

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Universitätsklinik für Kleintiere
Abteilung für Interne Medizin Kleintiere

Klinikleitung:

Univ.-Prof. Dr. med. vet. Iwan Burgener Dipl. ECVIM-CA Dipl. ACVIM

**Vergleich der rektalen und infraroten kontaktlosen Temperaturmessungen
im Innenraum und bei simulierten Außenwetterbedingungen bei Hunden**

Diplomarbeit

Zur Erlangung der Würde einer

MAGISTRA MEDICINAE VETERINARIAE

der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Vorgelegt von

Monika Ulicna

Wien, im Juni 2021

Betreuerin:

Dr. Lucia Panakova Dipl. ECVD

Department für Kleintiere und Pferde, Abteilung für Interne Medizin Kleintiere

Mitwirkende:

Priv. Doz. Dr. habil. Barbara Bockstahler, FTA, CCRP, Dipl.ECVSMR, Dipl.ACVS MR

Department für Kleintiere und Pferde, Abteilung für Kleintierchirurgie,

Ambulanz für Physikalische Medizin und Rehabilitation

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.a Physiologie der Thermoregulation.....	3
1.b Hyperthermie und Hitzschlag	5
1.c Methoden der Temperaturmessung.....	6
1.d Arten der Bestimmung der Temperatur	7
1.e Hundesport und IKT	9
2. Materialien und Methoden	11
2.a Auswahl der Tiere.....	11
2.b Geräte.....	12
2.c Vorgangsweise.....	12
2.d Statistische Auswertung.....	18
3. Ergebnisse	19
4. Diskussion.....	35
4.a Lokalisation Achsel	36
4.b Lokalisation Ohr	38
4.c Lokalisation Leiste.....	40
4.d Andere Lokalisationen und KLT-Geräte	42
4.e Simulation von Außenbedingungen.....	42
4.f Ohrenform, Ohrmuschel-/Gehörgangbehaarung, Haarlänge	44
4.g Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit.....	46
4.h Limitationen.....	48
5. Zusammenfassung	50
6. Summary	52
7. Literaturverzeichnis	54
8. Abkürzungsverzeichnis	58
9. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	59
10. Anhang.....	61

1. Einleitung

Die Messung der inneren Körpertemperatur (IKT) gilt als ein wichtiger Teil der klinischen Allgemeinuntersuchung in der Kleintiermedizin. Diese Messung liefert eine valide Information über die Gesundheit des Hundes und kann von den TierbesitzerInnen auch zu Hause durchgeführt werden.

Bei manchen Hundesportarten, z. B. Hunderennen, Dummy-Arbeit, Canicross, Bikejoering, Skijoering, Agility, oder im Militär- bzw. Rettungsdienst ist eine sehr hohe körperliche Leistung der Hunde vorgesehen, wodurch ein plötzlicher Anstieg der IKT und somit ein Hitzschlag möglich ist. Die Messung der IKT könnte einen Anstieg dieser rechtzeitig feststellen und somit vor der Hyperthermie, d. h. vor einem lebensbedrohlichen Zustand, warnen.

Seit vielen Jahren gilt die rektale Messung der IKT mittels digitaler Thermometer als der Goldstandard zur Bestimmung des Gesundheitszustandes bei Hunden. In ungeschulten Händen, bei ängstlichen Tieren und bei Tieren mit diversen Pathologien im Anusbereich sowie bei unsachgemäßer Handhabung, besteht ein Risiko von Abwehrreaktionen, Verletzungen sowie exzessivem Stress für den Hund. Aus diesen Gründen wird nach verlässlichen Alternativen zur rektalen Temperaturbestimmung gesucht.

Für die humanmedizinische Nutzung gibt es auf dem Markt eine Vielzahl alternativer Messgeräte, wie tympanische oder kontaktlose Infrarot-Thermometer. Der veterinärmedizinische Thermometermarkt in Europa bot jedoch in den Jahren 2019 und 2020 lediglich zwei Modelle des tympanischen Thermometers (Vet-Temp® VT-150 und Pet-Temp® PT-300, beide von Advanced Monitors Corporation, USA). In den, der Autorin bekannten Studien, die sich mit kontaktlosen Infrarot-Thermometern für Hunde beschäftigen, wurden bisher nur zwei veterinärmedizinische Messgeräte verwendet (KREISSL und NEIGER 2015, RIZZO et al. 2017). Eine weitere Studie hat mit dem gängigen Oberflächenthermometer für verschiedene Materialien gearbeitet (OMÓBÒWÁLÈ et al. 2017).

In gegenständlicher Studie wurde die Übereinstimmung der Körpertemperatur-Messung beim Hund mittels des kontaktlosen Infrarot-Thermometers Helpmation® RC004T (BLAKAR trading s.r.o., Tschechische Republik) mit den herkömmlichen rektalen

Thermometermessungen überprüft. Dabei wurde dieses Thermometer sowohl unter „Indoor“- , als auch unter simulierten „Outdoor“-Bedingungen getestet.

Für diese Zwecke wurden Messungen sowohl bei kranken Hunden (KH), als auch bei gesunden Hunden (GH) durchgeführt. Die Messungen unter simulierten „Outdoor“-Bedingungen fanden nur bei gesunden Hunden statt.

Hypothesen:

1. Es besteht generell ein minimaler Unterschied (bis zu 0,5 °C) zwischen den Ergebnissen der rektalen Messung und der Oberflächenmessung mit dem Thermometer Helpmation® RC004T, daher ist dieses auch unter Feldbedingungen einsetzbar.
2. Die Messungen der Oberflächentemperatur mit dem Thermometer Helpmation® RC004T bei stabiler Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit und vor und nach Luftzirkulation via Ventilator unterscheiden sich, wobei diese nicht mehr als 1 °C Abweichung aufweisen.
3. Die Haarkleid-Länge, Ohrenform und Ohrbehaarung haben Einfluss auf die Messung der Oberflächentemperatur.
4. Die Raumtemperatur und die Luftfeuchtigkeit haben keinen Einfluss auf die Messung der Oberflächentemperatur.

1.a Physiologie der Thermoregulation

Säugetiere und Vögel sind endotherme Organismen. Um Wärme zu produzieren und zu erhalten, nutzen sie ihre internen Wärmequellen. Die normale Körpertemperatur bei Hunden spiegelt das Gleichgewicht zwischen Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe wider. Der größte Teil der Wärmeproduktion stammt aus allen Stoffwechselprozessen im Körper, aber auch aus externen Quellen (EWART 2020).

Um Wärme abzubauen oder zu gewinnen, sind Tiere und Menschen auf vier Mechanismen angewiesen:

1. Die **Konduktion** erfolgt über den direkten Kontakt des Tieres mit kühleren Gegenständen und gibt die Wärme an dieses Objekt ab. Im Kontakt mit wärmeren Objekten gewinnt das Tier die Wärme für sich.
2. **Radiation** bedeutet die Ausstrahlung von elektromagnetischen Wellen. Dieser Austausch erfolgt kontaktlos über die Emission dieser Strahlung von wärmeren auf kühlere Objekte.
3. Die **Konvektion** beschreibt die Umwandlung der Wärme auf die umgebende kühlere Luft oder von der wärmeren Luft auf den Körper.
4. Die **Evaporation** findet statt, wenn sich Wasser in Dampf transformiert. Bei Menschen läuft dieser Prozess durch das Schwitzen ab, bei Hunden durch das Hecheln bzw. die angestrengte Atmung, bis hin zur Atemnot (HEMMELGARN und GANNON 2013, EWART 2020).

