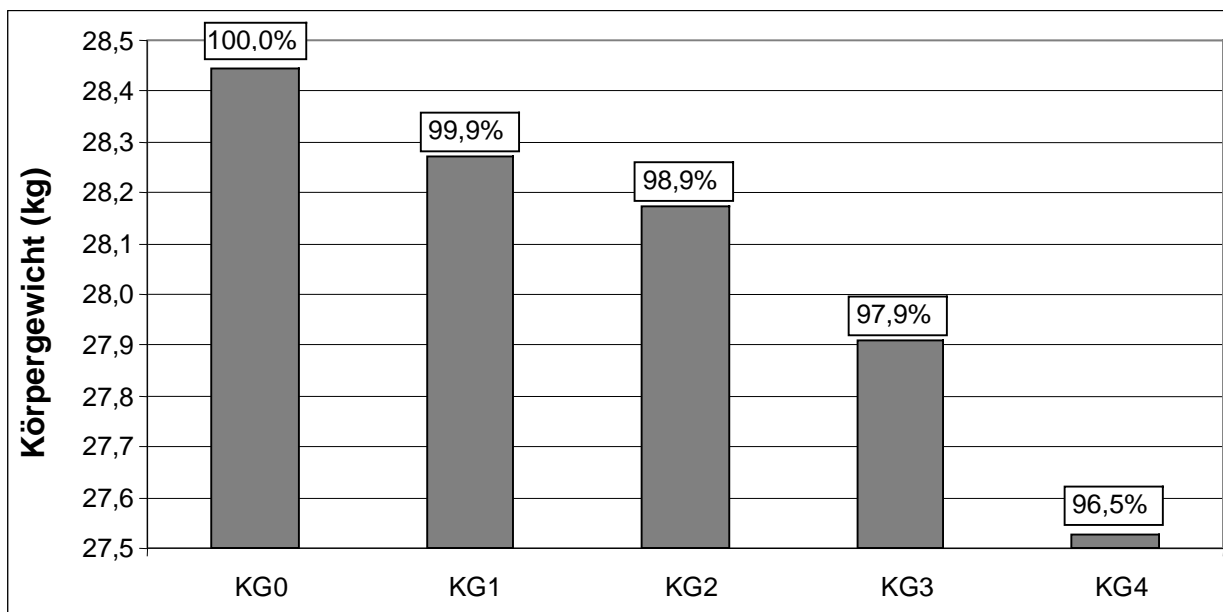
Tabelle 21: Anzahl der Kotproben je Hund; Anzahl der geformeten, weichen, beiigen und wässrigen Kotproben

Hund	Anzahl der Kotproben insgesamt	Anzahl geformter Kotproben	Anzahl weicher Kotproben	Anzahl breiiger Kotproben	Anzahl wässriger Kotproben
1	15	1	13	1	0
2	21	0	16	1	4
3	20	0	18	2	0
4	19	3	13	1	2
5	25	0	22	1	2
6	23	3	18	0	2
7	23	0	20	1	2
8	21	2	17	2	0
9	24	2	19	3	0
10	18	2	16	0	0
11	20	0	20	0	0
12	15	1	13	1	0
13	23	0	20	2	1
14	26	1	25	0	0
15	21	0	20	0	1
16	24	0	24	0	0
17	24	0	24	0	0
18	23	3	18	2	0
19	20	1	15	2	2
20	21	6	15	0	0
21	22	0	15	5	2
22	24	0	18	4	2
23	20	4	13	2	1
24	26	0	17	1	8
25	22	0	25	0	1
26	21	0	21	1	0
27	21	0	21	0	0
28	19	0	19	0	0

4.8 Körpergewicht

Verlauf des Körpergewichts

Bei der Ankaufsuntersuchung liegt das mittlere Gewicht bei 28,5 kg. Im Verlauf des 4-wöchigen Aufenthaltes in der Quarantänestation verlieren die Hunde in den ersten beiden Wochen durchschnittlich 0,2 kg, von Woche 2 auf Woche 3 0,3 kg. Der stärkste Gewichtsverlust findet in der letzten Woche statt, hier verlieren die Hunde im Durchschnitt noch einmal 0,4 kg. Insgesamt verlieren die Hunde durchschnittlich 0,9 kg (entspricht 3,6 %) ihres Ausgangsgewichts.



Woche	Ankauf	1	2	3	4
Körpergewicht (kg)	28,45	28,27	28,17	27,91	27,53
SD ±	5,22	5,40	5,40	5,28	5,18

Abbildung 53: Körpergewicht (kg) über den 4-wöchigen Quarantäneaufenthaltes; 28,45 kg = 100 %, über den Balken ist die Prozentangabe des verbliebenen Gewichts nach 1 – 4 Wochen angegeben; KG0 = Ankaufsuntersuchung, KG1 – KG4 = Woche 1 – Woche 4

Einfluss der Rasse auf das Körpergewicht

Die Rasse hat zu keinem der Messzeitpunkte einen signifikanten Einfluss auf das Körpergewicht.

Einfluss des Geschlechts auf das Körpergewicht

Das Geschlecht hat zu keinem der Messzeitpunkte einen signifikanten Einfluss auf das Körpergewicht.

Körpergewicht der vorzeitig aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde

Das Ankaufsgewicht der aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde lag bei $30,6 \pm 5,9$ kg. In der ersten Woche verloren diese Hunde durchschnittlich 0,1 kg ihres Körpergewichts. Damit unterscheidet sich der Körpergewichtsverlust nicht von den Hunden, die die Ausbildung beendet haben.

5 Diskussion

5.1 Statistische Methode

Die statistische Auswertung erfolgte zunächst mit der univariaten Varianzanalyse, um den Einfluss verschiedener Faktoren auf die untersuchten Parameter feststellen zu können. Die signifikanten Unterschiede innerhalb eines Faktors (z.B. Geschlecht: männlich/weiblich) wurden dann mit dem T-Test bestimmt. Beide statistischen Methoden erfassten nur die Werte zu bestimmten Messzeitpunkten. Die Veränderungen über die komplette Zeit, die sich z.B. während der beiden Schutzdienstübungen ergaben, konnten damit nicht dargestellt werden. Daher wurde zusätzlich das Gemischte Modell verwendet, das in der Lage war, die Kurven über die komplette Zeitspanne zu erfassen. Somit konnten Unterschiede zwischen den kompletten Kurvenverläufen der Schutzdienstübung A und B statistisch dargestellt werden. Zusätzlich wurde vom Gemischten Modell der Hund als individueller Faktor berücksichtigt und bei der Berechnung der Verlaufsunterschiede von Kurven mit einbezogen. Durch die Kombination der statistischen Methoden Univariate Varianzanalyse, T-Test und Gemischtes Modell konnten die untersuchten Parameter am besten analysiert werden und der größt mögliche Erkenntnisgewinn in den Ergebnissen erzielt werden.

5.2 Hunde

Die in der Studie erfassten Hunde unterlagen verschiedenen Auswahlverfahren. Die in der Quarantänestation eingestellten Hunde waren bereits zuvor durch einen Ankäufer der Bundeswehr auf ihre Eignung überprüft und für geeignet befunden worden. Bei der Ankaufsuntersuchung wurden dann alle Hunde mit körperlichen Mängeln aussortiert. Aus diesen für die Vorausbildung verbliebenem Hundepool wurden die Hunde für die vorliegende Arbeit ausgewählt. Dabei wurden vom Ausbildungsleiter der Diensthundeschule nur solche Hunde für die Studie freigegeben, die ohne größere Auswirkung auf die normale Ausbildung der Hunde untersucht werden konnten. Besonders schwierig zu handelnde Hunde (oder bissige Tiere) wurden nicht für die Studie freigegeben. Die in der vorliegenden Studie untersuchten Hunde gehörten somit einer relativ homogenen Hundegruppe an. Alle Hunde hatten ein für die Schutzdienstarbeit erwünschtes Temperament, waren

körperlich gesund, hatten ein geschätztes Zahnalter zwischen 1 und 2,5 Jahren und gehörten überwiegend zwei Rassetypen an, dem Belgischen Hütehund und dem Deutschen Schäferhund. Zusätzlich ließen sich alle Hunde gut händeln und hatten einen relativ einheitlichen Ausbildungsstand zu Beginn der Studie. Von den 35 in dieser Studie untersuchten Hunden schieden 7 Hunde wegen ungenügender Arbeitsleistung aus. Die Ergebnisse dieser 7 ausgeschiedenen Hunde wurden separat ausgewertet und mit den Ergebnissen der erfolgreichen Hunde verglichen. Die statistisch signifikanten Ergebnisse zwischen diesen beiden Gruppen müssen jedoch aufgrund der geringen Tierzahl und der gegebenen individuellen Variation der einzelnen Hunde vorsichtig interpretiert werden.

5.3 Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau war grundsätzlich geeignet um die Belastung der Hunde durch die Ausbildung und den Aufenthalt in der Quarantänestation zu untersuchen. Die zweimalige Untersuchung einer Schutzdienstübung und die kontinuierliche Aufzeichnung der Aktivität in der ersten und in der letzten Woche des Aufenthaltes sowie die Auswertung der Kortisolmetaboliten im Kot ließen Rückschlüsse auf die Veränderung der Belastung über den Aufenthaltszeitraum zu. Die Untersuchung der Schutzdienstübung an sich gab Aufschluss über die Intensität der Belastung bei dieser Ausbildungseinheit. Der Versuchsablauf der einzelnen Schutzdienstübungen setzte sich aus den Erfahrungen der Studien von Köhler (2004) und Wust (2006) und der Ausbildungsdurchführung in der Quarantäne zusammen. Die Dauer der Ruhe und der Erholungsphasen während der Schutzdienstübung wurde aus den Studien von Köhler (2004) und Wust (2006) übernommen. Die Dauer der untersuchten Belastungsphase der Schutzdienstübung orientierte sich an der durchschnittlichen Zeit, die in der Quarantäne bei der normalen Schutzdienst-Ausbildung pro Hund und Ausbildungseinheit aufgewendet wird. Der Anspruch der Schutzdienstübung A war geringer als der, der Schutzdienstübung B. Dies resultierte aus dem unterschiedlichen Ausbildungsstand der Hunde. Übung A wurde zu Beginn der Ausbildung in der Quarantänestation durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt hatten alle Hunde in etwa den gleichen geringen Ausbildungsstand. Übung B wurde am Ende der Ausbildung untersucht. Hier waren die Hunde in der Lage einen komplexeren Ablauf der Schutzdienstübung zu absolvieren.

5.4 Methoden

5.4.1 Herzfrequenz

Die Aufzeichnung der Herzfrequenz mit Hilfe des Herzfrequenzmesssystems von Polar® wurde bereits in den Studien von Köhler (2004) und Wust (2006) erfolgreich bei Rettungshunden eingesetzt. Auch in dieser Studie, in der ein neueres Modell der Messuhr (Polaruhr S610i) zum Einsatz kam, können die positiven Erfahrungen bestätigt werden. Die Hunde zeigten bei der Arbeit und in den Ruhephasen keinerlei Beeinträchtigung durch den Brustgurt und der daran befestigten Uhr. Der flexible Brustgurt (WeareLink®), der bereits in der Studie von Wust (2006) eingesetzt wurde, passt sich dem v-förmigen Brustkorb der Hunde optimal an. Dies war besonders wichtig, da viele der Hunde sehr schlank waren und die untersuchte Schutzdienstübungen mit einer besonders intensiven Aktivität der Hunde verbunden waren. So kam es nur zu ganz vereinzelt Ausfällen oder Fehlmessungen der Herzfrequenz. Das Messsystem von Polar® mit dem flexiblen Brustgurt (WeareLink®) erwies sich als nicht invasive und leicht durchzuführende Methode der kontinuierlichen Herzfrequenzmessung bei Schutzhunden.

5.4.2 Aktivität

Die Aufzeichnung der Aktivität mit Hilfe des ActiTrac® (Fa. SomnoMedics) wurde in der Studie von Wust (2006) erstmals bei Hunden eingesetzt. Das ActiTrac® ermöglicht eine Bestimmung der Aktivitätsintensität, indem es die Beschleunigung biaxial misst. Es lässt aber keine Beurteilung der Aktivitätsart (Schritt, Trab, Galopp, Springen) zu. Um die Aktivitätsart bestimmen zu können, hätten Videoaufzeichnung erfolgen müssen. Um eine Aussage über das Aktivitätsniveau der Hunde in der Zwingeranlage machen zu können, reicht jedoch die Messung mit dem ActiTrac® aus. Mit Hilfe des ActiTrac® konnten Aktivität- und Ruhephase bestimmt werden, sowie das Aktivitätslevel der Hunde in der 1. und der 4. Woche verglichen werden. Die geringe Größe und das minimale Gewicht ermöglichten es, das ActiTrac® wie ein normales Halsband zu befestigen. Die Hunde waren so nicht in ihrem Verhalten beeinträchtigt. In dieser Studie zeigte sich, dass die Befestigung der Piezosensoren im Gehäuse einer extremen Bewegungsbelastung nicht standhielt. Durch Springbewegungen der Hunde in den Zwingern und intensive Kopfbewegungen durch Schütteln und Zerren am Beuteärmel während der Schutzdienstübung, lösten sich bei drei Geräten die Sensoren vom Gehäuse. Dies führte z.T. zu Ausfällen und

fehlerhaften Aufzeichnungen. Generell ist das ActiTrac® jedoch eine sensitive, nicht invasive Methode die Bewegungsintensität von Hunden kontinuierlich aufzuzeichnen.

5.4.3 Körpertemperatur

Die Messung der rektalen Körpertemperatur wurde immer im Untersuchungsraum als erste Probennahme durchgeführt und von allen Hunden sehr gut toleriert. Daher ist eine Verfälschung der Ergebnisse durch das Messung auf dem Untersuchungstisch auszuschließen. Da die Hunde für jede Probennahme aus dem Zwinger, bzw. vom Übungsplatz in den Untersuchungsraum gebracht wurden, ist eine Verfälschung der gemessenen Temperaturen durch die Bewegung und den Kontakt mit der Betreuungsperson nicht völlig auszuschließen. Für den Weg vom Zwinger in den Untersuchungsraum wurden ca. 2 Minuten benötigt. Diese kurzfristige Bewegung an der Leine dürfte daher zu keinem größeren Anstieg der Körpertemperatur geführt haben. Generell ist die rektale Messung der Körpertemperatur eine nicht invasive, leichte und schnell durchzuführende, aussagekräftige Methode um die aktuelle Belastung des Hundes zu beurteilen.

5.4.4 Speichelkortisol

Die Speichelprobennahme zur Bestimmung des Kortisolgehaltes wurde bereits in diversen Studien durchgeführt (BEERDA ET AL., 1997, 1998, 1999; CRONIN ET AL., 2003; BERGERON ET AL., 2002; KÖHLER, 2004 UND WUST, 2006) und hat sich als aussagekräftige nicht invasive Methode erwiesen, um die Kortisolkonzentration in kurzen Abständen bestimmen zu können. KOBELT ET AL. (2003) konnten nachweisen, dass die Dauer zur Gewinnung der Speichelprobe bis zu 4 Minuten in Anspruch nehmen kann, ohne dass die Probennahme einen Effekt auf die Kortisolkonzentration bewirkt. In der vorliegenden Studie wurden die Speichelproben immer am Ende einer Probennahme durchgeführt. Drei Probennahmen (T2, T3 und T6) schlossen die Entnahme von Blut mit ein und dauerten daher im Durchschnitt 6 Minuten. Eine Beeinflussung der Kortisolkonzentration in der Speichelprobe zu diesen Zeitpunkten durch den Vorgang der Blutentnahme ist daher nicht völlig auszuschließen. Um den Speichelfluss zu stimulieren, wurden den Hunden Futterstückchen vorgehalten. Dadurch waren in einigen Proben minimale Futterpartikel enthalten, die aber wie bei KÖHLER (2004) und WUST (2006) bereits bestätigt, keinen Einfluss auf die Analyse der Kortisolkonzentration haben. Der

Einfluss der Speichelflussrate auf die Speichelkortisol-Konzentration wurde von VINING UND MCGINLEY (1987) und von KIRSCHBAUM UND HELLHAMMER (1989) untersucht und als nicht relevant befunden. Deshalb dürfte die Stimulation des Speichelflusses durch Futter in dieser Studie nur einen geringen Einfluss auf die Kortisolkonzentration im Speichel haben. Eine Beeinflussung der Speichel-Kortisolkonzentration durch die Probennahme zu unterschiedlichen Tageszeiten (vormittags, nachmittags) kann aufgrund der Literatur ausgeschlossen werden. Kortisol wird episodisch ins Blut abgegeben, so dass es auch ohne Belastung der Hunde zu kurzfristigen Erhöhungen des Kortisolspiegels kommt (KEMPAINEN UND SARTIN, 1984; DÖCKE, 1994). Diese kurzfristigen Schwankungen werden aber laut DÖCKE (1994) durch die erhöhte Ausschüttung von Kortisol in akuten Belastungssituationen überspielt und sind daher bei der Bewertung der Ergebnisse zu vernachlässigen. Zudem konnte in einer Studie von KOLEVSKA (2003) nachgewiesen werden, dass die durch Belastung bedingte Kortisolausschüttung den Tagesrhythmus überspielt. In der vorliegenden Studie zeigte sich, dass das Abwehrverhalten der Schutzhunde von Speichelprobennahme zu Speichelprobennahme zunahm. Hunde, bei denen für die Speichelprobennahme zur Sicherheit der Untersuchungsperson ein Maulkorb aufgesetzt werden musste, zeigten stärkeres Abwehrverhalten. Die Speichelprobennahme zur Bestimmung der Kortisolkonzentration ist eine nicht invasive Methode, die sich in vielen Studien als stressfreie Methode erwiesen hat. Bei den Hunden dieser Studie erwies sich die Speichelprobennahme jedoch als Stressfaktor, der größer war als die Blutentnahme. Dies könnte zum einen an der Art der Ausbildung liegen, da die Schutzhunde trainiert werden zuzufassen und festzuhalten (in diesem Fall den Probenentpfer), zum anderen daran, dass sich die Hunde bei der Speichelnahme durch den Untersucher stärker bedrängt fühlten (Manipulation im Maul, Fixation des Kopfes) als z.B. bei der Blutentnahme am Bein.

Zur Analyse der Speichelproben wurde der institutseigene Enzyme-linked Immunosorbend Assay (ELISA) durchgeführt. Diese Methode wurde bereits bei der Auswertung der Proben von Wust (2006) eingesetzt und ermöglicht einen sensitiven Nachweis der geringen Kortisolkonzentration im Hundespeichel. Der ELISA weist einen engen Messbereich auf (1,4 nmol/l bis 22,4 nmol/l). Infolge der Abflachung der Standardkurve im niedrigen und hohen Konzentrationsbereich können Unterschiede in der Kortisolkonzentration in diesen Bereichen weniger gut differenziert werden.

Daher ist bei den Proben, die in den unteren abgeflachten Bereich der Standardkurve fallen mit höheren Varianzen zu rechnen.

5.4.5 Blutproben

Die Blutentnahme aus der Vena cephalica antebrachii ist eine invasive Methode, die laut Tierschutzgesetz einer Anzeige bei der für die Tiere zuständigen Behörde bedarf. In dieser Studie wurde die Blutentnahme bis auf wenige Ausnahmen von den Hunden sehr gut toleriert. Auch bei den drei innerhalb einer Schutzdienstübung aufeinander folgenden Blutabnahmen kam es nicht zu gesteigertem Abwehrverhalten, wie es bei den Speichelproben der Fall war. Die Blutentnahme kann daher als eine für die Hunde wenig belastende Untersuchungsmethode bewertet werden.

Das entnommene Blut wurde direkt untersucht, bzw. bis zur Untersuchung nach maximal 30 min bei 7°C gelagert und für weitere Untersuchungen am Tag der Blutentnahme bei -18°C tiefgefroren. Dieses Vorgehen wurde durch die von den Analysegeräten (VetABC®, Reflotron® und KoneDelta®) vorgegebenen Untersuchungszeiträume für die einzelnen Parameter bestimmt und wurde bereits in der Studie von KÖHLER (2004) erfolgreich durchgeführt.

Die Kortisolkonzentration im Blut wurde ebenfalls mit dem institutseigenen ELISA ausgewertet. Da die Kortisolkonzentration im Blut deutlich höher liegt als im Speichel, mussten die Blutproben vorher verdünnt werden um in den sensitiven Messbereich (1,4 – 22,4 nmol/l) des ELISA zu fallen.

5.4.6 Kortisolmetaboliten im Kot

Die Werte der Kortisolmetaboliten im Kot sind durch das Institut für Biochemie der Veterinärmedizinischen Universität in Wien von Herrn Prof. Dr. R. Palme ausgewertet worden und die Ergebnisse sind wie übermittelt in die Studie eingegangen. Wie vom Biochemischen Institut in Wien vorgegeben, wurden die Kotproben direkt nach dem Einsammeln bei -18°C eingefroren, um einen Abbau der Kortisolmetaboliten zu vermeiden. Die Kotproben wurden in Trockeneis gelagert mit dem PKW nach Wien transportiert. Ein An- oder teilweises Auftauen der Proben während des Transportes wurde dadurch ausgeschlossen.

5.4.7 Körpergewicht

Das Gewicht der Hunde wurde mit einer digitalen Waage bestimmt. Um eine genaue Messung des Gewichts zu erzielen, mussten die Hunde möglichst in der Mitte der Waage sitzen und kurze Zeit ruhig bleiben. Bereits geringe Veränderungen der Position des Hundes auf der Waage führten zu Schwankungen in der Gewichtsangabe. Daher ist mit einer gewissen Fehlerquote ($\pm 0,5$ kg) beim Ablesen des Körpergewichts zu rechnen.

5.4.8 Immunglobulin G

Da Stress bzw. eine chronische Belastung Auswirkung auf das Immunsystem hat wurde der IgG-Wert der Hunde beim Ankauf und während der Schutzdienstübung A und B in der 1. und 4. Woche bestimmt.

Zur Analyse der Serumproben wurde der im Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Ludwig-Maximilians-Universität München entwickelte Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA) durchgeführt. Die Methode, IgG beim Hund mit Hilfe eines ELISA zu bestimmen wurde bereits in der Studie von MARCO WEIß (2003) am Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München eingesetzt. Infolge der hohen Verdünnung der Proben ist mit größeren Varianzen der gemessenen Werte zu rechnen.

5.5 Veränderungen der gemessenen Parameter während der Schutzdienstübung A und B

5.5.1 Herzfrequenz

Die Herzfrequenzen der Schutzdienstübung A und B liegen bereits in der Ruhephase mit 123,6 bpm (Übung A) und 121,1 bpm (Übung B) über den in der Literatur angegebenen Ruhewerten für große Hunde (70 - 100 bpm; SPÖRRI, 1987) und den bei WUST (2006) ermittelten Ruhewerten von Rettungshunden (zwischen $88,3 \pm 20,7$ bpm und $98,1 \pm 21,4$ bpm). Eine Ursache für die hohen Ruheherzfrequenzen der untersuchten Hunde könnte ein hoher Erregungszustand in Erwartung der bevorstehenden Übungseinheit sein. Die Hunde wurden regelmäßig in der Zeit zwischen 9.00 und 15.00 Uhr für die Ausbildung aus den Zwinger geholt, weswegen sie sich in dieser Zeit vermutlich in einer freudigen Erwartungshaltung befanden.

Eine weitere Ursache für die hohen Ruheherzfrequenzen könnte im Temperament der Hunde liegen. VINCENT UND LEAHY (1997) konnten nachweisen, dass temperamentvollere Hunde auch ohne Belastung eine höhere Herzfrequenz haben als ruhige Hunde.

Die Herzfrequenz der Belastungsphasen erreichte durchschnittliche Werte von 155,6 bpm (Übung A) und 153,9 bpm (Übung B). Im Zusammenhang mit den hohen Aktivitätswerten während der Übungen (296,3 mG Übung A und 348,2 mG Übung B) wären deutlich höhere Herzfrequenzen zu erwarten gewesen. So lag die ebenfalls mit Hilfe des ActiTrac® gemessene Aktivität von Rettungshunden während einer 20-minütigen Suche bei durchschnittlich 163 - 202 mG bei einer durchschnittlichen Belastungsherzfrequenz von 156 - 165 bpm (WUST, 2006). Eine Belastung, die von der zeitlichen Dauer der Schutzdienstübung nahe kommt, sind Sprintrennen. Auch hier liegen die Belastungsherzfrequenzen mit 190 - 300 bpm deutlich höher (VAN CITTERS UND FRANKLIN, 1969; READY UND MORGAN, 1984; ILKIW ET AL., 1989). In der Literatur angegebene maximale Belastungsherzfrequenzen liegen bei bis zu 313 bpm (SANDERS ET AL., 1977; WAGNER ET AL., 1977; MUSCH ET AL., 1985). Die körperliche Belastung der Hunde durch die Schutzdienstübung ist demnach als submaximal einzustufen.

Während der 3-minütigen Belastungsphase kommt es zu einem kontinuierlichen Anstieg der Herzfrequenz, während die Aktivität nach 100 Sekunden ihren Höhepunkt erreicht und dann abfällt. Die hohen Herzfrequenzen am Ende jeder Schutzdienstübung können durch eine psychische Belastung bzw. Erregung erklärt werden. Die Schutzdienstübungen sind so aufgebaut, dass die Hunde jede Übung in einer hohen Reizlage verlassen, damit sie bei der nächsten Übungseinheit sofort wieder gearbeitet werden können. Dieser hohe Erregungsgrad der Hunde spiegelt sich in der steigenden Herzfrequenz bei sinkender Aktivität wider. Nach einer Erholungszeit von 40 Minuten wird wieder die Ruheherzfrequenz erreicht. Dies stimmt mit den Ergebnissen von Rettungshunden nach einer Sucharbeit (KÖHLER, 2004; WUST, 2006) überein. Da die Rettungshunde jedoch einer wesentlich längeren Suchbelastung (2 x 20 Minuten) unterzogen wurden, erscheint die Zeitspanne von 40 Minuten zum Erreichen der Ruheherzfrequenz bei der sehr kurzen Arbeit der Schutzhunden (3 Minuten) sehr lang. Betrachtet man die Ruhe- und Erholungsphase im Detail, zeigt sich ein Abfall der Herzfrequenz innerhalb der 20-minütigen Sequenzen, mit einem erneuten Anstieg im letzten 4-Minuten Intervall jeder Sequenz. Diese höheren Herzfrequenzen zu Beginn einer 20-minütigen Sequenz

und der Anstieg im letzten 4-Minuten Intervall sind durch das Hin- und Herführen zwischen Zwinger und Untersuchungsraum für die Probennahmen bedingt.

5.5.2 Aktivität

Die Aktivität von Hunden wurde bisher nur in der Studie von WUST (2006) mit Hilfe von Bewegungsmonitoren aufgezeichnet. Daher gibt es nur sehr wenige Vergleichsdaten für die Bewegungsaktivität der Schutzhunde dieser Studie. Die in der Belastungsphase der Schutzdienstübungen erreichten Durchschnittswerte der Aktivität liegen bei $296,3 \pm 132,3$ mG in Übung A und bei $348,2 \pm 137,4$ mG in Übung B. Die höhere Aktivität in der Übung B lässt sich durch die höhere Bewegungsintensität dieser Schutzdienstübung erklären. Verglichen mit den Aktivitätswerten von Rettungshunden bei der Suche (WUST, 2006), liegt die Bewegungsaktivität beider Schutzdienstübungen deutlich darüber (ca. 100 mG). Dies belegt zum einen die sehr hohe Bewegungsintensität während der Schutzdienstübung, zum anderen die hohen Beschleunigungskräfte, die während der Schutzdienstübung auf den Halsbereich der Hunde - wo das Aktometer angebracht war - einwirken. Die Aktivität der Schutzhunde lag in der Ruhe- und Erholungsphase bei durchschnittlich 84,3 mG. In der Studie von WUST (2006) wiesen die Rettungshunde dagegen Aktivitäten von durchschnittlich 17 - 25 mG in der Ruhe- und Erholungsphase auf. Dies spricht dafür, dass sich die Schutzhunde während der Ruhe- und Erholungsphase in ihren Zwingern ständig bewegten. Diese hohe Bewegungsaktivität kann ein Grund für die relativ hohen Herzfrequenzen in den entsprechenden Ruhe- und Erholungsphasen sein. Die Aktivität während den Probennahmen (32 - 118 mG) entspricht in etwa der Aktivität der Rettungshunde (31 - 75 mG) in der Studie von WUST (2006). Die teilweise höheren Aktivitäten in dieser Studie könnten auf die stärkeren Abwehrbewegungen der Hunde bei der Speichelprobengewinnung zurückzuführen sein (siehe Punkt 5.4.4 der Diskussion).

5.5.3 Körpertemperatur

Die Ruhetemperatur von Hunden wird in der Literatur mit $37,5^{\circ}\text{C}$ - $39,2^{\circ}\text{C}$ angegeben. Die in dieser Studie untersuchten Hunde liegen insbesondere in der Ruhephase der 1. Woche des Quarantäneaufenthaltes im oberen Referenzbereich ($39,2^{\circ}\text{C}$). Diese hohen Ruhewerte könnten zum einen durch die hohe Aktivität der Hunde in den Zwingern verursacht sein (siehe Punkt 4.6), zum anderen könnte

psychischer Stress bei den Hunden dieser Studie durch die Unterbringung in einer fremden Umgebung und den Kontakt zu unbekanntem Personen, zu einem Anstieg der Ruhekörpertemperatur führen. Nach der 3-minütigen Belastungsphase der Schutzdienstübung A und B stieg die Körpertemperatur signifikant auf Maximalwerte von 40,9°C an. Die Körpertemperatur nach den Schutzdienstübungen lag damit in einem Bereich, der in anderen Studien nach wesentlich längeren Laufbelastungen oder Sprintrennen erreicht wurde. Die Ausgangskörpertemperatur wurde 40 Minuten nach Beendigung der Schutzdienstübung erreicht und braucht damit 20 Minuten länger als die bisherigen Erfahrungen mit Rettungshunden in der Studie von KÖHLER (2004) und WUST (2006) gezeigt haben. Dieser verzögerte Körpertemperaturabfall ist sehr wahrscheinlich auf die hohe Aktivität der Hunde in der Erholungsphase zurückzuführen.

5.5.4 Endokrine Parameter

Die Kortisolkonzentration im Speichel liegt zu Beginn der Schutzdienstübungen bei $6,3 \pm 2,4$ nmol/l in Übung A und $7,3 \pm 3,2$ nmol/l und erreicht 20 - 40 min nach der Belastung die höchsten Werte von $8,9 \pm 3,9$ nmol/l (Übung A) und $9,3 \pm 7,6$ nmol/l (Übung B). Die Speichel-Kortisolkonzentration erreicht damit während der Schutzdienstübungen Werte, die mit denen der Rettungshunde in den Studien von KÖHLER (2004) und WUST (2006) zu vergleichen sind. Die intensive körperliche Aktivität und der hohe Erregungsgrad der Schutzhunde während der 3-minütigen Belastungsphase verursachen einen vergleichbaren Anstieg der Speichel-Kortisolkonzentration. Dies spricht dafür, dass die Schutzhunde durch die 3-minütige Schutzdienstübung ähnlich psychisch und physisch belastet werden wie Rettungshunde durch eine zweimalige 20-minütige Sucharbeit. Die Schutzdienstübungseinheiten können daher als submaximale Belastung eingestuft werden. Da die Kortisolwerte im Speichel 60 Minuten nach Ende der Schutzdienstübungen abfallen und unter dem Ausgangswert liegen, kann dies als Entspannung der Hunde nach der Arbeit gewertet werden.

5.5.5 Hämatologisch und klinisch chemische Parameter

Generell liegen die Leukozyten in beiden Schutzdienstübungen zu allen Messzeitpunkten über dem angegebenen Referenzbereich. Diese erhöhten Leukozytenwerte könnten auf die ungewohnte Haltungsumwelt mit neuem Keimmilieu zurückzuführen sein. Nach der Belastungsphase der

Schutzdienstübungen kommt es im weißen Blutbild zu einem Anstieg der Leukozyten, der Thrombozyten sowie der Lymphozyten und Monozyten. Der Anstieg der Leukozyten lässt sich durch deren Freisetzung aus dem marginalen Pool in belastenden Situationen erklären (GASSMANN UND LUTZ, 2005; WILLARD UND TVEDTEN, 2006). Auch die Gesamtzahl der Thrombozyten kann durch Aufregung erhöht werden, zum einen durch gesteigerte Glukokortikoidausschüttung, zum anderen durch Kontraktionen der Milz, in der der größte Teil der Thrombozyten gespeichert wird (DÖCKE, 1994; WILLARD UND TVEDTEN, 2006). Die Thrombozyten und Lymphozyten bleiben jedoch stets im Referenzbereich. Die Monozyten verzeichnen dagegen nach der Belastungsphase der Schutzdienstübung A einen leichten Anstieg über den Referenzbereich hinaus und bleiben auch 60 Minuten nach Ende der Belastung erhöht. Diese Erhöhung der Monozyten in der Schutzdienstübung A kann ein Hinweis auf eine stärkere Stressreaktion der Hunde durch die Übungseinheit sein, da beim Hund durch Stress eine gering- bis mittelgradige Monozytose hervorgerufen werden kann (WILLARD UND TVEDTEN, 2006).