Wenn die Umgebungstemperatur niedriger als die Hauttemperatur ist, stellen die Radiation und die Konvektion circa 70 % aller Wärmeverluste bei Hunden dar (LEWIS 1976). Allerdings reichen diese Mechanismen mit steigenden Temperaturen der Umgebung nicht mehr aus. Somit muss sich der Körper auf die Evaporation zum Abbau der übermäßigen Wärme verlassen, um die Normothermie aufrechtzuerhalten. Wenn jedoch die Luftfeuchtigkeit eine weiter steigende Tendenz hat, reicht der Mechanismus der Evaporation auch nicht mehr aus, um die physiologische Körpertemperatur stabil zu halten (HEMMELGARN und GANNON 2013).

Im vorderen Hypothalamus befindet sich das für die Thermoregulation verantwortliche Zentrum, bekannt als das präoptische Gebiet. Um das Gleichgewicht der Körpertemperatur zu

gewährleisten, aktiviert der sogenannte „Set-point“ physiologische Prozesse zur Erhöhung bzw. zur Senkung der Temperatur (GUYTON 1991).

Von weiterer Bedeutung sind die peripheren thermalen Rezeptoren, die sowohl in der Schleimhaut, als auch in der Haut lokalisiert sind, aber auch die zentralen Thermorezeptoren, die sich im Rückenmark und viszerale Bauchorganen befinden. Diese analysieren Veränderungen der Temperatur im Blut und in der äußeren Umgebung (HEMMELGARN und GANNON 2013).

Die Stimulation dieser Rezeptoren verursacht über den thermalen Stress eine periphere Vasodilatation und zentrale Vasokonstriktion. Der Prozess ist in der Abb. 1 dargestellt. Dadurch wird die Wärme in die peripheren Gebiete des Körpers abtransportiert und an die Umgebung abgegeben. Nur einen geringen Anteil der Wärme verliert der Körper durch die Exkretion von Harn und Kot (EWART 2020). Die prädisponierenden Faktoren, die die Körpertemperatur erhöhen, sind unter anderem physische Aktivität, ein vorheriger Hitzschlag, Erkrankungen des Zentralnervensystems (ZNS), kardiovaskuläre Erkrankungen, die laryngeale Paralyse und Adipositas (FLOURNOY 2003).

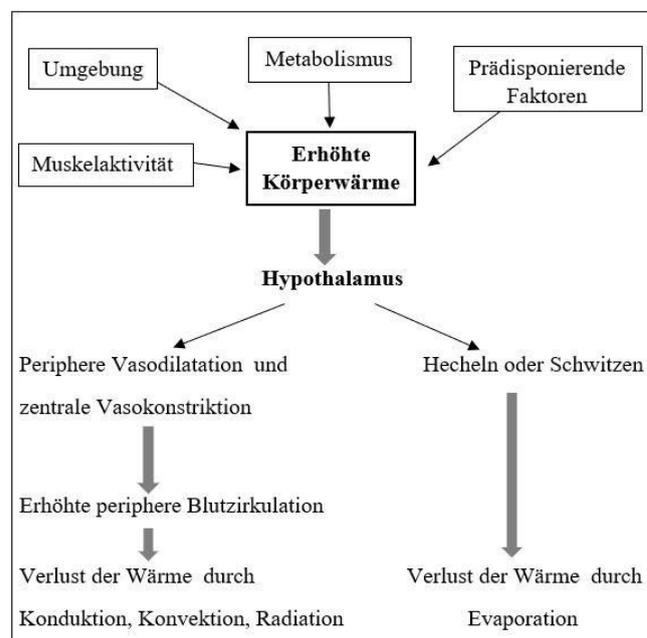


Abb. 1: Faktoren mit Einfluss auf die Körpertemperatur und die daraus folgenden physiologischen Anpassungswege

Quelle: Monika Ulicna (in Anlehnung an FLOURNOY 2003)

1.b Hyperthermie und Hitzschlag

Die meisten klinischen Untersuchungen und davon abgeleitete Rückschlüsse in Bezug auf die Hyperthermie und den Hitzschlag haben den Ursprung in der Humanmedizin. Im Allgemeinen können die Wärme-induzierten Erkrankungen je nach der Symptomatik wie folgt unterteilt werden: Wärmestress, Wärmekrämpfe, Wärmeerschöpfung und Hitzschlag (HEMMELGARN und GANNON 2013).

Die Hyperthermie entsteht durch pyrogen- oder nichtpyrogen-bedingten Anstieg der Körpertemperatur (GUYTON 1991). Das Fieber, oder auch pyrogene Hyperthermie, verursacht die erhöhte Körpertemperatur und kommt durch die infektiösen oder nicht infektiösen Pyrogene zustande. Gefährlicher für die Tiere ist allerdings die nichtpyrogene Hyperthermie, da in diesem Fall die Wärmeverlust-Mechanismen die produzierte Wärme nicht adäquat kompensieren, woraufhin der „eingestellte Set-point“ übersprungen wird, was wiederum zum Hitzschlag führen kann (FLOURNOY 2003).

Der Hitzschlag ist durch eine hohe Kerntemperatur von ≥ 40 °C bei Menschen bzw. ≥ 41 °C bei Hunden, mit einer damit verbundenen ZNS-Dysfunktion charakterisiert. Diese Definition leitet sich vom humanen Hitzschlag ab (FLOURNOY 2003). Laut Damanhouri sind Hundexperimente für die Erläuterung der Pathogenese vom Hitzschlag beim Menschen nicht geeignet, da es unterschiedliche Antwortmechanismen auf hohe Temperaturen gibt (DAMANHOURI 1992). In der Oglesbee-Studie wurde anhand von experimentellen Versuchen im caninen Hirn die intrinsische thermale Resistenz entdeckt und so die Aussage von Damahouri bestätigt. Zudem wurde von Oglesbee der Ursprung der neurologischen Abnormitäten nicht dem ZNS zugeschrieben, sondern als Spätfolge der hepatozellulären Degeneration und der disseminierten intravasalen Koagulopathie (DIC) genannt (OGLESBEE et al. 2002). Bruchim hat in seiner Studie erwähnt, dass die Definition des Hitzschlags für Menschen mit neurologischer Dysfunktion als eine leichtere Form des Hitzschlags beim Hund eingestuft werden sollte. Zusätzlich wurde bei 40 % der Hunde in der Bruchim-Studie bei der stationären Aufnahme eine Hyperthermie bzw. Fieber ≥ 41 °C gemessen, da bereits eine Kühlung des Hundes durch den Besitzer stattgefunden hat. Bei 42 von 54 Probanden derselben Studie waren neurologische Abnormitäten präsent (BRUCHIM et al. 2006).

Der Hitzschlag kann entweder exertional oder nicht-exertional/environmental entstehen. Praktisch bedeutet das, dass das Tier entweder unter Anstrengung und ohne Akklimatisation an höhere Temperaturen, aber auch in heißer Umgebung ohne Anstrengung (z. B. ohne Schatten bzw. Wasserzugang) kollabiert (HOLLOWAY 1992, FLOURNOY 2003).

Die erste Studie bezüglich natürlich vorkommenden Hitzschlags wurde bei 54 Hunden im Jahr 2006 publiziert. Hier wurde auch festgestellt, dass bei Hunden überwiegend der exertionale Hitzschlag vorkommt. Laut Bruchim existiert aber keine klare Linie zwischen diesen beiden Formen des Hitzschlags bei Hunden. Der Hitzschlag entsteht bei Hunden sowohl während anstrengender physischer Aktivität, als auch in der Kombination von feuchter und heißer Umgebung (BRUCHIM et al. 2006). Im Gegensatz dazu wurde in der ersten bekannten retrospektiven Studie eine eher niedrige Anzahl an bekannten natürlich vorkommenden Hitzschlägen bei Hunden über den langen Zeitraum von 1976 bis 1993 dokumentiert (DROBATZ und MACINTIRE 1996). Prädisponierende Faktoren des Hitzschlags beim Hund sind vor allem Adipositas, höheres Körpergewicht über 15 kg, brachyzephe Hunderassen, fehlende Möglichkeit zur Akklimatisation nach dem Wärmestress, fehlende Leistungsfähigkeit sowie Exposition gegenüber heißer und feuchter Umgebung (BRUCHIM et al. 2017).