Im roten Blutbild zeigen die Erythrozyten, das Hämoglobin und der Hämatokrit einen signifikanten Anstieg nach der Belastung und nach 60 Minuten Erholung einen signifikanten Abfall unter den Ausgangswert. Durch die 3-minütige Belastungsphase kommt es zu einem Anstieg des Hämatokrit in den oberen Referenzbereich. Diese Hämatokritkonzentration lässt sich mit einer Kombination aus einem intensiven Flüssigkeitsverlust durch Hecheln und starkes Speicheln, sowie mit hoher Erregung der Hunde während der Belastungsphasen der Schutzdienstübungen begründen. Laut KRAFT UND DÜRR (2005) kann es durch Erregungszustände zu einer Erhöhung der Erythrozytenzahl kommen.

Die durch die beiden Schutzdienstübungen verursachten Veränderungen im weißen und roten Blutbild sind vergleichbar mit den Veränderungen, die bei Windhunden nach Sprintrennen in den Studien von BJOTVEDT ET AL. (1984), LASSEN ET AL. (1986), DOBSON ET AL. (1988), SNOW ET AL. (1988), ILKIW ET AL. (1989) UND ROSE UND BLOOMBERG (1989) gemessen wurden.

5.5.6 Muskulatur

Die Laktatkonzentration erreicht in beiden Schutzdienstübungen nach der Belastungsphase durchschnittliche Werte von 4 mmol/l und liegt damit deutlich über dem Referenzbereich (0,2 - 2,9 mmol/l) und über den bei Rettungshunden (KÖHLER, 2004), Sprengstoff-Spürhunden (STRASSER ET AL., 1993) und Schlittenhunden (BURR

ET AL., 1997) gemessenen Werten. Die Laktatwerte nach der Schutzdienstübung liegen im Rahmen der nach Sprintrennen gemessenen Konzentrationen. Spürhunde haben während ihrer Sucharbeit nur eine geringe Bewegungsaktivität zu verrichten. Rettungs- und Schlittenhunde unterliegen während ihrer Einsätze einer Ausdauerleistung und müssen über lange Zeitspannen bzw. große Strecken ausdauernd laufen. Die Energiegewinnung erfolgt daher auf aeroben Weg. Schutzhunde unterliegen während ihrer kurzen Übungseinheiten einer sehr intensiven Belastung der Muskulatur. Die Energiebereitstellung während der 3-minütigen Belastungsphase erfolgt aufgrund der Kürze der Übungseinheit ähnlich wie bei den Windhunden überwiegend anaerob. In den ersten 60 Sekunden nach Arbeitsbeginn wird ATP ausschließlich aus den ATP-Vorräten des Muskels, dem Abbau von Kreatinphosphat und aus dem anaeroben Muskelstoffwechsel unter Laktatbildung gewonnen. Erst nach ca. 60 Sekunden beginnt der aerobe Stoffwechsel zur Energiebereitstellung. Zu diesem Zeitpunkt ist bereits 1/3 der Schutzdienstübung durchgeführt. Die ATP-Gewinnung während der 3-minütigen Belastungsphase ist somit eher mit der Energiegewinnung von Rennpferden während eines ca. 2-minütigen Vollblüter-Derbys zu vergleichen. Hier werden etwa 5 % des ATP aus Kreatinphosphat, ca. 70 % aus dem anaeroben Stoffwechsel und nur ca. 25 % aus dem aeroben Stoffwechsel gewonnen (V. ENGELHARDT, 2005).

Ein weiterer aussagekräftiger Parameter für die Belastung durch körperliche Arbeit ist die Kreatinkinase (CK). Die bereits zu Beginn der Schutzdienstübungen hohen CK-Werte könnten durch zwei Faktoren zu erklären sein. Zum einen bewegen sich die Hunde während der „Freilaufphase“ in den Ausläufen sehr intensiv, was durch die hohen Aktivitätswerte während der Freilaufphase belegt wird. Zum anderen befinden sich die Hunde während der gesamten „Arbeitszeit“ zwischen 9.00 bis 15.00 Uhr in einer hohen Erregungslage und springen immer wieder am Gitter und den Wänden ihres Zwingers auf und ab. Durch das intensive Laufen und Springen könnte es zu kleinen Muskelfaserrissen kommen, wodurch der hohe Ruhe-CK-Wert zu erklären wäre. Die Schutzdienstübungen selbst verursachen einen weiteren Anstieg der CK-Werte. Dieser Anstieg von 29,0 IU/l in Übung A und 16,8 IU/l in Übung B wird durch die Bewegung während der 3-minütigen Belastungsphasen verursacht und liegt im Rahmen der bei Rettungshunden gemessenen CK-Anstiege (KÖHLER, 2004). Der trotz höherer Belastungsintensität geringere Anstieg der CK-Werte in der Schutzdienstübung B spricht für einen Trainingseffekt durch die regelmäßige Arbeit über die 4 Wochen.

5.5.7 Glukose

Der Glukoseanstieg von 0,7 mmol/l unmittelbar nach der Belastungsphase kann auf den gesteigerten Energieverbrauch während der Schutzdienstarbeit zurückgeführt werden, den der Körper durch gesteigerten Glykogenabbau und Glukoneogenese (MÖSTL, 2005) ausgleicht. Die während der Belastungsphase angeflutete Glukose wird dann in der Erholungsphase verstoffwechselt, so dass 60 Minuten nach der Belastung die Ausgangswerte wieder erreicht sind. Dieser Anstieg der Blutglukose durch kurze intensive körperliche Arbeit liegt bei Rennhunden nach einem Sprintrennen deutlich höher (durchschnittlich 2,5 nmol/l, MATWICHUCK ET AL., 1999).

5.5.8 Gesundheitszustand

Alle ermittelten Leberwerte (ALT, AST, AP), die Harnstoffwerte und das Kreatinin liegen bei beiden Schutzdienstübungen zu allen Zeitpunkten im Referenzbereich und sprechen daher für organisch gesund einzustufende Hunde.

5.6 Veränderung der gemessenen Parameter im Laufe des 4-wöchigen Quarantäneaufenthaltes

Bei den meisten untersuchten Parametern lässt sich ein Niveauunterschied zwischen der 1. und 4. Aufenthaltswoche in der Quarantänestation erkennen. Zumeist liegt die Konzentration der Werte in der 1. Woche über der, der 4. Woche, was auf eine allgemeine Anpassung der Hunde hindeutet. So liegt z.B. die Körpertemperatur und die Herzfrequenz in der Ruhe- und Erholungsphase der Schutzdienstübung B signifikant unter der Schutzdienstübung A. Die Hunde sind anscheinend nach 4 Wochen Aufenthalt in der Quarantänestation besser in der Lage sich in den Phasen, in denen keine Ausbildung für den einzelnen Hund stattfindet, zu entspannen. Für eine Gewöhnung an die Umgebung und den allgemeinen Tagesablauf in der Quarantänestation sprechen auch die über den 4-wöchigen Aufenthaltszeitraum sinkenden Werte der Kortisolmetaboliten im Kot. Die höchsten Konzentrationen der Kortisolmetaboliten im Kot finden sich in der 1. Woche des Quarantäneaufenthaltes. Die Hunde sind hier einer neuen Umgebung, neuen Betreuungspersonen, einer Futterumstellung und dem Ausbildungsbeginn ausgesetzt. Bereits in der 2. Woche fallen die Konzentrationen der Kortisolmetaboliten deutlich ab und bleiben in der 3. und 4. Woche auf einem annähernd gleichen Niveau. Das spricht dafür, dass sich die Hunde nach ca. 2

Wochen weitestgehend an ihre neue Umgebung gewöhnt haben. Verglichen mit den Referenzbereichen sind viele Parameter aber auch in der 4. Woche des Quarantäneaufenthaltes noch deutlich erhöht, was für eine weiterhin deutliche Stressbelastung der Hunde spricht.

Mit der Ankunft in der Quarantänestation sind die Hunde einer neuen ungewohnten Keimflora ausgesetzt. Diese Auseinandersetzung mit den verschiedenen Erregern kann ein Grund für die hohen Leukozyten- und IgG-Werten sein. Alle in dieser Studie erfassten Hunde waren in der Ankaufsuntersuchung als klinisch gesund eingestuft worden. Jedoch lagen die Leukozytenzahlen über den gesamten Untersuchungszeitraum über dem Referenzwert. Allerdings konnte ein Abfall der Leukozyten von der 1. zur 4. Woche festgestellt werden, während gleichzeitig die gemessenen IgG-Konzentrationen von der Ankaufsuntersuchung über die Schutzdienstübung A in der 1. Woche zur Schutzdienstübung B in der 4. Woche anstiegen. Betrachtet man das Differentialblutbild fällt auf, dass die Granulozyten in der 1. Woche oberhalb ($11,0 \times 10^9/l$) des Referenzbereiches ($1,2 - 6,8 \times 10^9/l$) lagen. Da keine Differenzierung der Granulozyten stattgefunden hat, ist nicht bekannt ob es sich um eine Erhöhung der neutrophilen, eosinophilen oder basophilen Granulozyten handelt. Da der Hund ein neutrophiles Blutbild aufweist (Kraft und Dürr, 2005) ist davon auszugehen, dass es sich um eine Erhöhung dieser Sorte von Granulozyten handelt. Eine Neutrophilie kann durch Blutdrucksteigerung im Zuge von Aufregung, körperlicher Belastung und Erwartungshaltungen zustande kommen, aber auch durch diverse Infektionskrankheiten (Kraft und Dürr, 2005). Die in dieser Studie gemessenen IgG-Konzentrationen liegen über den in der Literatur angegebenen Referenzwerten. Eine Hyperglobulinämie kann durch eine dauerhafte Antigenstimulation, Entzündungen, Neoplasien oder immunmedierte Erkrankungen verursacht sein. In dieser Studie ist die Auseinandersetzung der Hunde mit dem neuen Keimmilieu in der Zwingieranlage die wahrscheinlichste Ursache für die festgestellte Hyperglobulinämie.

Bei der Messung der Aktivität über die gesamte 1. und 4. Woche des Aufenthaltes zeigt sich, dass die Bewegungsintensität während des „Freilaufs“ (7.00 - 9.00 Uhr) und der „Arbeitszeit“ (9.00 - 15.00 Uhr) in der 1. Woche niedriger liegt als in der 4. Woche. Die gemessene Aktivität während der Fütterung, am Abend und in der Nacht zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen der 1. und 4. Woche.

In der 4. Woche ihres Aufenthaltes in der Quarantänestation haben die meisten Hunde bereits alle Ausbildungsinhalte der Grundausbildung erlernt und werden nur

zum Training geholt, um den Ausbildungsstand zu halten. Die Hunde werden daher weniger oft gearbeitet als die neu eingestellten Hunde und verbringen daher mehr Zeit im Zwinger. Diese Verringerung der täglichen Arbeitszeit der bereits ausgebildeten Hunde ist vermutlich der Grund für die höhere Aktivität der Hunde während des „Freilaufs“ und während der „Arbeitszeit“ in der 4. Woche. Die verringerte Arbeitsleistung während der Ausbildungszeit könnte von den Hunden durch eine gesteigerte Aktivität im Zwinger und in den Ausläufen kompensiert werden. Die sehr geringen Aktivitätslevel in den Abendstunden und in der Nacht, zeugen davon, dass die Hunde deutlich ruhiger werden, sobald in der Quarantäne der Dienstschluss beginnt. Bereits in der 1. Woche beruhigen sich die Hunde, sobald in der Zwingeranlage Ruhe eingekehrt ist und kein ständiges Kommen und Gehen mehr herrscht.

Die gemessenen Werte der Muskelparameter im Blut lassen ebenfalls Rückschlüsse auf die Gewöhnung der Hunde an die Arbeit zu. Die Werte der Kreatinkinase (CK) in der Schutzdienstübung B liegen, trotz der anspruchsvolleren Belastung, signifikant unter der Schutzdienstübung A zu Beginn der Ausbildung. Diese Tatsache kann auf den besseren Trainingszustand der Hunde zurückzuführen sein, deren Muskulatur sich im Laufe der Ausbildung an die kurzfristige intensive Belastung der Trainingseinheiten gewöhnt. Der Ruhe-Wert der Schutzdienstübung B liegt aber immer noch über dem Referenzbereich. Dies könnte weiterhin durch kleinere Schädigungen der Muskulatur bedingt sein, die aber deutlich geringer sind als zu Beginn. Dieser Trainingseffekt wurde auch bei Greyhounds über eine Rennsaison beobachtet (LASSEN ET AL., 1986). Laut WAGNER ET AL. (1977) verursacht eine gesteigerte Arbeitslast einen intensiveren Anstieg der Laktatkonzentration. Da in dieser Studie der Laktatgehalt nach der anspruchsvolleren Schutzdienstübung B auf dem gleichen Level wie nach der Schutzdienstübung A liegt, ist auch hier von einem Trainingseffekt der Muskulatur über den Ausbildungszeitraum auszugehen.

Über die gesamte Aufenthaltsdauer von 4 Wochen kommt es zu einem Gewichtsverlust von durchschnittlich einem Kilogramm. Da die Hunde energetisch sehr hochwertiges Futter in ausreichender Menge erhalten, könnte der Gewichtsverlust auf die hohe Aktivität und die psychische Erregungslage der Hunde zurückzuführen sein.

Die als weich eingeordnete Kotkonsistenz ist in der Quarantänestation „normal“ und macht 85 % aller eingesammelten Kotproben aus. Im Alltag eines Privathundes wird diese Konsistenz als Übergangsform zu leichtem Durchfall gewertet. Breiiger oder wässriger Kot sind als mittel- bis hochgradiger Durchfall einzustufen, besonders

wenn diese Konsistenz über mehrere Tage anhält. Das bedeutet, dass die Kotkonsistenz der Hunde in der Quarantänestation zu 85 % als Übergangsform zu leichtem Durchfall liegt. 10 % der gesammelten Kotproben der Hunde in der Quarantänestation sind als mittelgradiger bis hochgradiger Durchfall einzustufen. Die Erregungslage der untersuchten Hunde kann trotz der Gewöhnung an die neue Umgebung als relativ hoch eingestuft werden und ist somit sehr wahrscheinlich der Grund für die weiche bis wässrige Kotkonsistenz.

MUELAS ET AL. (1993) beschreiben eine Erhöhung der Dünndarmmotilität durch Stress und VAUPEL (2005) ein völliges Erliegen der Kolonaktivität durch Stress, so dass zum einen der Nahrungsbrei zu schnell durch den Dünndarm geschleust wird und zum anderen der Wasserentzug im Kolon aus dem Kot verringert ist.

5.7 Individuelle Einflüsse

5.7.1 Rasse

Im Verlauf der Untersuchung zeigten sich verschiedene Unterschiede zwischen den beiden Rassetypen Belgischer Hütehund und Deutscher Schäferhund. Während der Ruhe- und Erholungsphase der Schutzdienstübung A zeigten die Belgischen Hütehunde eine signifikant höhere Herzfrequenz als die Deutschen Schäferhunde. Da sich in der zeitgleich bestimmten Aktivität aber kein Unterschied zwischen den beiden Rassen zeigt, könnte die höhere Herzfrequenz auf einen höheren psychischen Erregungszustand der Belgischen Hütehunde zurückzuführen sein. Dieser Unterschied in der Herzfrequenz ist in der Schutzdienstübung B nicht mehr gegeben. Ein Unterschied in der Aktivität und in der Konzentration der Kortisolmetaboliten der beiden Rassen ist über die gesamten vier Wochen nachzuweisen. So liegt die Konzentration der Kortisolmetaboliten der Belgischen Hütehunde über den gesamten 4-wöchigen Quarantäneaufenthalt signifikant über der der Deutschen Schäferhunde. Auch liegt die Aktivität der Belgischen Hütehunde während des „Freilaufs“ und der „Fütterung“ in der 1. und 4. Woche und während der „Arbeitszeit“ in der 4. Woche signifikant über der der Deutschen Schäferhunde. Der Begriff Belgischer Hütehunde wird hier als Synonym für die Unterart Mallinois benutzt, da es sich vielfach um nicht reinrassige Mallinois handelt. Diese Rasse ist für ihr Temperament und ihren Arbeitswillen bekannt und reagiert auf Veränderungen in der Umwelt anscheinend intensiver als der Deutsche Schäferhund.

5.7.2 Geschlecht

In dieser Studie zeigten sich einige Unterschiede bei den untersuchten Parametern zwischen den Rüden und Hündinnen. Die Rüden erschienen grundsätzlich aktiver bzw. aufgeregter als die Hündinnen. So zeigten die Rüden während der 1. und 4. Woche beim „Freilauf“ eine signifikant höhere Aktivität als die Hündinnen. Die höhere Aktivität der Rüden während des „Freilaufs“ kann durch den Sichtkontakt der Rüden zueinander in den angrenzenden Ausläufen verursacht sein, da Rüden im Allgemeinen eher zur innerartlichen Aggression neigen als Hündinnen. Während der „Arbeitszeit“ (9.00 – 15.00 Uhr) liegt die Aktivität der Rüden in der gesamten 4. Woche wie auch in der Schutzdienstübung B signifikant über der Aktivität der Hündinnen. Dies könnte zum einen daran liegen, dass sich die Hündinnen besser an den Tagesablauf in der Quarantänestation gewöhnen und dadurch eine geringere Aktivität zeigen. Zum anderen könnten die Rüden eher dazu neigen, die verringerte Ausbildungszeit auf Grund des erreichten Ausbildungsniveaus in intensivere Bewegung im Zwinger umzusetzen.