1.c Methoden der Temperaturmessung

Seit einigen Jahrzehnten gilt die rektale Temperaturmessung bei Tieren als der Goldstandard zur Bestimmung der inneren Körpertemperatur. Bereits in den 70er Jahren wurde an betäubten tierischen Modellen untersucht, in wie weit sich die Temperaturen in der Aorta und den Bauchorganen von der im Rektum gemessenen IKT unterscheiden. Die Ergebnisse zeigten, dass sich die Rektaltemperatur von der Temperatur in der Aorta nicht signifikant unterscheidet. Laut den Versuchen übernimmt das Rektum passiv die Temperatur des Blutflusses und ist metabolisch inaktiv (DUROTOYE und GRAYSON 1971). Die rektale Messung wurde als die beste übereinstimmende Messung der sogenannten Kerntemperatur genannt (GREER et al. 2007).

1.d Arten der Bestimmung der Temperatur

Die physiologische rektale IKT liegt beim Hund zwischen 38,0 °C und 39,0 °C (BAUMGARTNER et al. 2014). Heutzutage wird diese standardweise mit einem digitalen Thermometer gemessen. In der Vergangenheit wurden dazu Quecksilberthermometer verwendet. Da diese Thermometer jedoch eine hohe environmentale Toxizität darstellen und leicht zerbrechlich sind, wurden diese durch die digitale Variante ersetzt (NAYLOR 2010). Wird die rektale Messung korrekt durchgeführt, bietet sie prinzipiell eine verlässliche Methode zur Bestimmung der IKT an. Zu einer erhöhten Körpertemperatur kann es bei Hunden auch während einer sportlichen Leistung, wie z. B. Hunderennen (CARTER und HALL 2018, McNICHOLL et al. 2016), oder aber auch bei einer psychisch-physischen Belastung wie im Rettungssport oder bei Hunden im Militärdienst kommen (PERRY et al. 2017). Dabei gilt es zu bedenken, dass die rektale Temperaturmessung bei diesen Arbeits- und Sportleistungen keine besonders praktische Methode darstellt. Trotz relativ leichter Anwendung kann diese unangenehm für das Tier sein (ANGLE und GILLETTE 2011). Ein solcher Eingriff kann u. U. die künftige Leistung herabsetzen. Die Messung kann auch durch den sich im Rektum befindenden Kot beeinflusst werden (BAKER und CHAPMAN 1977).

Auch laut Konietschke et al. kann die rektale Temperaturmessung für den Hund stressig sein und damit zu einem weiteren Temperaturanstieg führen, der nicht mit den aktivitätsverbundenen Erhöhungen der IKT zusammenhängt (KONIETSCHKE et al. 2014).

Aus diesen Gründen wurde nach Alternativen zur rektalen Temperaturmessung gesucht. Die neuen humanmedizinischen Messmethoden haben zu einem Fortschritt in diesem Bereich beigetragen und wurden dann nicht nur bei Menschen, sondern später auch bei Tieren eingesetzt.

Tympanische Infrarot-Thermometer (TT) basieren auf einem Infrarot-Prinzip; es ist jedoch zur Temperaturmessung notwendig, diese direkt in den Gehörgang (GHG) einzuführen. Ein solcher Eingriff wird nicht von jedem Hund akzeptiert (LAMB und McBRETRY 2013). Die in bisherigen Studien verwendeten tympanischen Thermometer sind zudem mit erheblichen Kosten verbunden (HALL und CARTER 2017, GONZÁLEZ et al. 2002). Es gibt einige Studien, in denen humanmedizinischen tympanischen Thermometer verwendet wurden, welche

allerdings die anatomischen Feinheiten des Hundegehörgangs nicht beachtet (SOUSA et al. 2011, KONIETSCHKE et al. 2014). In anderen Fällen wurde die Ohrregion selbst mit einer anderen Messmethode in Vergleich gesetzt, die zum Teil invasiv waren, wie etwa Pulmonalarterie-Katheter oder subkutane Microchips (GREER et al. 2007). Diese Methoden werden bei hospitalisierten oder narkotisierten Hunden bevorzugt, jedoch nicht bei gesunden Hunden, die in Hinblick auf die möglichen tierschutzrelevanten Auswirkungen keine unnötige Anästhesie erhalten sollten.

Die Thermographie ist eine Methode, die ebenfalls anhand eines Infrarot-Prinzips funktioniert und die Oberflächentemperatur des Körpers misst. Es handelt sich um eine passive, nicht-invasive Methode, bei der Bilder mit einem gewissen Abstand zum Tier angefertigt werden (TRAVAIN 2015). Dabei liegen Angaben zu den wärmsten und den kühlest Regionen jedes Bildes vor. Die Abweichung der thermographischen Messung am Auge bei Hunden im Ruhezustand zur rektalen IKT war signifikant ($p < 0,001$) (ZANGHI 2016). Zu ähnlichen Ergebnissen führten Messungen an anderen Körperteilen, wie am Hals, im Schulterbereich, im Bereich von Rippen oder Flanken sowie am inneren Oberschenkel und am Rücken, da die thermographischen Temperaturen ebenfalls nicht mit der rektalen Temperatur übereingestimmt haben (RIZZO et al. 2017). Anhand dieser Ergebnisse lässt sich ableiten, dass es sich bei der thermographischen Messung nicht um die verlässlichste Methode für eine rasche Temperaturbestimmung handelt.

Die CorTemp®-Technologie ist eine relativ neue Messmethode, die ebenfalls für die Humanmedizin entwickelt wurde. Es handelt sich um einen einnehmbaren Sensor und basiert auf einem telemetrischen System (ANGLE und GILLETTE 2011). Dieses System verwendet einen temperaturempfindlichen Quarzoszillator, bei dem das telemetrische Signal über ein Hochfrequenzspulensystem induktiv mit einem Empfänger gekoppelt wird. Bei schnell wechselnden IKT, wie z. B. während eines Trainings und einer darauffolgenden Erholung, kann die Verwendung eines solchen Temperatursensors verzögerte Ergebnisse liefern (OSINCHUK et al. 2014).

Kontaktlose Infrarot-Thermometer (KLT) stellen eine weitere Alternative zur Messung der IKT dar. Am Markt gibt es derzeit mehrere Modelle an KLT, die für Menschen hergestellt werden. Aktuell sind jedoch nur wenige veterinärmedizinischen KLT erhältlich. Die wenigen bisher

durchgeführten Studien bei Hunden dazu haben die KLT-Messungen an unterschiedlichen Körperregionen gemessen.

Kreissl et al. haben die Verwendung der KLT bei Hunden untersucht und die Messungen der kornealen und rektalen Temperatur verglichen (KREISSL und NEIGER 2015). Eine andere Studie hat sich auf mehrere Stellen am Kopf, Stirn und Nasenspiegel in verschiedenen Abständen im Vergleich zur rektalen Messung orientiert. Dabei wurde jedoch ein Thermometer für Temperaturmessungen auf Oberflächen jeder Art verwendet (OMÓBÒWÁLÈ et al. 2017). Soweit die Autorin zum Zeitpunkt des Schreibens dieser Studie feststellen konnte, wurde die letzte Studie beim Hund mit einem veterinärmedizinischen KLT (Infrared Thermometer Model THM010-VT001®, Medaid Inc., USA) 2016 von Rizzo et al. durchgeführt. Zusätzlich wurden diese Messungen in Verbindung mit einer kontrollierten physischen Aktivität analysiert. Neben der rektalen Messung wurde die IKT zusätzlich mit den Messergebnissen einer Thermalkamera verglichen. In der genannten Studie wurde auch der Einfluss der physischen Aktivität auf die Temperatur des Hundes, sowohl rektal als auch mittels KLT, bestätigt (RIZZO et al. 2017).

1.e Hundesport und IKT

Im Laufe der Jahre wurden mehrere Studien im Bereich des Hundesports durchgeführt, welche nicht nur die Änderungen der IKT während der bestimmten Sportleistung untersuchten.

Bei Canicross-Hunden wurden nach Rennen bei einem universellen thermischen Klimaindex (einem Wert, der die Lufttemperatur, die Luftfeuchtigkeit und die Windgeschwindigkeit berücksichtigt) zwischen -5 und 11 °C, Körpertemperaturen von 37,0 bis 42,5 °C gemessen, wobei dunkelhäutige Hunde öfters Temperaturen über 40 °C erreichten als hellhäutige Tiere (CARTER und HALL 2018).

Bei Labradoren wurden nach dem Training und Field-Trials Körpertemperaturen von bis zu fast 41 °C gemessen. Laut Autoren besteht die Meinung, dass diese Steigung der IKT mit der allgemein schlechten Leistung von Labradoren beim Field-Trials-Retriefern verbunden ist. Diese Daten wurden bei einer durchschnittlichen Lufttemperatur von 23 bis 26 °C ermittelt. (STEISS et al. 2004).

Bei Greyhounds wurde ebenfalls der signifikante Anstieg der IKT mittels digitalem Thermometer nach Rennwettbewerb im Zusammenhang mit der Lufttemperatur von 11°C bis 40,8 °C beobachtet. Nach dem Rennen wurde der durchschnittliche Anstieg der IKT von 2,1 °C (SD ± 0,4) bei teilgenommenen Hunden festgestellt. Zusätzlich wurde auch der signifikant höhere Anstieg der IKT bei dunkelhäutigen Hunden ($41,1 \pm 0,5$ °C) im Vergleich zu hellhäutigen Hunden ($40,8 \pm 0,5$ °C) nach Rennen nachgewiesen (McNICHOLL et al. 2016).

Bei Militärhunden konnte gezeigt werden, dass Training und Wärmeakklimatisierung zu einer Verbesserung der aeroben und körperlichen Leistungsfähigkeit führte. Die durchschnittlichen Differenzen der IKT waren signifikant höher am Anfang des Laufband-Trainings ($1,68 \pm 0,24$ °C) als nach dem halben Jahr ($0,89 \pm 0,18$ °C) und nach zwei Jahren ($1,12 \pm 0,21$ °C) (BRUCHIM et al. 2014).

Im Rahmen einer Sprintübung auf einer Strecke von 100 Metern wurde bei Greyhounds unmittelbar nach dem Rennen die durchschnittliche IKT von bis zu 40,3 °C ermittelt. Obwohl während der Erholungsphase nach zehn Minuten eine leichte Abnahme der mittleren IKT beobachtet wurde, erwiesen sich diese als signifikant höher als diejenigen, die vor Beginn des Trainings gemessen wurden (PELLEGRINO et al. 2018).

2. Materialien und Methoden

Im folgenden Kapitel werden die Auswahl der Tiere die verwendeten Messgeräte und die Vorgangsweise bei der Gewinnung der Messdaten beschrieben. Die gewonnenen Daten wurden im Zuge der Messungen unmittelbar in den standardisierten Protokollen dokumentiert. Die Studie wurde von der Ethik- und Tierschutzkommission unter der Meldung ETK-92/05/2019 der Veterinärmedizinischen Universität Wien im Hinblick auf ihre Übereinstimmung mit der *Good Scientific Practice* und den einschlägigen nationalen Rechtsvorschriften geprüft und befürwortet.

2.a Auswahl der Tiere

Im Rahmen dieser Studie wurden bei insgesamt 30 Hunden im Privateigentum sowohl die rektale innere Körpertemperatur (IKT), als auch die Körperoberflächentemperatur gemessen. Die Hunde wurden in zwei Gruppen (jeweils 15 Hunde) aufgeteilt: Gruppe GH mit gesunden Hunden und Gruppe KH mit kranken bzw. hospitalisierten Hunden.

Gruppe **GH** – 15 klinisch gesunde Hunde im Alter von 0,9 bis 13 Jahren, meist im Besitz von Mitarbeitern der Veterinärmedizinischen Universität Wien (davon 9 weiblich und 6 männlich, 7 kastriert/sterilisiert, folgender Hunderassen: 4 Schäferhunde, 2 Irish Terrier, 2 Pointer, 1 Labrador, 1 Bordercollie, 1 Whippet, 4 Mischlinge)

Gruppe **KH** – 15 kranke Hundepatienten im Alter von 0,2 bis 14 Jahren (davon 8 weiblich und 7 männlich, 9 kastriert/sterilisiert, folgender Hunderassen: 4 Schäferhunde, 1 Labrador, 1 Rottweiler, 1 Beagle, 1 Yorkshire, 1 Malteser, 1 Vizsla, 1 American Staffordshire, 1 Cocker Spaniel und 3 Mischlinge) in Behandlung durch die Interne Klinik für Kleintiere der Veterinärmedizinischen Universität Wien, welche mit erhöhter IKT/Fieber überwiesen wurden oder bei denen eine erhöhte IKT im Rahmen der Untersuchung festgestellt wurde.

Folgende Angaben wurden zu jedem Hund gelistet: Gruppe (GH/KH), Nationale, das Ergebnis der klinischen Untersuchung sowie die Art von Haarlänge, die Ohrenform und die Behaarung an den zu messenden Hautarealen.

2.b Geräte

Die Ergebnisse der KLT-Messung wurden mittels des kontaktlosen Infrarot-Thermometers (KLT) Helpmation® RC004T (Blakar trading s.r.o, Tschechische Republik) an drei im Vorfeld bestimmten Körperstellen mit den rektalen IKT-Ergebnissen mittels des digitalen Thermometers Microlife® VT 1831 (Microlife AG, Windau, Schweiz) mit Schutzhülle bei gesunden (GH) und kranken Hunden (KH) verglichen. Die „Outdoor“-/Feldbedingungen wurden mit dem Ventilator Team Kalorik® VT 1012 (Team Kalorik Group, Belgien) im Innenraum simuliert. Die Luftfeuchtigkeit und die Raumtemperatur wurden mit der HAMA® Weather Station Color Edge (HAMA GmbH Co, Monheim, Germany) ermittelt.

2.c Vorgangsweise

Die Messungen mittels KLT und der IKT fanden ein Mal pro Hund statt. Im Rahmen des Anamnesegesprächs wurden Nationale (Rasse, Alter, Geschlecht, Kastrationsstatus und Körpergewicht) sowie der aktuelle Gesundheitsstatus abgefragt und dokumentiert. Hunde mit einer bekannten *Otitis externa* oder Abnormitäten im Bereich der Ohrmuschel sowie mit pathologischen Veränderungen der Haut im Bereich der zu messenden Areale wurden automatisch exkludiert. Von jedem Tierbesitzer wurde das Dokument „Information und Einwilligung des Tierhalters“ unterschrieben. Im Anschluss wurde jeder Hund genau bezüglich der Haarlänge (kurz, mittel, lang) – vor allem an den drei im Vorfeld bestimmten Lokalisationen (Ohrmuschel/vertikaler GHG, Achsel, Leiste) – untersucht und die Informationen wurden dokumentiert. Die Ohrenformen wurden in drei Klassen unterteilt: das Stehohr, das Klappohr und das Hängeohr (HUANG und HUANG 1999). Die Abb. 2 A, B, C stellen die Beispiele dieser Ohrenformen dar.