5.8 Ausgeschiedene Hunde

Die Hunde, die aus der Ausbildung ausschieden, hatten während der Schutzdienstübung A signifikant niedrigere Herzfrequenzen während der Ruhe- und Erholungsphase. Die durchschnittliche Herzfrequenz lag in diesen Phasen bei 108 bpm und damit nahe dem Referenzbereich, der in der Literatur für mittelgroße bis große Hunde angegeben wird. Die ausgeschiedenen Hunde scheinen verglichen mit den Hunden, die die Ausbildung abgeschlossen haben, ein ruhigeres Temperament zu haben. Auch die beim Ankauf signifikant niedrigere Körpertemperatur spricht für ruhigere Tiere. Die Ankaufsuntersuchung der ausgeschiedenen Hunde zeigt bei den Erythrozyten, dem Hämoglobin und dem Hämatokrit höhere Werte. Außerdem liegen die Erythrozyten auch in der Schutzdienstübung A über den Werten der Hunde, die die Ausbildung beenden konnten. READY UND MORGAN, (1984) fanden bei einer untrainierten Gruppe von Hunden signifikant höhere Ausgangswerte für Hämoglobin, die Erythrozytenzahl und den Hämatokrit als bei einer trainierten Gruppe. Es besteht also die Möglichkeit, dass die Hunde untrainiert, d.h. ohne eine gewisse Vorausbildung in die Quarantäne kamen. Weitere Parameter, die auf einen eher untrainierteren Zustand der ausgeschiedenen Hunde hinweisen, sind die signifikant höheren Werte der Aspartat-Amino-Transferase (AST) und der Alanin-Amino-Transferase (ALT) der

ausgeschiedenen Hunde in der Schutzdienstübung A. Die AST zeigt in der Herz- und Skelettmuskulatur eine besonders hohe Aktivität. Eine Erhöhung im Blut kann daher auf eine Schädigung der Muskulatur hinweisen (KRAFT UND DÜRR, 2005). Auch die ALT kommt in geringen Mengen in der quergestreiften Muskulatur vor und zeigt bei körperlicher Anstrengung leichte Anstiege um weniger als das 2- bis 3-fache des Referenzbereiches (WILLARD UND TVEDTEN, 2006)

Die Hunde müssen alle Ausbildungsinhalte der Grundausbildung in 4 Wochen erlernen. Zusätzlich sind die einzelnen Übungseinheiten nur sehr kurz. Daher muss jeder Hund bereits in den ersten Sekunden einer Schutzdienstübung eine sehr hohe Triebelage erreichen. Zum Erlangen dieser hohen Triebelage hätten die ausgeschiedenen Hunde, aufgrund ihres ruhigeren Temperamentes und des schlechteren Trainingszustandes, eine längere Ausbildungszeit benötigt. Diese beiden Faktoren haben wahrscheinlich dazu geführt, dass diese grundsätzlich für die Schutzdienstarbeit geeigneten Hunde die hohen Anforderungen der Grundausbildung in der vorgegebenen Zeit nicht erfüllen konnten.

6 Schlussfolgerung

Die ermittelten Ergebnisse gelten für diese speziell auf Arbeitsleistung und für den Einsatz als Diensthund bei der Bundeswehr selektierten Hunde. Auf andere Sport- und Arbeitshunde sind die Daten nur bedingt zu übertragen.

Mit Hilfe der untersuchten Parametern konnte sowohl eine Belastung der Hunde durch die 3-minütige Schutzdienstübung als auch durch den 4-wöchigen Aufenthalt in der Quarantänestation nachgewiesen werden.

Die 3-minütigen Belastungsphasen der Schutzdienstübungen können als submaximale, überwiegend im anaeroben Stoffwechselbereich ablaufende physische Belastung eingestuft werden. Während der Belastungsphasen kommt es zu einer deutlichen Erhöhung der Herzfrequenz, der Körpertemperatur und zu Veränderungen der untersuchten Blutparameter. Diese Veränderungen liegen jedoch weit unter den in der Literatur angegebenen Maximalwerten. Die relativ niedrige Herzfrequenz während der Belastungsphase der Schutzdienstübungen bei gleichzeitig hoher Aktivität und der geringe Anstieg der Speichel-Kortisolkonzentration sprechen für eine sehr geringe psychische Belastung durch die Übungseinheit.

Dagegen kann die Belastung durch den 4-wöchigen Aufenthalt in der Quarantänestation als hoch eingestuft werden. Die neu angekauften Hunde kamen bereits deutlich „gestresst“ in der Quarantänestation an, was an den bei der Ankaufuntersuchung erhöhten Parametern (Körpertemperatur, rotes und weißes Blutbild, Serum-Kortisol) zu erkennen ist. Dieser hohe Stresslevel blieb dann weiterhin erhalten. So lagen die Ruhewerte der einzelnen Parameter bei den beiden Schutzdienstübungen in der 1. und 4. Woche des Aufenthaltes häufig über den in der Literatur angegebenen Referenzbereichen. Diese hohen Ausgangswerte sind wahrscheinlich durch die hohe Aktivität und die hohe Erregungslage der Hunde in den Zwingern verursacht. Der im Kot bestimmte Stressparameter Kortisolmetaboliten lag in der 1. Woche des Aufenthaltes in der Quarantänestation sehr hoch und zeigte einen Abfall über die folgenden 3 Wochen. Daraus kann geschlossen werden, dass sich die Hunde nach 1 bis 2 Wochen an die neue Umgebung gewöhnen. Diese Gewöhnung ist auch durch den Trainingseffekt der täglichen Schutzdienstübungen gegeben. So konnte bei den meisten untersuchten Parametern ein signifikanter Abfall der gemessenen Belastungs- und Erholungswerte zwischen der Schutzdienstübung in der 1. und 4. Woche nachgewiesen werden. Das Training der

Muskulatur zeigt sich in der CK- und Laktat-Konzentration. Die CK-Konzentration lag über den gesamten Verlauf der Übung B signifikant unter der CK-Konzentration der Übung A. Der Laktatanstieg lag trotz des höheren Anspruchs in Übung B auf dem gleichen Level wie die leichtere Übung A. Jedoch ist der Stresslevel der Hunde auch in der 4. Woche noch als hoch einzustufen. So liegen die Serum-Kortisolkonzentrationen während der Schutzdienstübung in der 4. Woche um das 2- bis 3-fache höher als bei Rettungshunden nach Sucharbeit (KNIES, 2005). Ein weiterer Hinweis auf den hohen Stresslevel der Hunde ist die Kotkonsistenz. Die Hunde waren klinisch gesund und litten an keinen parasitären, bakteriellen oder viralen Infektionen. Die über den gesamten Versuchszeitraum beobachtete weiche bis wässrige Kotkonsistenz der Hunde resultiert daher sehr wahrscheinlich aus der hohen Erregungslage der Hunde.

Die neue Haltungsumgebung in der Quarantänestation beeinflusste auch das Immunsystem der Hunde. So lag die Leukozytenzahl zu allen Messzeitpunkten (Ankauf, Schutzdienstübung A und Schutzdienstübung B) über dem in der Literatur angegebenen Referenzbereich und die IgG-Konzentration zeigte einen kontinuierlichen Anstieg über den 4-wöchigen Aufenthalt. Dies spiegelt die Auseinandersetzung des Immunsystems mit dem ungewohnten Keimmilieu wider.

Zudem erwiesen sich die Rasse und das Geschlecht als weitere wichtige Faktoren bei der Stressbelastung. So konnte bei den Belgischen Hütehunden und den Rüden tagsüber eine signifikant höhere Aktivität gemessen werden. Die Konzentration der Kortisolmetaboliten im Kot der Belgischen Hütehunde lag über den gesamten Versuchszeitraum über der Konzentration der Deutschen Schäferhunde. Die höhere Aktivität der Belgischen Hütehunde und die höheren Kortisolmetaboliten im Kot könnten ein Hinweis auf ein höheres „Stresslevel“ der Belgischen Hütehunde gegenüber den Deutschen Schäferhunden sein.

Betrachtet man die Gruppe der sieben ausgeschiedenen Hunde, so zeigt sich, dass diese Hunde signifikant niedrigere Ruhe- und Erholungsherzfrequenzen sowie signifikant höhere Konzentrationen der Aspartat-Amino-Transferase und der Alanin-Amino-Transferase in der Schutzdienstübung A aufwiesen. Zudem hatten die Hunde bereits bei der Ankaufsuntersuchung eine signifikant niedrigere Körpertemperatur und höhere Erythrozytenzahlen, einen höheren Hämatokrit und einen höheren Hämoglobingehalt. Es scheint, dass diese Hunde ein ruhigeres Temperament und einen schlechteren Trainingszustand als die für den Dienst geeigneten Tiere hatten.

Demnach sind Hunde mit einem ruhigeren Temperament für den Dienst bei der Bundeswehr weniger gut geeignet. Jedoch sind diese Ergebnisse aufgrund der geringen Tierzahl nur mit Vorsicht zu interpretieren.

In dieser Studie zeigte sich, dass die Belastung der Diensthunde in der Quarantänestation überwiegend durch den Aufenthalt in der neuen Umgebung verursacht wurde und die Schutzdienstübung eher als "Ventil" für die angestaute Aktivität der Hunde dient. Zudem zeigten sich Unterschiede in der Stressintensität zwischen den Belgischen Hütehunden und den Deutschen Schäferhunden sowie den Rüden und Hündinnen.

7 Zusammenfassung

Die Studie wurde an 35 Hunden der Quarantänestation der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr durchgeführt. Die Hunde wurden bei der Ankaufsuntersuchung und während der anschließenden 4-wöchigen Grundausbildung in der Quarantänestation untersucht. Bei der Ankaufsuntersuchung wurden die Körpertemperatur und das Körpergewicht gemessen, das Zahnalter der Hunde bestimmt sowie eine Blutprobe zur Bestimmung hämatologischer und klinisch-chemischer Parameter genommen. Während des 4-wöchigen Aufenthaltes in der Quarantänestation wurden täglich eine Kotproben zur Bestimmung der Kortisolmetaboliten eingesammelt, einmal wöchentlich das Gewicht bestimmt und über die gesamte 1. und 4. Woche die Bewegungsaktivität der Hunde mit Hilfe von Bewegungsmonitoren (ActiTrac, SomnoMedics®) aufgezeichnet. Zusätzlich wurden die Hunde während einer Schutzdienstübungseinheit in der 1. Woche (Übung A) und in der 4. Woche (Übung B) untersucht. Der Untersuchungsaufbau war in der Übung A und B identisch. Jede Schutzdienstübung bestand aus einer 20-minütigen Ruhephase, gefolgt von einer 3-minütigen Schutzdienstübung (= Belastungsphase) und einer anschließenden 60-minütigen Erholungsphase. Während der beiden Übungen wurde die Herzfrequenz mit Sportuhren (Polar, S610i®) und die Aktivität mit Bewegungsmonitoren (ActiTrac, SomnoMedics®) kontinuierlich aufgezeichnet. Die Körpertemperatur sowie die Speichel-Kortisolkonzentration wurde an 6 Messzeitpunkten bestimmt (T1 = vor der Ruhephase, T2 = unmittelbar vor der Belastungsphase, T3 = unmittelbar nach der Belastungsphase, T4 = nach 20 Minuten Erholung, T5 = nach 40 min Erholung, T6 = nach 60 Minuten Erholung). An drei Messzeitpunkten (T2, T3, T6) wurde eine Blutprobe genommen und folgende Parameter bestimmt: Serum-Kortisol, weißes und rotes Blutbild, Laktat, Kreatinkinase, Harnstoff, Kreatinin, Glukose, Alanin-Amino-Transferase, Aspartat-Amino-Transferase und Alkalische-Phosphatase.

Das Durchschnittsalter der untersuchten Hunde lag bei 20,5 Monaten. 15 Hunde gehörten dem Rassetypus Belgischer Hütehund, 18 dem Rassetypus Deutscher Schäferhund und 2 dem Rassetypus Rottweiler an. 23 waren Rüden und 12 Hündinnen. Sieben Hunde erwiesen sich nach 1 - 2 Wochen der Grundausbildung als ungeeignet für den Dienst bei der Bundeswehr und wurden ausgemustert. Zur Auswertung der Daten wurden die Hunde in 2 Gruppen unterteilt. In die Gruppe der erfolgreichen Hunde (n = 28) und die der ausgeschiedenen Hunde (n = 7).

Die Ruhe-Herzfrequenz (Referenzbereich: 70 - 100 bpm) in der Schutzdienstübung A und B lag bei durchschnittlich 121 bzw. 124 bpm und stieg während der 3-minütigen Belastungsphase signifikant ($p \leq 0,001$) auf durchschnittlich 154 bzw. 156 bpm an. In der Erholungsphase fiel die Herzfrequenz signifikant ab und erreichte nach 40 Minuten die Ruhe-Herzfrequenz. Die Herzfrequenz der gesamten Ruhe- und Erholungsphase der Schutzdienstübung A lag signifikant ($p \leq 0,05$) über der Herzfrequenz der Ruhe- und Erholungsphase der Schutzdienstübung B. Die Aktivität der Hunde stieg während der 3-minütigen Belastungsphase der Schutzdienstübung A auf durchschnittlich 296 mG und lag damit signifikant ($p \leq 0,001$) unter der Belastungsaktivität während der Schutzdienstübung B mit 348 mG. Die Körpertemperatur (Referenzbereich: 37,5 - 39,0°C) lag nach der Ruhephase in beiden Schutzdienstübungen bei 39,0 - 39,2°C. Nach der 3-minütigen Belastungsphase stieg die Körpertemperatur auf Werte zwischen 39,8°C und 40,1°C an und erreichte die Ruhewerte 40 Minuten nach Belastungsende. Die Körpertemperatur der Schutzdienstübung A lag über alle 6 Messzeitpunkte gesehen signifikant ($p \leq 0,001$) über den Werten der Schutzdienstübung B. Die Speichel-Kortisolkonzentration zeigte nach der 3-minütigen Belastungsphase einen signifikanten ($p \leq 0,01$) Anstieg und erreichte die höchsten Werte mit 8,9 nmol/l (Übung A) bzw. 9,3 nmol/l (Übung B) 20 – 40 Minuten nach Ende der Belastung. Die Kortisolkonzentration im Serum zeigte keine signifikante Veränderung zwischen den 3 Messzeitpunkten.

Im Verlauf der Schutzdienstübung A und B kam es bei den untersuchten Parametern des weißen und roten Blutbildes zu einem signifikanten Anstieg nach der 3-minütigen Belastungsphase und zu einem Abfall auf den Ausgangswert nach der 60-minütigen Erholungsphase. Die Muskelparameter Laktat und Kreatinkinase zeigten nach der 3-minütigen Belastungsphase in beiden Schutzdienstübungen einen signifikanten Anstieg. Die Laktatkonzentration erreichte 4,0 mmol/l (Referenzbereich: 0,2 - 2,9 mmol/l) und fiel nach 60 Minuten wieder auf den Ausgangswert. Die Kreatinkinase war nach der 60-minütigen Erholung weiter angestiegen und erreichte Werte zwischen 151,6 und 183,5 IU/l (Referenzbereich: bis 460 IU/l). Die Konzentration der Kreatinkinase lag im Verlauf der Schutzdienstübung A signifikant über der Konzentration der Schutzdienstübung B. Die Veränderungen in den Konzentrationen von Harnstoff, Kreatinin, Glukose und den Leberwerten Alanin-Amino-Transferase, Aspartat-Amino-Transferase und Alkalische Phosphatase lagen durchweg in den angegebenen Referenzbereichen der einzelnen Parameter.

Über den gesamten 4-wöchigen Aufenthalt in der Quarantänestation zeigte die IgG-Konzentration (Referenzbereich: 9,3 – 14,5 mg/ml) von der Ankaufsuntersuchung (14,5 mg/ml) über die 1. Woche (16,7 mg/ml) zur 4. Woche (18,0 mg/ml) einen kontinuierlichen Anstieg. Die Kortisolmetaboliten im Kot zeigten einen kontinuierlichen Abfall in der Konzentration von der 1. (17,6 ng/g) bis zur 4. Woche (11,1 ng/g). Das Körpergewicht fiel während der 4 Wochen um durchschnittlich 0,9 kg. Die Konsistenz der Kotproben wurde zu 4,8 % als geformt, zu 85,0 % als weich, zu 5,3 % als breiig und zu 5,0 % als wässrig eingestuft. Die Bewegungsaktivität während des „Freilaufs“ in der 1. Woche lag bei durchschnittlich 146 mG und während der „Arbeit“ bei 50 mG. Die entsprechenden Bewegungsaktivitäten in der 4. Woche lagen signifikant ($p \leq 0,05$) höher.

Als weitere Einflussfaktoren auf die untersuchten Parameter erwiesen sich das Geschlecht und die Rasse. Die Rüden hatten sowohl in der Ruhe als auch in der Erholung der Schutzdienstübung B und in der 1. und 4. Woche während des „Freilaufs“ sowie in der 4. Woche während der „Arbeit“ signifikant höhere Aktivitätswerte als die Hündinnen. Außerdem hatten die männlichen Hunde in der Schutzdienstübung A signifikant höhere Körpertemperaturen. Dagegen zeigten die Hündinnen im roten Blutbild (Erythrozyten, Hämoglobin, Hämatokrit) signifikant höhere Werte. Die Belgischen Hütehunde zeigten bei der Herzfrequenz der Ruhe und Erholung in der Schutzdienstübung A, bei der Aktivität in der 1. und 4. Woche während des Freilaufs und der Fütterung sowie in der 4. Woche während der Arbeitszeit und bei den Kortisolmetaboliten im Kot signifikant höhere Werte als die Deutschen Schäferhunde. Die 7 aus der Ausbildung ausgeschiedenen Hunde unterschieden sich durch eine signifikant ($p \leq 0,05$) niedrigere Ruhe- und Erholungsherzfrequenz in der Schutzdienstübung A, eine signifikant ($p \leq 0,01$) niedrigere Körpertemperatur zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung und eine signifikant ($p \leq 0,01$) höhere Erythrozytenzahl, Hämoglobinkonzentration und einen höheren Hämatokritwert während der Schutzdienstübung A.

In dieser Studie konnte eine deutliche Belastung der Hunde durch den 4-wöchigen Quarantäneaufenthalt und in der Ausbildung im Schutzdienst festgestellt werden. Die Hauptbelastung konnte mit Hilfe der untersuchten Parameter auf den Zwingeraufenthalt in fremder Umgebung zurückgeführt werden. Die täglichen Schutzdienstübungen erwiesen sich als submaximale Belastung, die eher als „Ventil“ für die angestaute Energie der Hunde wirkten.

8 Summary

Strain on purchased service dogs due to housing and basic training for protection work

The study was conducted on 35 dogs of the quarantine ward of the German Armed Forces School of Dog Handling, Germany. The dogs were examined both during purchase examination and during the ensuing 4 weeks of basic training at the quarantine ward. The purchase examination involved measuring body temperature and body weight, determination of the dental age of the dogs, and taking a blood sample in order to determine hematological and clinical-chemical parameters. During the 4-week stay at the quarantine ward a stool sample was taken every day to determine the cortisol metabolites; weight was determined on a weekly basis, and throughout the entire first and fourth week the motion activity of the dogs was recorded using motion monitors (ActiTrac, SomnoMedics®). In addition, the dogs were examined during a protection exercise unit in week 1 (exercise A) and in week 4 (exercise B). The experimental setup was the same for exercises A and B. Each protection exercise unit consisted of a resting phase of 20 minutes, followed by a 3-minute protection exercise (= strain phase) and an ensuing 60-minute recovery phase. During the two exercises there was continuous recording of the heart rate using sports watches (Polar, S610i®) and of the activity using motion monitors (ActiTrac, SomnoMedics®). The body temperature and the cortisol concentration in the saliva were determined at 6 measuring points (T1 = prior to the resting phase, T2 = immediately prior to the strain phase, T3 = immediately after the strain phase, T4 = after 20 minutes of recovery, T5 = after 40 minutes of recovery, T6 = after 60 minutes of recovery). At 3 measuring points (T2, T3, T6) a blood sample was taken to determine the following parameters: serum cortisol, white and red blood cell count, lactate, creatine kinase, urea, creatinine, glucose, alanine amino transferase, aspartate amino transferase and alkaline phosphatase.

The average age of the examined dogs was 20.5 months. 15 dogs were of the Belgian Shepherd dog breed type, 18 of the German Shepherd and 2 of the Rottweiler dog breed type. There were 23 male and 12 female dogs. Seven dogs were rejected as unsuitable for service with the German Armed Forces after 1-2 weeks of basic training. For evaluation of the data the dogs were divided into two groups: the group of successful dogs (n = 28) and the group of rejected dogs (n = 7).

The resting heart rate (reference range: 70 – 100 bpm) during protection exercises A and B averaged 121 and 124 bpm, respectively, and increased significantly ($p \leq 0.001$) to an average 154 and 156 bpm, respectively, during the 3-minute strain phase. During the recovery phase the heart rate decreased significantly, reaching the levels of the resting heart rate after 40 minutes. The heart rate during the entire resting and recovery phase of protection exercise A was significantly ($p \leq 0.05$) higher than the heart rate during the resting and recovery phase of protection exercise B.

During the 3-minute strain phase the dogs' activity during protection exercise A increased to an average 296 mG and was thus significantly ($p \leq 0.001$) lower than the strain activity of 348 mG measured during protection exercise B. The body temperature (reference range: 37.5 – 39.0°C) after the resting phase was 39.0 - 39.2°C in both protection exercises. After the 3-minute strain phase the body temperature increased to values between 39.8°C and 40.1°C, returning to resting levels 40 minutes after the end of strain. The body temperature during protection exercise A was significantly ($p \leq 0.001$) higher than the values in protection exercise B throughout all 6 measuring points. The cortisol concentration in the saliva increased significantly ($p \leq 0.01$) after the 3-minute strain phase, reaching the highest values with 8.9 nmol/l (exercise A) and 9.3 nmol/l (exercise B) 20 - 40 minutes after the end of strain. There was no significant change in the serum cortisol concentration between the 3 measuring points.

During the course of protection exercises A and B there was a significant increase in the investigated parameters of the white and red blood cell count following the 3-minute strain phase, which decreased to the original values after the 60-minute recovery phase. The muscle parameters of lactate and creatine kinase were significantly higher after the 3-minute strain phase in both protection exercises. The lactate concentration reached 4.0 mmol/l (reference range: 0.2 – 2.9 mmol/l) and returned back to its original value after 60 minutes. The creatine kinase had further increased after the 60-minute recovery phase, reaching levels between 151.6 and 183.5 IU/l (reference range: up to 460 IU/l). The creatine kinase concentration during the course of protection exercise A was significantly higher than the concentration during protection exercise B. The changes in the concentrations of urea, creatinine, glucose and the liver enzyme values of alanine amino transferase, aspartate amino transferase and alkaline phosphatase were consistently within the stated reference ranges of the individual parameters.

Throughout the entire 4-week stay at the quarantine ward the IgG concentration (reference range: 9.3 - 14.5 g/l) from the purchase examination (14.5 mg/ml) to week 1 (16.7 mg/ml) and up to week 4 (18.0 mg/ml) was marked by a continuous increase. The concentration of cortisol metabolites in the stool was marked by a continuous decrease from week 1 (17.6 ng/g) to week 4 (11.1 ng/g). The body weight decreased by an average 0.9 kg during the 4 weeks. 4.8 % of the stool samples had a formed consistency, 85.0 % were rated as soft, 5.3 % as mushy and 5.0 % as watery. The motion activity in week 1 averaged 146 mG during free run and 50 mG during working time. The corresponding motion activity values during week 4 were significantly ($p \leq 0.05$) higher.

Further factors influencing the investigated parameters turned out to be gender and breed. Activity values in the male dogs were significantly higher than in the female dogs both during rest and during recovery in protection exercise B as well as in week 1 and 4 during free run and in week 4 during working time. In addition, the body temperatures of the male dogs were significantly higher during protection exercise A. On the other hand, the female dogs exhibited significantly higher values in their red cell count (erythrocytes, hemoglobin, hematocrit). The Belgian Shepherd dogs exhibited significantly higher values than the German Shepherd dogs for the heart rate during rest and recovery in protection exercise A, during activity in weeks 1 and 4 during free run and feeding, and in week 4 during working time and in the cortisol metabolites in the stool. The seven dogs rejected during training differed by a significantly ($p \leq 0.05$) lower heart rate during rest and recovery in protection exercise A, a significantly ($p \leq 0.01$) lower body temperature at the time of the purchase examination, a significantly ($p \leq 0.01$) higher red cell count and hemoglobin concentration, and a higher hematocrit during protection exercise A.

This study yielded a considerable strain on the dogs by the 4-week stay in the quarantine ward and the training for protection work. By means of the parameters investigated the main strain was found to be attributable to housing in a kennel in an unfamiliar environment. The daily protection exercises turned out to constitute a submaximal strain which rather served as a “release valve” for the dogs’ pent-up energy.

9 Literaturverzeichnis

Baker MA (1984). Thermoregulatory responses to exercise in dehydrated dogs. *J Appl Physiol* 56(1-3):635-640.

Becker MJ, Helland D, Becker DN (1976). Serum cortisol (hydrocortisone) values in normal dogs as determined by radioimmunoassay. *Am J Vet res* 37:1101-1102.

Beerda B, Schilder MB, Bernadina W, Van Hooff JA, De Vries HW, Mol JA (1999). Chronic stress in dogs subjected to social and spatial restriction: II. Hormonal and immunological responses. *Physiol Behav* 66(2):243-254.

Beerda B, Schilder MB, Janssen NS, Mol JA (1996). The use of saliva cortisol, urinary cortisol, and catecholamine measurements for a noninvasive assessment of stress responses in dogs. *Horm Behav* 30(3):272-279.

Beerda B, Schilder MB, Van Hoof JA, de Vries HW (1997). Manifestations of chronic and acute stress in dogs. *Appl Anim Beh Sci* 52:307-319.

Beerda B, Schilder MB, Van Hooff JA, De Vries HW, Mol JA (1998). Behavioural, saliva cortisol and heart rate responses to different types of stimuli in dogs. *Appl Anim Beh Sci* 58:365-381.

Bergeron R, Scott SL, Emond JP, Mercier F, Cook NJ, Schaefer AL (2002). Physiology and behaviour of dogs during air transport. *Can J Vet Res* 66(3):211-216.

Bjotvedt G, Weems CW, Foley K (1984). Strenuous exercise may cause health hazards for racing Greyhounds. *Vet Med: Small Anim Clin* 79:1481-1487.

Bolter CP, Critz JB (1974). Changes in plasma enzyme activity elicited by running exercise in the dog. *Proc Soci Exp Biol Med* 145:1359–1362.

Boutellier U, Ulmer H-V (2005). Arbeits- und Sportphysiologie. In: Schmidt RF, Lang, Thews G (Hrsg.). *Physiologie des Menschen*. 29. Auflage. Springer Verlag. ISBN 3-540-21882-3

Burr JR, Reinhart GA, Swenson RA, Swaim SF, Vaughn DM, Bradley DM (1997). Serum biochemical values in sled dogs before and after competing in long-distance race. *JAVMA* 211(2):175-179.

Chanoit GP, Concordet D, Lefebvre HP, Orcel K, Braun J-P (2002). Exercise does not induce major changes in plasma muscle enzymes, creatinine, glucose and total proteins concentration in untrained Beagle Dogs. *J Vet Med* 49(A):222-224.

Clark JD, Rager DR, Crowell-Davis S, Evans DL (1997). Housing and exercise of dogs: effects on behaviour, immune function, and cortisol concentration. *Lab Anim Sci* 47(5):500 – 510.

Cronin GM, Hemsworth PH, Barnett JL, Jongman EC, Newman EA, McCauley I (2003). An anti-barking muzzle for dogs and its short-term effects on behaviour and saliva cortisol concentrations. *Appl Anim Behav Sci* 83:215-226.

Csoti I, Werner M, Fornadi F (2001). ActiTrac - activity monitoring in parkinson patients. *Neurol Rehabil* 7(3):139-141.

De Villiers MS, Van Jaarsveld AS, Meltzer DG, Richardson PR (1997). Social dynamics and cortisol response to immobilization stress of the african wild dog, *lycaon pictus*. *Horm Behav* 31:3-14.

Dobson GP, Parkhouse WS, Weber J-M, Sturrard E, Harman J, Snow DH, Hochachka PW (1988). Metabolic changes in skeletal muscle and blood of greyhounds during 800-m track sprint. *Am J Physiol* 255:R513-R519.

Döcke F (1994). In: *Veterinärmedizinische Endokrinologie*. 3.Auflage Gustav Springer Verlag. ISBN 3-334-60432-2

Doxey S, Boswood A (2004). Differences between breeds of dog in a measure of heart rate variability. *Vet Rec* 154:713-717.

Eckert J, Friedhoff KT, Zahner H, Deplazes P (2005). *Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin*. Enke Verlag Stuttgart. ISBN 3-8304-1032-8

- Eckert R (2002).** Tierphysiologie. 4. Auflage. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York. ISBN 3-13-664004-7
- Engeland, WC, Miller P, Gann DS (1990).** Pituitary-adrenal adrenomedullary responses to noise in awake dogs. Am J Physiol 258(3):R672-R677.
- Galosy RA, Clarke LK, Mitchell JH (1979).** Cardiac changes during behavioural stress in dogs. Am J Physiol 236(5):H750-H780.
- Gassmann M, Lutz TA (2005).** Blut. In: von Engelhardt W und Breves G (Hrsg.). Physiologie der Haustiere. 2. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 193-207. ISBN 3-8304-1039-5
- Gazit I, Terkel, J (2002).** Explosives detection by sniffer dogs following strenuous physical activity. Appl Anim Beh Sci 81:149-161.
- Göbel T, Kaspers B (2005).** Immunabwehr und Blutgruppen. In: von Engelhardt W und Breves G (Hrsg.). Physiologie der Haustiere. 2. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 213-229. ISBN 3-8304-1039-5
- Gorny SW, Allen RP, Krausman DT, Cammarata J, Earley CJ (1997).** A parametric and sleep hysteresis approach to assessing sleep and wake from wrist activity meter with enhanced frequency range. 11th Annual Meeting of the Associated Professional Sleep Societies, San Francisco
- Grignolo A, Koepke JP, Obrist PA (1982).** Renal function, heart rate, and blood pressure during exercise and avoidance in dogs. Am J Physiol 242(5):R482-R490.
- Harmeyer J (2005).** Herz. In: von Engelhardt W und Breves G (Hrsg.). Physiologie der Haustier. 2. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 137-168. ISBN 3-8304-1039-5
- Haubenhofer D, Möstl E, Kirchengast S (2005).** Cortisol concentrations in saliva of humans and their dogs during intensive training courses in animal-assisted therapy. Vet Med Austria/ Wien Tierärztl Mschr 92: 66-73.

Heffron JJA, Bomzon L, Pattinson RA (1976). Observations on plasma creatine phosphokinase activity in dogs. *Vet Rec* 24:338–339.

Hennessy MB, Davis HN, Williams MT, Mellott C, Douglas CW (1997). Plasma Cortisol Levels of Dogs at a County Animal Shelter. *Physiol and Behav* 62(3):485-490.

Hennessy MB, Williams MT, Miller DD, Douglas CW, Voith VL (1998). Influence of male and female patterns on plasma cortisol and behaviour: can human interaction reduce the stress in a public animal shelter? *Appl Anim Beh Sci* 61:63-77.

Hinchcliff KW (1996). Performance failure in Alaskan sled dogs: biochemical correlates. *Res Vet Sci* 61:271-272.

Hinchcliff KW, Olson J, Crusberg C, Kenyon J, Long R, Royle W, Weber W, Burr J (1993). Serum biochemical changes in dogs competing in a long-distance sled race. *JAVMA* 202(3):401–405.

Hinchcliff KW, Shaw LC, Vukich NS, Schmidt KE (1998). Effect of distance travelled and speed of racing on body weight and serum enzyme activity of sled dogs competing in a long-distance race. *JAVMA* 213(5):639-644.

HogenEsch H, Thompson S, Dunham A, Ceddia M, Hayek M (2004). Effect of age on immune parameters and immune response of dogs to vaccines: a cross-sectional study. *Vet Immuno Immunopathol* 97:77-85.

Ilkiw JE, Davis PE, Church DB (1989). Hematologic, biochemical, blood-gas and acid-base values in greyhounds before and after exercise. *Am J Vet Res* 50:583-586.

Jessen C (2005). Wärmebilanz und Temperaturregulation. In: Engelhardt W, Breves G (Hrsg.). *Physiologie der Haustiere*, 2. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 446-460. ISBN 3-8304-1039-5

Johnston SD, Mather EC (1978). Canine plasma cortisol (Hydrocortisone) measured by radioimmunoassay: clinical absence of diurnal variation and results of ACTH stimulation and dexamethasone suppression tests. *Am J Vet Res* 39(11):1766-1770.

Kaspers B, Göbel T (2005). Hämostase. In: von Engelhardt W und Breves G (Hrsg.). *Physiologie der Haustiere*. 2. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 207-212. ISBN 3-8304-1039-5

Keller P (1981). Enzyme Activities in the dog: Tissue Analyses, Plasma Values and Intracellular Distribution. *Am J Vet Res* 42(4):575-582.