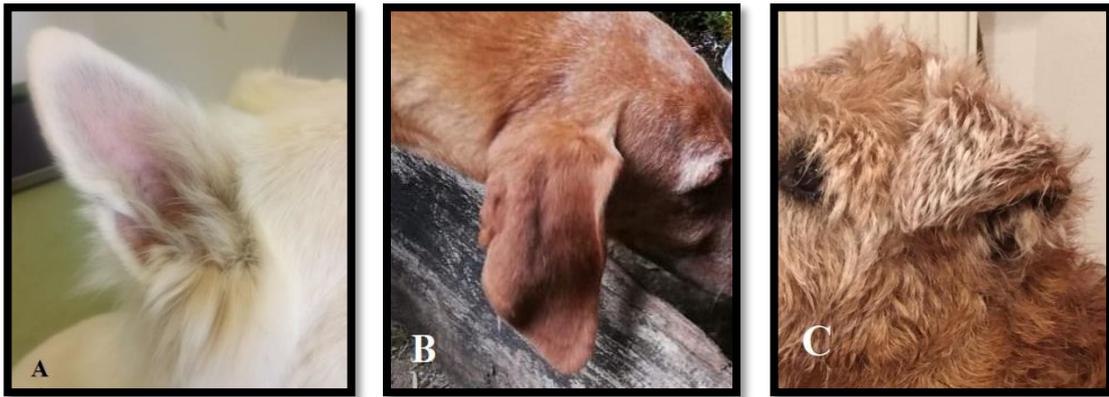


Abb. 2: Beispiele der Ohrenformen bei Hunden: A – Stehohr, B – Hängeohr, C – Klappohr

Quelle: Monika Ulicna

Speziell wurde vor allem die Menge der Ohrbehaarung im Bereich des Gehörgangeinganges wie folgt definiert und dokumentiert (siehe Abb. 3; jene Stelle, an der die Richtung der Messung orientiert wurde, ist mit einem roten Kreis gekennzeichnet):

- nein – keine Haare im Bereich des GHG;
- geringgradig – wenig behaart und die Haut des GHG sichtbar;
- ja – behaart, ohne die Haut des GHG zu sehen.



Abb. 3: Beispiele der Menge der Ohrbehaarung: A – nein, B – geringgradig, C – ja

(Der rote Kreis kennzeichnet jene Stelle, an der die Richtung der Messung orientiert wurde.)

Quelle: Monika Ulicna

Die Klassifizierung der Haarmenge wurde um die Stufe „geringgradig“ erweitert; eine frühere Studie verwendete nur die Begriffe „haarig“ und „nicht haarig“ (HUANG und HUANG 1999), welche mit unseren Klassen „ja“ und „nein“ gleichzusetzen sind. Zudem wurde auch die Fellfarbe vermerkt. Vor dem Start der Temperaturmessungen jedes Hundes wurde noch die aktuelle Raumtemperatur in °C und Luftfeuchtigkeit in % erfasst. Zur Dokumentation aller relevanten Informationen und gemessenen Temperaturen wurde je ein Protokoll für die beiden Gruppen entwickelt (siehe Anhang 10.1 Gruppe GH und Anhang 10.2 Gruppe KH).

Die Kalibrierung des KLT wurde vom Hersteller durchgeführt und weist die Gebrauchsanweisung darauf hin, dass eine erneute Kalibrierung vor der ersten Benutzung nicht notwendig ist. Absichtlich wurden zwei Fabrikate (A und B) gleicher Marke verwendet. Die Messung mit dem KLT ist kontaktlos, da das Messgerät selbst keinen Kontakt mit der Haut des Patienten benötigt. Die innere Seite des Ohrlappens des Hundes wurde bei der Messung mit einer Hand möglichst sanft gehalten. Wie in der Gebrauchsanweisung beschrieben, wurde der KLT an den inneren Ohrmuscheln im Abstand von 3 bis 5 cm ruhig gehalten und in Richtung des Gehörgangs (GHG) orientiert. Die Abb. 4 stellt diese Positionierung anschaulich dar.

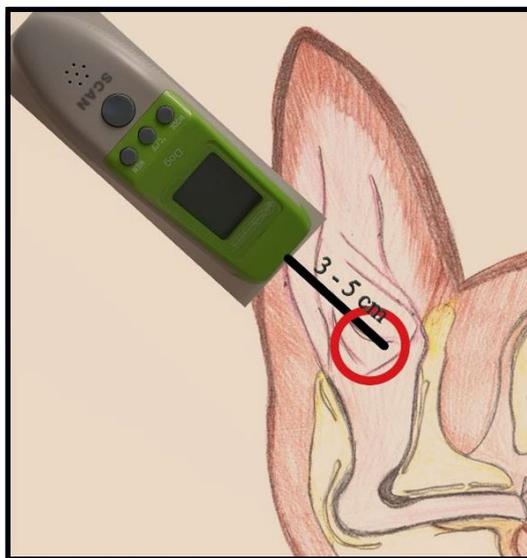


Abb. 4: Schematische Darstellung der optimalen Position des KLT im Ohr im Abstand von 3 bis 5 cm von der Ohrmuschel in Richtung des GHG orientiert (der rote Kreis deutet diesen Bereich an)

Quelle: Monika Ulicna

Danach erfolgte ein leiser Tastenklick und der Messwert wurde auf dem Display nach einer Sekunde angezeigt. Der gleiche Abstand des KLTs zur Hautoberfläche galt ebenfalls für die Achsel und die beiden Leistenbereiche. Die Messungen in der Achselgegend und in den Leisten wurden am stehenden Tier durchgeführt. Die Vorderfüße wurden sanft vorgestreckt, um in den Achselbereichen leichter messen zu können. Das komplette Messungsprozedere dauerte insgesamt etwa maximal 2 Minuten pro Hund. Abb. 5 A, B, C stellen die Messungen an den Lokalisationen Ohr, Achsel und Leiste dar.



Abb. 5: Positionierung des KLTs beim Messen am Hund: A – Ohr, B – Achsel, C – Leiste

Quelle: Monika Ulicna

Die anschließende klinische Untersuchung des Hundes diente dazu, bei der Gruppe GH mögliche Abweichungen vom gesunden klinischen Status zu entdecken, wurde jedoch erst nach der eigentlichen IKT-Messung durchgeführt, um aufregungsbedingte Erhöhungen der Körpertemperatur zu vermeiden. Konkret wurden die folgenden klinischen Parameter untersucht: Hautoberfläche, Hautelastizität, Lidbindehaut, Ohren, Maulschleimhaut, Kapillarfüllungszeit, Atmung, Herzfrequenz und Herzgeräusche, Puls, Lymphknoten und Abdomenpalpation. Im Falle auffälliger Abweichungen von den physiologischen Befunden wurden die gemessenen Daten eines solchen Hundes in die Studie nicht einbezogen. Aus der Gruppe GH wurden während der klinischen Untersuchung zwei Hunde ausgeschlossen. Ein Hund entwickelte zur Zeit der Durchführung der Messung einen ausgeprägten Hotspot im Rückenbereich, bei der zweiten Hündin wurde die Scheinträchtigkeit kurz vor dem Zeitpunkt der Messung festgestellt.

Patienten

Gruppe GH:

Die Temperaturmessungen der Hunde in Gruppe GH fanden im Raum der Dermatologie-Ambulanz statt. Der Tierbesitzer betrat bereits zehn Minuten vor der Messung den Untersuchungsraum mit dem Hund, um eine mögliche Aufregung des Hundes zu reduzieren. In dieser Zeit wurde der Ablauf mit dem Besitzer besprochen und das Protokoll ausgefüllt. Der Hund konnte sich in dieser Zeit frei im Untersuchungsraum bewegen.

Ablauf der Temperaturmessungen, Gruppe GH:

Die Temperaturmessungen fanden bei den Hunden der Gruppe GH in zwei Phasen statt:

Phase 1:

- Dokumentation der aktuellen Raumtemperatur und der Luftfeuchtigkeit
- Messung der Oberflächentemperatur mittels KLT **A** an drei Lokalisationen der linken Körperseite:
 1. Konkave Seite des Ohrlappens/Übergang in den GHG
 2. Achsel
 3. Innenschenkelbereich
- Messung mittels KLT **B** an denselben Lokalisationen, allerdings an der rechten Körperseite

Phase 2:

In dieser Phase fand die Bestimmung der Oberflächentemperatur mit KLT A und KLT B an den gleichen Lokalisationen wie in Phase 1 bei simulierten „Outdoor“-Bedingungen statt. Die Simulation erfolgte mit einem leisen Raumventilator auf der maximalen Stufe 3. Jeder Hund der Gruppe GH stand auf dem Boden im Abstand von einem Meter zum Ventilator, sodass eine horizontale Luftzirkulation auf dem Niveau des Körpers (am lateralen Thorax) erfolgen konnte. Abb. 6 stellt diese Situation schematisch dar. Zuerst strömte die Luft für 30 Sekunden

auf die linke Körperseite, nach dieser Zeit wurde die Oberflächentemperatur der linken Körperseite mit KLT A bei weiter strömender Luft gemessen. Der gleiche Prozess fand auf der rechten Körperseite statt, die Oberflächenmessung wurde mit KLT B durchgeführt.

Abschließend wurde die rektale IKT sanft mittels Digitalthermometer mit einer frischen Originalschutzhülle und Gleitgel an der Spitze einmalig in der Tiefe von circa 2 cm gemessen.

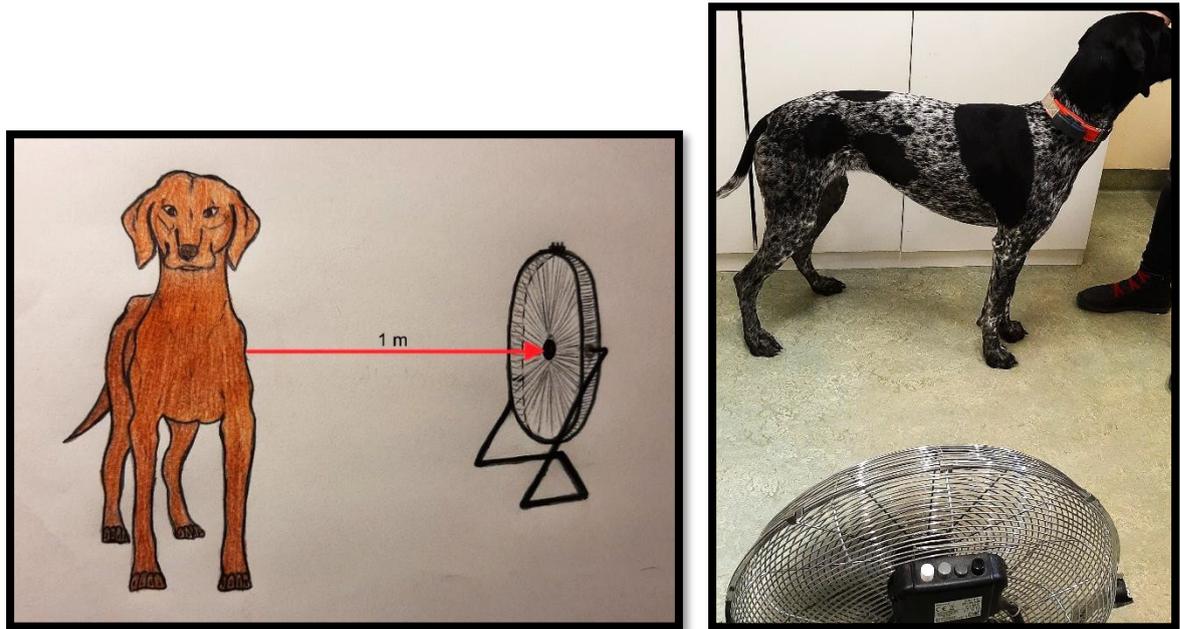


Abb. 6: Phase 2 der Gruppe GH: Positionierung eines Hundes vor dem Ventilator

Quelle: Monika Ulicna

Gruppe KH:

Alle Hunde dieser Gruppe waren Patienten in Behandlung der Internen Klinik für Kleintiere der Veterinärmedizinischen Universität Wien. Die Patienten wurden immer dann dieser Gruppe zugeordnet, wenn sie Abweichungen vom physiologischen Gesundheitszustand anhand der Anamnese und der klinischen Untersuchung (laut Einträgen über den stationären Patienten im Tierinformationssystem (TIS)), mit oder ohne Erhöhung der IKT gezeigt haben. Um zusätzlichen Stress zu reduzieren, wurden die Messungen in den Stationsboxen ohne Anwesenheit, aber nach schriftlicher Zustimmung der Besitzer durchgeführt. Es fanden auch Messungen in den Ambulanzen mit den Tierbesitzern statt.

Auf die Simulation der „Outdoor“-Bedingungen wurde bei dieser Gruppe verzichtet, um jeglichen zusätzlichen Stress bei kranken Tieren zu vermeiden. Bei jedem Hund wurde zusätzlich die aktuelle Diagnose notiert.

Ablauf der Temperaturmessungen, Gruppe KH:

- Dokumentation der aktuellen Raumtemperatur und der Luftfeuchtigkeit
- Messung der Oberflächentemperatur mittels KLT **A** an drei Lokalisationen der linken Körperseite:
 1. Konkave Seite des Ohrlappens/Übergang in den GHG
 2. Achsel
 3. Innenschenkelbereich
- Messung mittels KLT **B** an denselben Lokalisationen, allerdings an der rechten Körperseite

Um die stressfreien Bedingungen für die stationären Patienten zu gewährleisten, wurden die rektalen Temperaturmessungen innerhalb der angeordneten klinischen Untersuchungen laut TIS und nach den Messungen mittels KLT durchgeführt.

2.d Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung der Differenzen zwischen den Ergebnissen der rektalen IKT-Messung und der KLT-Messungen an allen Körperlokalisationen wurde der t-Test für gepaarte Stichproben verwendet. Die notwendige Prüfung auf Normalverteilung wurde mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests durchgeführt. Die deskriptive Statistik und ANOVA-Test wurden beim Vergleich der Unterschiede der Temperaturen der Ohrenformen, bei der Haarlänge und bei der Ohrbehaarung verwendet. Der Einfluss von Raumtemperatur und von Luftfeuchtigkeit wurden mit der Pearson Korrelation überprüft. Für alle Tests wurde die Signifikanz mit $p < 0,05$ festgelegt.

3. Ergebnisse

Insgesamt waren 30 Hunde an dieser Studie beteiligt, von denen 15 gesunde Hunde der Gruppe GH und 15 kranke Hunde der Gruppe KH zugeteilt wurden. Die Hunde der Gruppe KH sind anamnestisch mit erhöhter Temperatur/Fieber und/oder einer zusätzlichen Grundproblematik in der Tierklinik aufgenommen worden.