Kemppainen RJ, Sartin JL (1984). Evidence for episodic but not circadian activity in plasma concentrations of adrenocorticotropin, cortisol and thyroxine in dogs. *J Endocr* 103:219-226.

Kirschbaum C, Hellhammer DH (1989). Salivary cortisol in psychobiological research: an overview. *Neuropsychobiol* 22:150-169.

Knies K (2005). Untersuchungen zu Histaminkonzentration im Plasma als Stressindikator bei Hunden. Ludwig-Maximilian-Universität, München, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation.

Köhler F (2004). Vergleichende Untersuchungen zur Belastung von Lawinen- und Rettungshunden bei der Lauf- und der Sucharbeit. Ludwig-Maximilians-Universität, München, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation.

Kolb E, Seehawer J (2002). Die Leistungsfähigkeit des Rennhundes und der Einfluss der Anwendung von Vitaminen (Übersichtsreferat). *Tierärztl Umsch* 57:317-325.

Kolevska J, Brunclik V, Svoboda M (2003). Circadian rhythm of cortisol secretion in dogs of different daily activities. *Acta vet BRNO* 72(4):599-605.

Koolmann J, Röhm KH (1998). Taschenatlas der Biochemie. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York. 2. Auflage. ISBN 3-13-759402-2

Kozlowski S, Brzezinska Z, Kruk B, Kaciuba-Uscilko H, Greenleaf JE, Nazar K (1985). Exercise hyperthermia as a factor limiting physical performance: temperature effect on muscle metabolism. *J Appl Physiol* 59(1-3):766-773.

Kozlowski S, Turlejska E, Greenleaf JE, Nazar K (1981). Extracellular hyperosmolality and body temperature during physical exercise in dogs. *Am J Physiol* 239(1):R180-R183.

Kraft W, Dürr UM (2005). *Klinische Labordiagnostik*. 6.Auflage. Schattauer Verlag. ISBN 3-7945-2308-3

Kruk G, Kaciuba-Uscilko H, Nazar K, Greenleaf JE, Kozlowski S (1985). Hypothalamic, rectal, and muscle temperatures in exercising dogs: effect of cooling. *J Appl Physiol* 58(4-6):1444-1448.

Kuhn G, Lichtwald K, Hardegg W, Abel HH (1990). Reaktionen von Corticoiden, Enzymaktivitäten und hämatologischen Parametern auf Transportstress bei Hunden. *J Exp Anim Sci* 34:99-104.

Lang F, Verrey F (2005) Hormone. In: Schmidt RF, Lang, Thews G (Hrsg.). *Physiologie des Menschen*. 29. Auflage. Springer Verlag. ISBN 3-540-21882-3

Lassen ED, Craig AM, Blythe LL (1986). Effects of racing on hematologic and serum biochemical values in greyhounds. *JAVMA* 188(11):1299-1303.

Mackintosh IC, Dormehl IC, Van Gelder AL, Du Plessis M (1983). Blood volume, heart rate, and left ventricular ejection fraction changes in dogs before and after exercise during endurance training. *Am J Vet Res* 44 (10):1960-1962.

Matwichuk CL, Taylor SM, Shmon CL, Kass PH, Shelton GD (1999). Changes in rectal temperature and hematologic, biochemical, blood gas, and acid-base values in healthy Labrador Retrievers before and after strenuous exercise. *Am J Vet Res* 60(1):88-92.

Miyazaki H, Yoshida M, Samura K, Matsumoto H, Ikemoto F, Tagawa M (2002). Ranges of diurnal variation and the pattern of body temperature, blood pressure and heart rate in laboratory beagle dogs. *Exp Anim* 51(1):95-98.

Mohr, E. (2005). Biologische Rhythmen. In: von Engelhardt W und Breves G (Hrsg.). *Physiologie der Haustier*. 2. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 639-643. ISBN 3-8304-1039-5

Möstl E, Palme R (2002). Hormones as indicators of stress. *Domestic Animal Endocrinology* 23:67-74.

Möstl, E. (2005). Spezielle Endokrinologie. In: von Engelhardt W und Breves G (Hrsg.). *Physiologie der Haustier*. 2. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 477-493. ISBN 3-8304-1039-5

Muelas MS, Ramirez P, Parrilla P, Ruiz JM, Perez JM, Candel MF, Aguilar J, Carrasco L (1993). Vagal system involvement in changes in small bowel motility during restraint stress: an experimental study in the dog. *Br J Surg* 80:479-483.

Müller, E. (2005). Klinisch-chemische Parameter beim Hund. *Kleintierpraxis* 50(12): 785-788.

Murase T, Inaba M, Maede Y (1988). Measurement of serum glucocorticoids by high performance liquid chromatography and circadian rhythm patterns of the cortisol value in normal dogs. *Jpn J Vet Sci* 50(5):1133-1135.

Musch TI, Haudet GC, Ordway GA, Longhurst JC, Mitchell JH (1985). Arterial blood gases and acid-base status of dogs during graded dynamic exercise. *J Appl Physiol* 61:1914-1919.

Niepage H (1978). Das Blutbild beim Hund unter kurzfristig wechselnden physiologischen Bedingungen. *Zbl Vet Med* 25:520-540.

Palazzolo D, Quadri SK (1987a). The effects of aging on the circadian rhythm of serum cortisol in the dog. *Exp Gerontol* 22:379-387.

Palazzolo D, Quadri SK (1987b). Plasma thyroxine and cortisol under basal conditions and during cold stress in the aging dog. *Proc Soc Exp Biol Med* 185:305-311.

Palme R, Fischer P, Schildorfer H, Ismail MN (1996). Excretion of infused ¹⁴C-steroid hormones via faeces and urine in domestic livestock. *Anim Reprod Sci* 43:43-63.

Palme R, Möstl E (1997). Measurement of cortisol metabolites in faeces of sheep as a parameter of cortisol concentration in blood. *Int J Mammal Biol* 62, Suppl 2: 192-197.

Phillips CJ, Coppinger RP, Schimel DS (1981). Hyperthermia in running sled dogs. *J Appl Physiol: Resp Environ Exercise Physiol* 51:135-142.

Prelaud P, Rosenberg D, de Fornel P (2005). Endokrinologische Diagnostik in der Kleintierpraxis. 1. Auflage. Schlütersche. ISBN 3-89993-014-2

Pschyrembel W (Begr.) (1993). Pschyrembel Medizinisches Wörterbuch. Sonderausgabe Pschyrembel Klinisches Wörterbuch. 257. Auflage. de Gruyter. Berlin ISBN 3-933203-04-X

Querengaesser A, Iben C, Leibetseder J (1994). Blood changes during training and racing in sled dogs. *J Nutr* 124: 2760S-2764S.

Ready AE, Morgan G (1984). The physiological Response of siberian husky dogs to exercise: effect of interval training. *Can Vet J* 25: 86-91.

Refinetti R, Piccone G (2003). Daily rhythmicity of body temperature in the dog. *J Vet Med Sci* 65(8):935-937.

Rose RJ, Bloomberg MS (1989). Responses to sprint exercise in the greyhound: effects on haematology, serum biochemistry and muscle metabolites. *Res Vet Sci* 47:212-218.

Ruis MA, Brake JH, Engel ED, Buist WG, Blokhuis HJ, Koolhaas JM (1997). The circadian rhythm of salivary cortisol in growing pigs: effect of age, gender, and stress. *Physiol Behav* 62(3):623-630.

Sallmann H-P Fuhrmann H (2005). Physiologische Aspekte der Leberfunktion. In: von Engelhardt W und Breves G (Hrsg.). *Physiologie der Haustier*. 2. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 423-434. ISBN 3-8304-1039-5

Sanders M, White F, Bloor C (1977). Cardiovascular responses of dogs and pigs exposed to a similar physiological stress. *Comp Biochem Physiol* 58A:365-370.

Sanders MT und Bloor CM (1975). Effects of endurance exercise on serum enzyme activities in the dog, pig and man. *Proc Society exp Bio and Med* 148:823-828.

Saris WHM, Brinkhorst RA (1977). The use of pedometer and actometer in studying daily physical activity in man. Part II: validity of pedometer and actometer measuring the daily physical activity. *Europ J Appl Physiol* 37:229-235.

Schatz S, Palme R (2001). Measurement of faecal cortisol metabolites in cats and dogs: a non-invasive method for evaluating adrenocortical function. *Vet Res Communic* 25:271-287.

Schilder MBH (1992). Stress and welfare and its parameters in dogs. *Tijd Dierge* 117 (Suppl.1):53S-54S.

Schoberwalter A (2003). Auf dem Feld der Ehre. In *Wuff - Das Hundemagazin* 09/03:26-28.

Schwartz-Porsche J, Weiss J, Hollihn U (1976). Kortisolkonzentration im peripheren Blut und renale Kortisolausscheidung bei gesunden und NNR-insuffizienten Hunden vor und nach ACTH-Applikation. *Zentralblatt für Veterinärmedizin* 23 (A)

Schwarzenberger F, Möstl E, Palme R, Bamberg E (1996). Faecal steroid analysis for non-invasive monitoring of reproductive status in farm, wild and zoo animals. *Anim Reprod Sci* 42:515-526.

- Silbernagel S, Despopulus A (2003).** Taschenatlas der Physiologie. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York. 4.Auflage. ISBN 3-13-567704-4
- Snow DH, Harris RC, Stuttard E (1988).** Changes in haematology and plasma biochemistry during maximal exercise in greyhounds. *Veterinary Record* 123:487-489.
- Spörri H (1987).** In: Scheunert A, Trautmann A (Hrsg.). *Lehrbuch der Veterinärphysiologie*, 7. Auflage. Paul Paray Verlag, Berlin, Hamburg:217-218.
- Stangassinger M (2005).** Stoffwechselregulation. In: von Engelhardt W und Breves G (Hrsg.). *Physiologie der Haustier*. 2. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 588-598. ISBN 3-8304-1039-5
- Steiss J, Ahmad HA, Cooper P, Ledford C (2004).** Physiologic responses in healthy labrador retrievers during field trial training and competition. *J Vet Int Med* 18(2):147-151.
- Stevens TM, Kupst NJ, Suran BG, Schulman JL (1978).** Activity level: a comparison between actometer scores and observer ratings. *J Abn Child Psychol* 6(2):163-173.
- Strasser A, Hochleithner M, Bubna-Littitz H (1993).** Stress in dogs used for searching for drugs. *Wien Tierärztl Mschr* 80(11):352-355.
- Szentkuti, L. (2005).** Skelettmuskulatur. In: von Engelhardt W und Breves G (Hrsg.). *Physiologie der Haustier*. 2. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 112-127. ISBN 3-8304-1039-5
- Van Citters RL, Franklin DL (1969).** Cardiovascular performance of alaska sled dog during exercise. *Circ Res* 24:33-42.
- Vaupel P (2005).** Funktion des Magen-Darm-Kanals. In: Schmidt RF, Lang Thews G (Hrsg.) *Physiologie des Menschen*. 29.Auflage. Springer Verlag. 806-864 ISBN 3-540-21882-3

Vincent IC, Leahy RA (1997). Real-time non-invasive measurement of heart rate in working dogs: a technique with potential applications in the objective assessment of welfare problems. *Vet J* 153(2):179-183.

Vincent IC, Mitchell AR (1992). Comparison of cortisol in saliva and plasma of dogs. *Res Vet Sci* 53:342-345.

Vincent IC, Mitchell AR, Leahy RA (1993). Non-invasive measurement of arterial blood pressure in dogs: a potential indicator for the identification of stress. *Res Vet Sc* 54: 195-201.

Vining RF, Mc Ginley RA (1987). The Measurement of hormones in saliva: Possibilities and pitfalls. *J Steroid Biochem* 27(1-3):81-94.

Vining RF, Mc Ginley RA, Maksvytis JJ, Ho KY (1983). Salivary cortisol: a better measure of adrenal cortical function than serum cortisol. *Ann Clin Biochem* 20:329-335.

Voigt K (2003). Endokrines System. In: Klinke R und Silbernagel S (Hrsg). *Lehrbuch der Physiologie*, 4. Auflage. Thieme Verlag, Stuttgart,443-492. ISBN 3-13-796004-5

von Engelhardt W (2005). Arbeitsphysiologie unter besonderer Berücksichtigung des Pferdeleistungssports. In: von Engelhardt W und Breves G (Hrsg.). *Physiologie der Haustier*. 2. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 461-468. ISBN 3-8304-1039-5

Wagner JA, Horvath SM, Dahms TE (1977). Cardiovascular, respiratory, and metabolic adjustments to exercise in dogs. *J Appl Physiol* 42:403-407.

Weiss J, Opitz M (1976). Nebennierenrindenfunktionsprüfungen mit Hilfe der Corticoidbestimmung im peripheren Blut bei klinisch gesunden Hunden. *Berl Münch Tierärztl Wschr* 89:456-462.

Weiß M (2003). Wirkung von *Enterococcus faecium* auf den Organismus neonataler Hundewelpen. Ludwig-Maximilians-Universität, München, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation.

Willard M, Tvedten H (2006). Labordiagnostik in der Kleintierpraxis. Urban & Fischer bei Elsevier. ISBN 3-437-57080-3

Wust C (2005). Einfluss der Höhenlage und Geländebeschaffenheit auf die leistungsphysiologischen Parameter von alpinen Rettungshunden. Ludwig-Maximilians-Universität, München, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation.

Wyatt HL, Mithcell JH (1974). Influence of physical training on the heart of dogs. Circ Res 35(6):883-889.

Young DR, Mosher R, Erve P, Spector H (1959). Body temperature and heat exchange during treadmill running in dogs. J Appl Physiol 14:839-943.

10 Tabellarischer Anhang

Tabelle 22: Die nachfolgenden Tabellen geben die Anzahl der Hunde (n), den Mittelwert (M), die Standardabweichung (SD) sowie das Minimum und Maximum der untersuchten Parameter zum Zeitpunkt der Probenahmen (T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung, T6 = nach 60 Minuten Erholung) während der Schutzdienstübung A und B und zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung (T0) an.

RBC x 10 ¹² /l	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	27	7,0	0,6	5,7	8,0
T2	28	7,0	0,6	5,8	8,1
T3	27	7,3	0,6	6,0	8,5
T6	28	6,7	0,6	5,3	7,7
RBC x 10 ¹² /l	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	27	7,0	0,6	5,7	8,0
T2	28	6,9	0,5	5,9	8,0
T3	28	7,2	0,5	6,5	8,4
T6	28	6,6	0,5	5,8	7,7

HCT %	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	27	45,3	3,9	36,2	50,4
T2	28	45,3	3,9	37,1	53,2
T3	27	47,2	3,7	39,5	54,0
T6	28	43,5	3,9	34,9	50,2
HCT %	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	27	45,3	3,9	36,2	50,4
T2	28	44,6	3,3	37,0	52,1
T3	28	47,0	3,0	41,6	53,7
T6	28	42,9	3,0	37,0	50,7

Hb g/dl	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	17,9	1,7	13,9	20,7
T2	28	17,9	1,8	14,7	21,3
T3	27	18,2	2,4	10,1	22,4
T6	28	17,2	1,8	13,0	19,7
Hb g/dl	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	17,9	1,7	13,9	20,7
T2	28	17,6	1,5	15,3	21,9
T3	28	18,5	1,4	16,5	22,2
T6	28	16,5	1,5	10,7	19,0

WBC x 10 ⁹ /l	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	12,3	3,2	6,2	20,1
T2	28	13,5	3,6	6,5	20,8
T3	26	14,5	4,1	6,4	22,8
T6	28	14,0	3,7	7,0	22,3
WBC x 10 ⁹ /l	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	12,3	3,2	6,2	20,1
T2	28	12,4	3,3	7,8	19,6
T3	28	13,3	3,5	8,7	20,6
T6	28	12,7	3,3	8,2	21,0

GRA x 10 ⁹ /l	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	9,8	3,0	4,4	16,4
T2	28	11,1	3,1	4,6	16,9
T3	27	11,2	3,5	3,2	17,4
T6	28	11,1	3,1	4,8	17,6
GRA x 10 ⁹ /l	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	9,8	3,0	4,4	16,4
T2	28	9,9	3,0	5,6	18,1
T3	28	10,3	3,3	5,7	19,0
T6	28	9,7	3,6	0,4	19,6

PLT x 10 ⁹ /l	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	316,5	120,2	105,0	603,0
T2	28	314,5	97,1	171,0	609,0
T3	27	332,6	83,1	195,0	486,0
T6	28	300,0	91,4	172,0	576,0
PLT x 10 ⁹ /l	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	316,5	120,2	105,0	603,0
T2	28	354,2	88,3	208,0	575,0
T3	28	383,4	92,9	230,0	623,0
T6	28	347,1	86,9	195,0	580,0