In der Gruppe KH lag die rektale IKT bei zehn kranken Hunden bei der tatsächlichen Messung wieder im Normbereich bzw. waren sie „fieberfrei“. Nur bei fünf restlichen Hunden der Gruppe KH wurde bei der rektalen IKT-Messung eine erhöhte Temperatur nachgewiesen, und diese Daten wurden als „Fieber“ Werte ausgewertet. Der Grenzwert für den Normbereich der IKT wurde um 0,3 °C erhöht, um die stressbedingte Erhöhung der Temperatur zu berücksichtigen. Dadurch wurden Patienten erst mit einer IKT $\geq 39,3$ °C der „Fieber“-Gruppe zugeteilt.

Die anamnestischen Fragen wurden in den folgenden Tabellen 1 bis 3 zusammengefasst. Das Alter der Probanden wies eine breite Spannweite von 0,2 Jahren bis 14 Jahren auf, mit einem Mittelwert von 6,4 Jahren. Das Gewicht der Probanden lag zwischen 3,2 kg und 40 kg, mit einem Mittelwert von 20,2 kg.

Tab. 1: Die Verteilung der Hunde anhand der Rasse

Rasse	Anzahl	%
Mischling	7	23,3
Schäferhundartige (Belgischer, Weißer)	7	23,3
Labrador	2	6,7
Irish Terrier	2	6,7
Pointer	2	6,7
Rassen mit jeweils 1 Vertreter (Bordercollie, Vizsla, Malteser, Yorkshire, American Staffordshire, Cocker Spaniel, Rottweiler, Beagle, Whippet, Australian Shepherd)	10	33,3
Summe	30	100

Tab. 2: Die Geschlechtsverteilung in Zusammenhang mit dem Kastrationsstatus

Geschlecht	Anzahl	%		Kastriert	%	Nicht kastriert	%
Weiblich	17	57	weiblich	9	53	8	47
Männlich	13	43	männlich	7	54	6	46

Tab. 3: Die Verteilung der Hunde nach Haarlänge, Ohrenform und Ohrbehaarung

Haarlänge	Anzahl	%	Ohrenform	Anzahl	%	Ohrbehaarung	Anzahl	%
Kurz	21	70	Klappohr	12	40	nein	19	63,3
Mittel	6	20	Hängeohr	10	33,3	geringgradig	8	26,7
Lang	3	10	Stehohr	8	26,7	ja	3	10
Summe	30	100	Summe	30	100	Summe	30	100

Resultate zu Hypothese 1

„Es besteht ein minimaler Unterschied (bis zu 0,5 °C) zwischen den Ergebnissen der rektalen Messung und der Oberflächenmessung mit dem Thermometer Helpmation® RC004T, daher ist dieses auch unter Feldbedingungen einsetzbar.“

Bei der Analyse wurden zuerst die gemessenen Daten in Vergleich gesetzt. Die rektale Temperatur jedes Hundes beider Gruppen GH und KH wurde auf einen signifikanten Unterschied gegenüber der kontaktlosen Messung in jeder Lokalisation untersucht. Dabei galt es festzustellen, ob ein Unterschied bis zu $\pm 0,5$ °C zwischen diesen zwei Messmethoden besteht. Es wurde hierbei nicht unterschieden, ob ein Hund normo- oder hypertherm zur Zeit der IKT-Messung war. Die Temperaturdifferenzen im 95 %-Konfidenzintervall (KI) wurden im Format [unteres KI; oberes KI] in °C veranschaulicht.

Das 95 %-KI lag in den Ohren zwischen KLT-Messung und der IKT mit rechts [-0,372; 0,199] °C bzw. links [-0,465; 0,032] °C unter dem definierten Grenzwert von $\pm 0,5$ °C, wie in Abb. 7 zu sehen ist. Die Mittelwertdifferenz zwischen der KLT-Messung im Ohr und der rektalen IKT lag rechts bei -0,087 °C (SD $\pm 0,765$) bzw. links bei -0,217 °C (SD $\pm 0,666$). Wie in Tab. 4 angeführt, wurden p-Werte von $p = 0,54$ bzw. $0,08$ aus den Messungen am Ohr (beide Seiten) berechnet; diese Auswertungen gelten als nicht signifikant.

Bei der Temperaturmessung mittels KLT-Messung der beiden Achselbereiche und der rektalen IKT lagen das 95 %-KI rechts bei [-1,297; -0,556] °C und links bei [-1,103; -0,477] °C. Auch die Mittelwertdifferenzen rechts von -0,927 °C (SD $\pm 0,992$) und links von -0,790 °C (SD $\pm 0,838$) waren weit von dem akzeptablen Wert von $\pm 0,5$ °C entfernt. Da sich der p-Werte von $p = 0,00$ ergaben, gelten diese Daten als sehr signifikant.

Die KLT-Messung im Leistenbereich wurde auch mit der rektalen IKT verglichen. Die Messwerte des 95 %-KI zeigten folgende Werte: rechts **[-0,064; 0,697]** °C und links **[-0,161; 0,543]** °C. Die Mittelwertdifferenz zwischen der KLT-Messung und rektaler IKT hat mit rechts 0,317 °C (SD ± 1,02) und links 0,187 °C (SD ± 0,931) die gewünschte maximale Abweichung von ± 0,5 °C nicht überstiegen. Die p-Werte wurden mit $p = 0,1$ bzw. $0,28$ berechnet; daher sind diese Ergebnisse in den Leisten nicht signifikant.

Tab. 4: Die gepaarten t-Tests der Differenzen in °C zwischen der rektalen IKT und den einzelnen Lokalisationen der KLT-Messung beider Gruppen GH und KH unabhängig vom IKT-Wert

		95% Confidence Interval of the ..		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	Sig. (2-tailed)
		Lower	Upper						
Pair 1	OHR_RE - REKTAL	-,3723	,1990	-,0867	,7651	,1397	-,620	29	,540
Pair 2	OHR_LI - REKTAL	-,4653	,0320	-,2167	,6660	,1216	-1,782	29	,085
Pair 3	Achsel_RE - REKTAL	-1,2970	-,5564	-,9267	,9917	,1811	-5,118	29	,000
Pair 4	Achsel_LI - REKTAL	-1,1029	-,4771	-,7900	,8380	,1530	-5,163	29	,000
Pair 5	Leiste_RE - REKTAL	-,0643	,6976	,3167	1,0202	,1863	1,700	29	,100
Pair 6	Leiste_LI - REKTAL	-,1610	,5343	,1867	,9310	,1700	1,098	29	,281