LYM x 10 ⁹ /l	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	1,8	0,4	1,0	2,4
T2	28	1,8	0,4	1,0	2,8
T3	27	2,2	0,7	1,2	4,0
T6	28	2,0	0,7	1,0	3,7
LYM x 10 ⁹ /l	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	1,8	0,4	1,0	2,4
T2	28	1,9	0,6	0,9	3,0
T3	28	2,2	0,7	1,1	3,5
T6	28	1,9	0,5	0,9	2,7

MO x 10 ⁹ /l	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	0,7	0,2	0,2	1,3
T2	28	0,7	0,3	0,3	1,4
T3	27	0,9	0,4	0,4	2,1
T6	28	0,9	0,4	0,4	1,9
MO x 10 ⁹ /l	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	0,7	0,2	0,2	1,3
T2	28	0,7	0,3	0,3	1,3
T3	28	0,8	0,3	0,4	1,6
T6	27	0,8	0,2	0,4	1,4

Crea $\mu\text{mol/l}$	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	74,6	15,3	51,0	110,5
T2	28	84,4	34,5	45,0	236,9
T3	27	86,1	15,9	56,1	123,8
T6	28	83,4	15,4	51,0	118,5
Crea $\mu\text{mol/l}$	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	74,6	15,3	51,0	110,5
T2	28	86,7	19,5	47,8	127,3
T3	28	87,5	17,4	50,1	121,1
T6	28	83,6	17,9	46,5	114,0

HST mmol/l	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	6,0	1,5	3,2	9,7
T2	27	6,9	2,1	3,5	12,8
T3	28	6,8	2,0	3,3	10,7
T6	28	7,1	2,0	3,5	12,0
HST mmol/l	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	6,0	1,5	3,2	9,7
T2	26	7,7	2,2	4,3	12,5
T3	26	7,9	2,2	4,3	12,5
T6	26	8,0	2,3	4,0	12,7

Laktat mmol/l	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	26	1,9	1,1	0,9	5,4
T2	28	1,7	0,7	0,8	3,9
T3	28	3,9	1,9	1,1	9,9
T6	26	1,5	0,5	0,8	2,9
Laktat mmol/l	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	26	1,9	1,1	0,9	5,4
T2	28	1,5	0,6	0,8	3,6
T3	28	4,0	1,7	1,5	7,2
T6	27	1,3	0,4	0,8	2,0

CK IU/l	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	136,4	121,7	46,1	540,0
T2	28	154,5	121,4	35,3	538,0
T3	28	179,9	137,9	65,7	665,0
T6	28	183,5	131,5	33,5	604,0
CK IU/l	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	136,4	121,7	46,1	540,0
T2	28	134,8	73,2	44,0	364,0
T3	28	145,4	82,2	50,8	459,0
T6	28	151,6	85,5	53,7	431,0

IgG mg/ml	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	14,52	4,75	8,05	22,98
T2	28	16,67	4,59	7,13	29,32
T3	28	16,76	4,01	8,20	24,68
T6	28	16,77	4,04	10,48	25,24
IgG mg/ml	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	14,52	4,75	8,05	22,98
T2	28	17,96	3,35	12,87	26,28
T3	28	18,47	4,85	11,50	30,38
T6	28	17,33	3,69	11,07	27,15

Serumkortisol (nmol/l)	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	113,7	103,5	15,5	519,8
T2	28	117,3	87,7	32,7	433,2
T3	28	115,8	72,9	30,2	323,3
T6	28	100,3	66,4	51,2	401,6
Serumkortisol (nmol/l)	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	28	113,7	103,5	15,5	519,8
T2	28	44,2	42,3	14,8	213,5
T3	28	41,6	39,0	13,3	202,7
T6	28	41,2	44,1	12,9	232,6

Tabelle 23: Die nachfolgenden Tabellen geben die Anzahl der Hunde (n), den Mittelwert (M), die Standardabweichung (SD) sowie das Minimum (Min) und Maximum (Max) der untersuchten Parameter zum Zeitpunkt der Probenahmen (T1 = Startzeitpunkt, T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung, T4 = nach 20 Minuten Erholung, T5 = nach 40 Minuten Erholung, T6 = nach 60 Minuten Erholung) während der Schutzdienstübung A und B an.

Speichelkortisol (nmol/l)	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T1	27	6,3	2,4	2,6	12,4
T2	28	6,7	3,2	2,3	14,4
T3	27	7,7	5,0	2,4	26,1
T4	27	8,9	3,9	3,1	18,5
T5	28	7,6	3,6	2,2	20,0
T6	28	8,3	6,0	1,7	22,8
Speichelkortisol (nmol/l)	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T1	27	7,3	3,2	3,5	18,1
T2	27	6,1	3,7	2,8	21,7
T3	27	6,9	4,0	2,2	19,7
T4	27	8,0	3,7	2,9	16,6
T5	27	9,4	7,6	2,5	38,6
T6	27	7,2	4,2	2,4	18,5

Körpertemperatur (°C)	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T0	24	39,1	0,5	38,5	40,7
T1	28	39,1	0,7	37,4	40,5
T2	28	39,2	0,5	37,9	40,2
T3	28	40,0	0,5	38,3	40,9
T4	28	39,3	0,6	37,3	40,4
T5	28	39,1	0,4	38,4	40,0
T6	28	39,0	0,5	38,1	39,9
Körpertemperatur (°C)	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T0	24	39,1	0,5	38,5	40,7
T1	28	38,7	0,6	37,9	40,7
T2	28	39,0	0,5	38,2	40,6
T3	28	39,8	0,4	39,1	40,7
T4	28	39,2	0,4	38,1	39,9
T5	28	38,9	0,4	38,2	40,0
T6	28	38,8	0,3	38,2	39,2

Tabelle 24: Die nachfolgende Tabelle gibt die Anzahl der Kotproben (n) und den Mittelwert (M), die Standardabweichung (SD) sowie das Minimum (Min) und Maximum (Max) der ermittelten Konzentration an Kortisolmetaboliten (ng/g) im Kot der Hunde an Tag 1 – Tag 28 wieder.

Kortisolmetaboliten (ng/g)	n	M	SD	Min	Max
Tag 1	14	11,9	14,2	0,7	44,5
Tag 2	26	22,6	26,6	2,0	126,7
Tag 3	27	13,8	12,6	0,6	53,5
Tag 4	24	15,0	14,3	0,4	51,8
Tag 5	19	17,1	26,2	1,7	111,1
Tag 6	19	20,5	18,0	0,4	78,5
Tag 7	24	20,3	23,3	0,6	97,2
Tag 8	18	12,6	9,0	1,0	34,9
Tag 9	25	14,8	17,9	0,3	73,9
Tag 10	25	15,6	14,6	0,2	60,2
Tag 11	24	13,3	15,1	0,2	60,0
Tag 12	18	13,3	10,7	0,4	34,7
Tag 13	18	15,8	16,4	1,7	55,1
Tag 14	25	8,7	6,6	0,7	28,2
Tag 15	21	12,3	15,9	0,7	67,4
Tag 16	24	10,8	9,2	1,1	29,3
Tag 17	25	9,1	7,7	1,7	35,0
Tag 18	21	9,9	10,2	0,8	31,7
Tag 19	22	12,5	15,0	0,4	67,3
Tag 20	23	7,9	8,9	0,0	36,8
Tag 21	25	9,9	12,5	0,5	57,0
Tag 22	18	8,4	6,6	0,6	24,2
Tag 23	24	10,8	11,6	0,5	46,9
Tag 24	24	8,0	8,1	0,3	36,9
Tag 25	20	12,2	21,4	0,2	98,8
Tag 26	21	12,6	16,9	0,3	63,6
Tag 27	14	13,3	11,2	1,1	31,5
Tag 28	18	11,9	10,2	1,1	40,8

Tabelle 25: Die nachfolgenden Tabellen geben die Herzfrequenz (bpm) und die Aktivität (mG) bei den Probenahmen (T1 – T6), in der Ruhe, während der Belastung und in den Erholungsphasen 1 – 3 der Schutzdienstübung A und B an; n = Anzahl der Hunde, M = der Mittelwert, SD = die Standardabweichung, Min = das Minimum und Max = das Maximum der Herzfrequenz (bpm) und der Aktivität (mG).

Herzfrequenz (bpm)	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T1	28	118,7	18,4	82,3	154,7
Ruhe	24	123,6	19,8	67,7	186,0
T2	27	126,1	14,0	96,1	155,0
Belastung	24	154,6	25,2	89,0	222,3
T3	28	149,1	18,9	117,0	198,0
Erholung 1	23	132,5	17,8	83,8	197,6
T4	28	132,5	17,9	100,1	185,0
Erholung 2	23	126,3	19,4	62,5	196,6
T5	27	131,3	17,9	99,4	172,0
Erholung 3	23	118,6	19,1	62,9	182,4
T6	28	119,7	20,5	80,0	155,6
Herzfrequenz (bpm)	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T1	26	114,7	19,7	71,6	148,6
Ruhe	26	120,2	24,4	67,5	179,0
T2	26	125,2	20,3	74,4	157,1
Belastung	26	154,7	28,1	102,0	227,0
T3	26	150,0	12,2	119,9	168,6
Erholung 1	26	131,2	19,8	82,6	186,8
T4	26	127,0	16,7	83,3	158,6
Erholung 2	26	123,4	24,7	76,0	213,9
T5	26	125,3	18,7	84,7	161,8
Erholung 3	26	116,7	20,8	65,2	170,2
T6	26	116,6	18,6	69,5	158,9

Aktivität (mG)	Schutzdienstübung A				
	n	M	SD	Min	Max
T1	22	31,8	29,1	0,0	140,7
Ruhe	22	97,6	67,9	0,0	373,1
T2	22	84,7	48,9	15,1	241,3
Belastung	22	296,3	132,3	16,8	595,7
T3	22	86,9	47,6	29,7	213,8
Erholung 1	22	78,4	41,9	4,2	180,0
T4	22	98,3	44,4	34,9	175,0
Erholung 2	22	74,7	58,8	0,7	282,0
T5	22	111,3	41,4	35,3	206,3
Erholung 3	22	69,5	63,1	0,0	256,3
T6	22	64,3	34,0	7,1	140,8
Aktivität (mG)	Schutzdienstübung B				
	n	M	SD	Min	Max
T1	22	31,5	18,6	0,0	77,0
Ruhe	22	106,4	93,5	1,5	487,9
T2	22	97,1	37,8	38,5	171,3
Belastung	22	348,2	137,4	7,0	593,2
T3	22	106,0	35,1	55,8	178,6
Erholung 1	22	81,4	60,0	2,5	413,7
T4	22	108,1	42,8	41,6	166,0
Erholung 2	22	86,8	70,9	1,4	384,7
T5	22	118,4	63,1	12,8	237,1
Erholung 3	22	79,8	72,0	0,0	333,5
T6	22	72,7	31,7	2,0	127,0

Tabelle 26: Die nachfolgende Tabelle gibt die Aktivität der Hunde in der 1. Woche des Aufenthaltes an den Tagen 1 – 7 während des Freilaufs, der Arbeit, der Fütterung, am Abends und während der Nacht wieder; n = Anzahl der Hunde, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum der Aktivität (mG).

Aktivität (mG) Woche 1							
Zeitraum	Uhrzeit	Tag	n	M	SD	Min	Max
Freilauf	7.00 - 9.00	1	27	160,0	83,8	44,2	335,1
		2	27	140,4	85,2	24,7	293,5
		3	27	142,8	111,4	5,8	461,1
		4	26	116,2	72,7	27,2	296,2
		5	26	157,1	110,5	21,5	470,3
		6	24	165,5	109,7	24,2	425,8
		7	24	139,5	85,4	21,9	331,9
Arbeit	9.00 - 15.00	1	26	57,0	34,1	5,6	133,9
		2	27	60,6	36,3	11,7	138,1
		3	27	49,4	24,1	8,7	105,0
		4	26	36,4	24,0	4,7	111,8
		5	26	37,7	31,1	6,6	129,9
		6	26	55,1	40,8	11,3	168,4
		7	24	51,7	52,4	7,0	219,6
Fütterung	15.00 - 16.00	1	27	41,8	35,7	3,4	147,4
		2	27	32,7	29,4	0,3	117,7
		3	27	21,7	25,7	0,4	116,5
		4	27	17,2	17,2	0,2	81,0
		5	26	14,9	17,5	0,1	78,1
		6	26	26,7	24,6	0,9	106,7
		7	24	23,7	28,6	1,7	107,1
Abend	16.00 - 24.00	1	27	10,0	8,1	1,8	30,5
		2	27	9,8	10,0	1,2	44,4
		3	27	9,0	9,5	1,3	43,5
		4	27	8,5	9,0	1,3	39,8
		5	26	9,3	6,7	0,6	26,4
		6	26	9,1	6,2	1,6	26,7
		7	24	9,1	6,7	0,2	25,7
Nacht	24.00 - 7.00	1	27	16,5	22,4	2,4	111,9
		2	27	10,6	9,3	0,7	38,8
		3	27	9,1	6,0	0,8	25,2
		4	27	9,1	6,5	1,9	27,1
		5	26	16,7	26,2	0,6	134,5
		6	25	16,8	25,0	1,5	124,2
		7	24	18,6	25,1	0,4	124,3

Tabelle 27: Die nachfolgende Tabelle gibt die Aktivität der Hunde in der 4. Woche des Aufenthaltes an den Tagen 1 – 7 während des Freilaufs, der Arbeit, der Fütterung, am Abend und während der Nacht wieder; n = Anzahl der Hunde, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum der Aktivität (mG).

Aktivität (mG) Woche 4							
Zeitraum	Uhrzeit	Tag	n	M	SD	Min	Max
Freilauf	7.00 - 9.00	1	24	164,6	112,5	5,5	429,5
		2	25	148,3	96,6	13,8	294,9
		3	24	173,4	143,4	9,2	440,5
		4	24	165,3	135,2	17,8	474,5
		5	24	149,0	119,5	17,4	485,4
		6	23	169,2	120,2	23,3	515,5
		7	23	162,3	107,8	7,1	359,7
Arbeit	9.00 - 15.00	1	24	42,6	25,2	3,7	116,3
		2	25	48,0	44,9	4,0	184,3
		3	25	34,7	25,1	2,6	95,2
		4	24	42,8	41,5	4,7	165,4
		5	24	165,3	135,2	17,8	474,5
		6	24	50,7	30,1	1,7	113,2
		7	23	51,4	36,1	1,5	120,8
Fütterung	15.00 - 16.00	1	24	27,8	21,6	0,0	73,4
		2	25	24,0	30,4	0,0	109,3
		3	25	21,5	33,2	0,0	99,0
		4	24	21,5	25,2	0,7	77,9
		5	24	20,4	28,8	0,3	133,1
		6	23	23,4	22,5	0,3	81,5
		7	23	29,3	26,2	0,1	103,6
Abend	16.00 - 24.00	1	24	7,2	6,0	0,2	26,0
		2	25	7,3	5,5	0,3	23,4
		3	25	11,5	12,7	0,3	55,7
		4	24	10,8	10,2	0,3	40,9
		5	24	9,5	10,7	0,4	48,7
		6	23	7,4	5,9	0,4	21,5
		7	23	7,0	5,2	0,6	24,3
Nacht	24.00 - 7.00	1	24	10,3	7,2	1,4	27,3
		2	25	10,2	11,5	1,0	54,3
		3	24	11,5	9,7	1,1	35,2
		4	24	10,5	7,3	0,5	29,2
		5	24	10,7	7,5	0,9	24,6
		6	23	9,6	7,1	1,4	27,9
		7	23	10,8	10,4	0,9	51,4

Tabelle 28: Die nachfolgenden Tabellen geben den signifikante Unterschiede zwischen den Probenahmen der untersuchten Parameter zum Zeitpunkt der Ankaufsuntersuchung (T0) und während der Schutzdienstübung A und B an; Probenahmen: T1 = Startzeitpunkt, T2 = direkt vor der Belastung, T3 = direkt nach der Belastung, T4 = nach 20 Minuten Erholung, T5 = nach 40 min Erholung, T6 = nach 60 Minuten Erholung.

Körpertemperatur (Übung A)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanz	
T1	:	T3	$p \leq 0,001$
T1	:	T4	$p \leq 0,01$
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T2	:	T4	$p \leq 0,01$
T3	:	T4	$p \leq 0,001$
T3	:	T5	$p \leq 0,001$
T3	:	T6	$p \leq 0,01$
T4	:	T5	$p \leq 0,01$
T4	:	T6	$p \leq 0,01$

Körpertemperatur (Übung B)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanz	
T2	:	T3	$p \leq 0,05$
T2	:	T6	$p \leq 0,001$
T2	:	T4	$p \leq 0,01$
T3	:	T6	$p \leq 0,001$
T3	:	T4	$p \leq 0,05$
T6	:	T4	$p \leq 0,001$
T6	:	T5	$p \leq 0,001$
T6	:	T6	$p \leq 0,001$
T4	:	T5	$p \leq 0,01$
T4	:	T6	$p \leq 0,01$

Speichelkortisol (Übung A)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanz	
T2	:	A4	$p \leq 0,01$
T3	:	A4	$p \leq 0,001$

Speichelkortisol (Übung B)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanz	
T3	:	T4	$p \leq 0,01$
T3	:	T5	$p \leq 0,05$
T6	:	T5	$p \leq 0,05$
T5	:	T6	$p \leq 0,05$

Leukozyten (Übung A)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanz	
T2	:	T3	$p \leq 0,01$

Leukozyten (Übung B)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanz	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T3	:	T6	$p \leq 0,01$

Thrombozyten (Übung A)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanz	
T2	:	T3	$p \leq 0,05$
T2	:	T6	$p \leq 0,01$
T3	:	T6	$p \leq 0,001$

Thrombozyten (Übung B)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanz	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T3	:	T6	$p \leq 0,001$

Lymphozyten (Übung A)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanz	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T2	:	T6	$p \leq 0,05$
T3	:	T6	$p \leq 0,05$

Lymphozyten (Übung B)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanz	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T3	:	T6	$p \leq 0,001$

Monozyten (Übung A)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanz	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T2	:	T6	$p \leq 0,001$

Monozyten (Übung B)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanz	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T2	:	T6	$p \leq 0,001$

Erythrozyten (Übung A)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T2	:	T6	$p \leq 0,01$
T3	:	T6	$p \leq 0,001$

Erythrozyten (Übung B)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T2	:	T6	$p \leq 0,001$
T3	:	T6	$p \leq 0,01$

Hämoglobin (Übung A)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T6	$p \leq 0,01$
T3	:	T6	$p \leq 0,01$

Hämoglobin (Übung B)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T2	:	T6	$p \leq 0,01$
T3	:	T6	$p \leq 0,001$

Hämatokrit (Übung A)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T2	:	T6	$p \leq 0,001$
T3	:	T6	$p \leq 0,001$

Hämatokrit (Übung B)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T2	:	T6	$p \leq 0,001$
T3	:	T6	$p \leq 0,01$

Laktat (Übung A)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T3	:	T6	$p \leq 0,001$

Laktat (Übung B)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T3	:	T6	$p \leq 0,001$

Kreatinkinase (Übung A)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T3	$p \leq 0,01$
T2	:	T6	$p \leq 0,001$

Kreatinkinase (Übung B)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T3	$p \leq 0,05$

Glucose (Übung A)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T3	$p \leq 0,05$
T3	:	T6	$p \leq 0,05$

Glucose (Übung B)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T3	$p \leq 0,001$
T2	:	T6	$p \leq 0,05$
T3	:	T6	$p \leq 0,01$

Harnstoff (Übung A)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T6	$p \leq 0,05$

Harnstoff (Übung B)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T0	:	T2	$p \leq 0,01$

Kreatinin (Übung A)			
keine Signifikanzen			

Kreatinin (Übung B)			
Pobennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T0	:	T2	$p \leq 0,01$

Alanin-Amino-Transferase (Ubung A)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T2	:	T3	$p \leq 0,01$
T3	:	T6	$p \leq 0,01$

Alanin-Amino-Transferase (Ubung B)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T3	:	T6	$p \leq 0,05$

Alkalische Phosphatase (Ubung A)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T0	:	T2	$p \leq 0,05$
T2	:	T6	$p \leq 0,05$

Alkalische Phosphatase (Ubung B)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T0	:	T2	$p \leq 0,05$
T2	:	T6	$p \leq 0,05$

Immunglobulin G (Ubung A)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T0	:	T2	$p \leq 0,05$

Immunglobulin G (Ubung B)			
Probennahmezeitpunkte		Signifikanzen	
T0	:	T2	$p \leq 0,01$
T3	:	T6	$p \leq 0,05$

Tabelle 29: Die nachfolgenden Tabellen geben den signifikante Unterschied zwischen den Herzfrequenzen der einzelnen Zeitintervalle der Probenahme, der Ruhe, der Belastungsphase und der Erholung 1 – 3 während der Schutzdienstübung A und B an.

Herzfrequenz (Übung A)				
	Zeitintervalle			Signifikanzen
Proben	T1	:	T2	$p \leq 0,01$
	T2	:	T3	$p \leq 0,001$
	T3	:	T4	$p \leq 0,001$
	T5	:	T6	$p \leq 0,01$
Ruhephase	R1	:	R2	$p \leq 0,001$
	R1	:	R3	$p \leq 0,001$
	R1	:	R4	$p \leq 0,001$
	R1	:	R5	$p \leq 0,001$
	R2	:	R3	$p \leq 0,001$
	R2	:	R4	$p \leq 0,01$
	R2	:	R5	$p \leq 0,001$
Belastungsphase	BI	:	BV	$p \leq 0,05$
	BI	:	BVIII	$p \leq 0,05$
	BI	:	BIX	$p \leq 0,05$
	BIII	:	BIV	$p \leq 0,05$
	BIII	:	BV	$p \leq 0,05$
	BIII	:	BIX	$p \leq 0,05$
Erholung I	E1I	:	E1III	$p \leq 0,001$
	E1I	:	E1III	$p \leq 0,001$
	E1I	:	E1IV	$p \leq 0,001$
	E1I	:	E1V	$p \leq 0,001$
	E1II	:	E3III	$p \leq 0,001$
	E1II	:	E1V	$p \leq 0,01$
	E1II	:	E1V	$p \leq 0,001$
Erholung II	E2I	:	E2II	$p \leq 0,001$
	E2I	:	E2III	$p \leq 0,001$
	E2I	:	E2IV	$p \leq 0,001$
	E2I	:	E2V	$p \leq 0,001$
	E2II	:	E2III	$p \leq 0,01$
	E2II	:	E2IV	$p \leq 0,001$
	E2II	:	E2V	$p \leq 0,001$
Erholung III	E3I	:	E3II	$p \leq 0,001$
	E3I	:	E3III	$p \leq 0,001$
	E3I	:	E3IV	$p \leq 0,001$
	E3I	:	E3V	$p \leq 0,001$
	E3II	:	E3III	$p \leq 0,001$
	E3II	:	E3IV	$p \leq 0,001$
	E3II	:	E3IV	$p \leq 0,001$

Herzfrequenz (Übung B)				
	Zeitintervalle			Signifikanzen
Proben	T1	:	T2	$p \leq 0,001$
	T2	:	T3	$p \leq 0,001$
	T3	:	T4	$p \leq 0,001$
	T5	:	T6	$p \leq 0,01$
Ruhephase	R1	:	R2	$p \leq 0,001$
	R1	:	R3	$p \leq 0,001$
	R1	:	R4	$p \leq 0,001$
	R1	:	R5	$p \leq 0,001$
	R2	:	R3	$p \leq 0,001$
	R2	:	R4	$p \leq 0,001$
	R2	:	R4	$p \leq 0,001$
	R4	:	R5	$p \leq 0,001$
Belastungsphase	BIII	:	BVI	$p \leq 0,05$
	BIII	:	BVII	$p \leq 0,05$
	BIII	:	BVIII	$p \leq 0,05$
	BIII	:	BIX	$p \leq 0,05$
	BIII	:	BIX	$p \leq 0,05$
Erholung I	E1I	:	E1II	$p \leq 0,001$
	E1I	:	E1III	$p \leq 0,001$
	E1I	:	E1IV	$p \leq 0,001$
	E1I	:	E1V	$p \leq 0,001$
	E1II	:	E1V	$p \leq 0,01$
	E1II	:	E1V	$p \leq 0,001$
Erholung II	E2I	:	E2III	$p \leq 0,001$
	E2I	:	E2IV	$p \leq 0,001$
	E2I	:	E2V	$p \leq 0,001$
	E2II	:	E2III	$p \leq 0,01$
	E2II	:	E2IV	$p \leq 0,001$
	E2II	:	E2V	$p \leq 0,01$
Erholung III	E3I	:	E3II	$p \leq 0,001$
	E3I	:	E3III	$p \leq 0,001$
	E3I	:	E3IV	$p \leq 0,001$
	E3I	:	E3V	$p \leq 0,001$
	E3II	:	E3III	$p \leq 0,001$
	E3II	:	E3IV	$p \leq 0,01$

Tabelle 30: Die nachfolgenden Tabellen geben den signifikante Unterschied zwischen der Aktivität der einzelnen Zeitintervalle der Probennahme, der Ruhe, der Belastungsphase und der Erholung 1 – 3 während der Schutzdienstübung A und B an.

Aktivität (Übung A)					
	Zeitintervalle			Signifikanzen	
Proben	T1	:	T2	$p \leq 0,001$	
	T5	:	T6	$p \leq 0,001$	
Ruhephase	R1	:	R2	$p \leq 0,001$	
	R1	:	R3	$p \leq 0,01$	
	R1	:	R4	$p \leq 0,01$	
Belastungsphase	BI	:	BIII	$p \leq 0,001$	
	BI	:	BIV	$p \leq 0,01$	
	BI	:	BV	$p \leq 0,001$	
	BI	:	BVI	$p \leq 0,01$	
	BI	:	BVII	$p \leq 0,01$	
	BI	:	BVIII	$p \leq 0,001$	
	BI	:	BIX	$p \leq 0,01$	
	BII	:	BIV	$p \leq 0,05$	
	BII	:	BV	$p \leq 0,01$	
	BII	:	BVIII	$p \leq 0,01$	
	BIII	:	BV	$p \leq 0,05$	
	BV	:	BVII	$p \leq 0,05$	
	BV	:	BIX	$p \leq 0,01$	
	Erholung I	E1I	:	E1III	$p \leq 0,001$
		E1I	:	E1III	$p \leq 0,001$
E1I		:	E1IV	$p \leq 0,001$	
E1I		:	E1V	$p \leq 0,001$	
E1II		:	E1III	$p \leq 0,01$	
E1II		:	E1IV	$p \leq 0,05$	
Erholung II	E2I	:	E2II	$p \leq 0,001$	
	E2I	:	E2III	$p \leq 0,001$	
	E2I	:	E2IV	$p \leq 0,001$	
	E2I	:	E2V	$p \leq 0,001$	
	E2II	:	E2III	$p \leq 0,001$	
	E2II	:	E2IV	$p \leq 0,01$	
	E2IV	:	E2V	$p \leq 0,05$	
Erholung III	E3I	:	E3II	$p \leq 0,001$	
	E3I	:	E3III	$p \leq 0,001$	
	E3I	:	E3IV	$p \leq 0,001$	
	E3I	:	E3V	$p \leq 0,001$	

Aktivität (Übung B)					
	Zeitintervalle			Signifikanzen	
Proben	T1	:	T2	$p \leq 0,001$	
	T5	:	T6	$p \leq 0,01$	
Ruhephase	R1	:	R2	$p \leq 0,01$	
	R1	:	R3	$p \leq 0,001$	
	R1	:	R4	$p \leq 0,001$	
	R1	:	R5	$p \leq 0,05$	
	R2	:	R3	$p \leq 0,01$	
	R2	:	R4	$p \leq 0,05$	
	R3	:	R5	$p \leq 0,001$	
	R4	:	R5	$p \leq 0,001$	
	BI	:	BII	$p \leq 0,01$	
Belastungsphase	BI	:	BIII	$p \leq 0,001$	
	BI	:	BIV	$p \leq 0,001$	
	BI	:	BV	$p \leq 0,001$	
	BI	:	BVI	$p \leq 0,001$	
	BI	:	BVII	$p \leq 0,001$	
	BI	:	BVIII	$p \leq 0,001$	
	BI	:	BIX	$p \leq 0,001$	
	BII	:	BIII	$p \leq 0,01$	
	BII	:	BV	$p \leq 0,01$	
	BII	:	BVIII	$p \leq 0,05$	
	BIII	:	BV	$p \leq 0,05$	
	BV	:	BIX	$p \leq 0,01$	
	E1I	:	E1III	$p \leq 0,05$	
	Erholung I	E1I	:	E1III	$p \leq 0,001$
		E1I	:	E1IV	$p \leq 0,001$
E1I		:	E1V	$p \leq 0,001$	
E1II		:	E1III	$p \leq 0,001$	
E1II		:	E1IV	$p \leq 0,001$	
Erholung II	E2I	:	E2II	$p \leq 0,05$	
	E2I	:	E2III	$p \leq 0,001$	
	E2I	:	E2IV	$p \leq 0,001$	
	E2I	:	E2V	$p \leq 0,01$	
Erholung III	E3I	:	E3II	$p \leq 0,001$	
	E3I	:	E3III	$p \leq 0,001$	
	E3I	:	E3IV	$p \leq 0,001$	
	E3I	:	E3V	$p \leq 0,001$	
	E3II	:	E3III	$p \leq 0,01$	

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen, die mich bei der Erstellung der Arbeit unterstützt haben meinen Dank aussprechen:

Herrn Prof. Dr. M. Erhard vom Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU München gilt mein Dank für die Überlassung des interessanten Themas und die freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Studie.

Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. Michaela Schneider für die Unterstützung bei der Planung und Durchführung der Studie und für die Korrektur der Dissertation. Vor allem möchte ich ihr dafür danken, dass sie immer die Nerven und Ruhe bewahrt hat die zum Gelingen der Arbeit nötig waren.

Ein großer Dank geht an den Kommandeur der Schule für Diensthundewesen Oberfeldveterinär Dr. L. Buchner sowie den ehemaligen Kommandeur Oberfeldveterinär Dr. F. von Rennenkampff, für die Ermöglichung der Doktorarbeit. Einen herzlichen Dank an die Leitung der Diensthundeklinik Frau Oberstabsveterinär Dr. Marion Hornkamp, für die Vermittlung dieses interessanten Themas. Des weiteren sei Herrn Oberstabsveterinär Bodo Daniels Dank für die tatkräftige Unterstützung bei der Organisation der Doktorarbeit und Frau Oberstabsveterinär Dr. Christiane Ernst für die klinische Unterstützung. In diesem Rahmen geht ein besonderer Dank an das gesamte Personal der Quarantänestation der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr ohne deren Mithilfe die Studie nicht umzusetzen gewesen wäre. Frau Susanne Kohns und Herrn Timo Schummel möchte ich danken, dass sie mir meinen Aufenthalt in der Quarantänestation so angenehm gemacht haben. Außerdem sei allen Dank, die mich viele Male mit dem Auto mitgenommen haben, ohne sie wären die Heimfahrten oft nicht möglich gewesen.

Außerdem danke ich Herrn Dr. Dressler für die freundliche Unterstützung bei der Erstellung der Versuchstieranzeige.

Danken möchte ich Herrn Prof. Dr. Palme vom Institut für Biochemie der Veterinärmedizinischen Universität in Wien für die schnelle Auswertung der Kotproben. Im diesem Zusammenhang gilt mein Dank auch Herrn Prof. Dr. Erben

und Frau Susanna Harabasz, für den doch etwas ungewöhnlichen Transport der Proben nach Wien.

Ein besonderer Dank geht an Herrn Christian Strobl für den Transport von mir und den Proben von Koblenz nach München und die gute Gesellschaft in der Quarantänestation.

Nicole Zobel, Katrin Schuster und Hermann Kuchler sei Dank für die Hilfe und Geduld (mit einer ab und zu sehr ungeduldigen Doktorandin) bei der Auswertung der Speichel- und Blutproben.

Ein weiterer Dank geht an Herrn Dr. Frank Ahrens für die Hilfsbereitschaft bei der Lösung von statistischen Problemen.

Außerdem möchte ich mich bei Herrn Manuel Wiesenfarth, Mitarbeiter des statistischen Beratungslabors der LMU, für die fachkundige Hilfe in der statistischen Auswertung des umfangreichen Datenmaterials bedanken.

Mein größter Dank geht an meine Eltern Elgard und Hans Pauly, die mir mein Studium und die Doktorarbeit ermöglicht, und mich in allen Situationen unterstützt haben.

Außerdem möchte ich meinem Freund Guido Dierdorf danken, dass er alle Höhen und Tiefen dieser Arbeit durchgehalten hat und zu jeder Zeit für mich da war.

Lebenslauf

Persönliche Daten		Silke Katharina Pauly Rathgeberstrasse 39a 80997 München
Geburtsdatum		27. August. 1977
Geburtsort		Düsseldorf
Schulbildung	08/1984 – 08/1988	Grundschule in Düsseldorf/Benrath
	08/1988 – 06/1997	Schlossgymnasium in Düsseldorf Abschluss: Abitur
Freiwillige Praktika	10/1995 – 07/1996	Kleintierpraxis Dr.Eller in Düsseldorf/Benrath
	06/1997 – 07/1997	Gynäkologische und Ambulatorische Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München
Hochschulausbildung	11/1997 – 08/2003	Studium an der Ludwig- Maximilians-Universität München Studiengang: Tiermedizin
	01/2004	Beginn der Dissertation an der Ludwig-Maximilians-Universität
Berufstätigkeit	während des Studiums	Hospitanz Kleintierpraxis R. Arneth und Dr. St. Hoffmann in München
	11/2004 – 04/2005	Wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU München
	seit 01/2006	Assistenz Kleintierpraxis N. Nowak in München/Olching