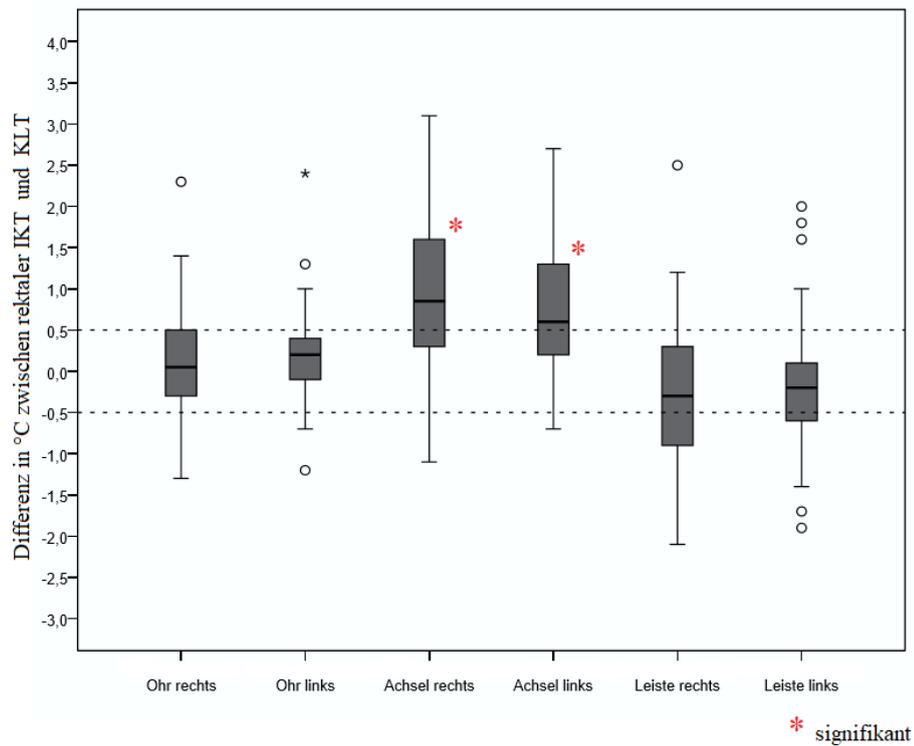


Abb. 7: Graphische Darstellung der Differenzen in °C der rektalen IKT und KLT-Messungen aller Probanden in Zusammenhang mit der maximalen gewünschten Abweichung von $\pm 0,5$ °C unabhängig vom IKT-Wert mittels Box Plots

(Der rote Stern * symbolisiert die signifikanten Unterschiede zwischen der rektalen IKT und KLT-Messungen in angegebenen Lokalisationen.)

Da die Hyperthermie bzw. Fieber nicht bei allen 15 Hunden der Gruppe KH zur Zeit der tatsächlichen Messung präsent war, wurde im Zuge der Auswertung eine weitere Verteilung analysiert, für welche die 30 Hunde in zwei Gruppen aufgeteilt wurden:

a. „fieberfrei“ mit 25 Hunden und **b.** „mit Fieber“ mit 5 Hunden.

Das 95 %-KI der KLT-Messung im Achselbereich im Vergleich zur IKT lag rechts bei **[-1,180; -0,356]** °C und links bei **[-1,037; -0,340]** °C, die Mittelwertdifferenz betrug -0,768 °C (SD \pm 0,998) rechts und -0,688 °C (SD \pm 0,845) links. Der Unterschied von KLT Messung zu der gemessenen rektalen Temperatur war in dieser Patientengruppe höher als die gewünschten 0,5°C. Bei den p-Werten von **p = 0,00** bzw. **0,01** gelten diese Daten als signifikant.

Tab. 5: Die gepaarten t-Tests der Differenzen in °C zwischen der rektalen IKT und den einzelnen Lokalisationen der KLT-Messung der Gruppen „fieberfrei“ und „mit Fieber“

Fieber	Pair	Lokalisation	Paired Differences 95% Confidence Interval of the Difference		Paired Differences					
			Lower	Upper	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	Sig. (2-tailed)
fieberfrei	Pair 1	OHR_RE - REKTAL	-,1965	,3085	,0560	,6117	,1223	,458	24	,651
	Pair 2	OHR_LI - REKTAL	-,3068	,0268	-,1400	,4041	,0808	-1,732	24	,096
	Pair 3	Achsel_RE - REKTAL	-1,1800	-,3560	-,7680	,9982	,1996	-3,847	24	,001
	Pair 4	Achsel_LI - REKTAL	-1,0369	-,3391	-,6880	,8452	,1690	-4,070	24	,000
	Pair 5	Leiste_RE - REKTAL	-,0774	,7174	,3200	,9626	,1925	1,662	24	,109
	Pair 6	Leiste_LI - REKTAL	-,1449	,5449	,2000	,8357	,1671	1,197	24	,243
Fieber	Pair 1	OHR_RE - REKTAL	-2,1799	,5799	-,8000	1,1113	,4970	-1,610	4	,183
	Pair 2	OHR_LI - REKTAL	-2,3626	1,1626	-,6000	1,4195	,6348	-,945	4	,398
	Pair 3	Achsel_RE - REKTAL	-2,2849	-1,1551	-1,7200	,4550	,2035	-8,453	4	,001
	Pair 4	Achsel_LI - REKTAL	-2,0999	-,5001	-1,3000	,6442	,2881	-4,512	4	,011
	Pair 5	Leiste_RE - REKTAL	-1,4494	2,0494	,3000	1,4089	,6301	,476	4	,659
	Pair 6	Leiste_LI - REKTAL	-1,6738	1,9138	,1200	1,4446	,6461	,186	4	,862

Aus Abb. 8 ist ersichtlich, dass die Differenzen der Gruppe „fieberfreier“ Hunde im 95 %-KI in der Lokalisation Ohr rechts **[-0,196; 0,308]** °C bzw. links **[-0,307; 0,027]** °C sowie die durchschnittliche Differenz in den Ohren mit 0,056 °C (SD ± 0,611) rechts bzw. -0,140 °C (SD ± 0,404) links innerhalb der maximalen gewünschten Abweichung von ± 0,5 °C liegen.

Die Lokalisation Leiste wies Differenzen im 95 %-KI bei den „fieberfreien“ Hunden von rechts **[-0,077; 0,717]** °C und links **[-0,145; 0,545]** °C auf. Die Durchschnittsdifferenz in den Leisten ergab die Werte 0,320 °C (SD ± 0,962) rechts und 0,200 °C (SD ± 0,835) links.

Im Zusammenhang mit den Ergebnissen in den Lokalisationen Ohr und Leiste lagen die p-Werte $p > 0,05$, somit gelten diese Daten als nicht signifikant, wie in der Tab. 5 angeführt.

In der Gruppe der Fieberpatienten lag der 95 %-KI die KLT-Messung im Bereich der Ohren gegenüber der rektalen IKT rechts **[-2,18; 0,58]** °C und links **[-2,36; 1,36]** °C; dabei streuten sie weit über die maximale Abweichung ± 0,5 °C. Die Mittelwertdifferenz in den Ohren zwischen beiden Messmethoden ergab rechts -0,80 °C (SD ± 1,11) und links -0,60 °C (SD ± 1,42). Bei diesen Ergebnissen ergaben sich die p-Werte mit $p = 0,18$ bzw. $0,39$, die als nicht signifikant gelten.

In Tab. 5 ist dargestellt, dass die Werte des 95 %-KI bei Fieberpatienten in der rechten Achsel $[-2,285; -1,155]$ °C und in der linken Achsel $[-2,09; -0,50]$ °C zwischen KLT-Messung und IKT ergaben; somit weichen sie weit von der akzeptablen Differenz von $\pm 0,5$ °C ab. Die Mittelwertdifferenz zeigte im Achselbereich rechts $-1,720$ °C ($SD \pm 0,455$) und links $-1,300$ °C ($SD \pm 0,644$). Die KLT-Messungen in beiden Achseln der Fieberpatienten wiesen – wie bei den fieberfreien Hunden – die p-Werte von $p = 0,001$ bzw. $0,011$ auf, somit gelten sie als signifikant.

Die 95 %-KI der Leisten zwischen KLT-Messungen und IKT lagen rechts bei $[-1,449; 2,049]$ °C und links bei $[-1,674; 1,914]$ °C Die Durchschnittsdifferenz zwischen der KLT-Messung in der Leistengegend und rektaler IKT ergab rechts $0,300$ °C ($SD \pm 1,401$) und links $0,120$ °C ($SD \pm 1,444$), welche zwar innerhalb des Grenzwerts liegen, jedoch streuten die 95 %-KI sehr weit. Die Ergebnisse ermittelten die p-Werte $p = 0,66$ bzw. $0,86$, daher gelten diese auch als nicht signifikant.

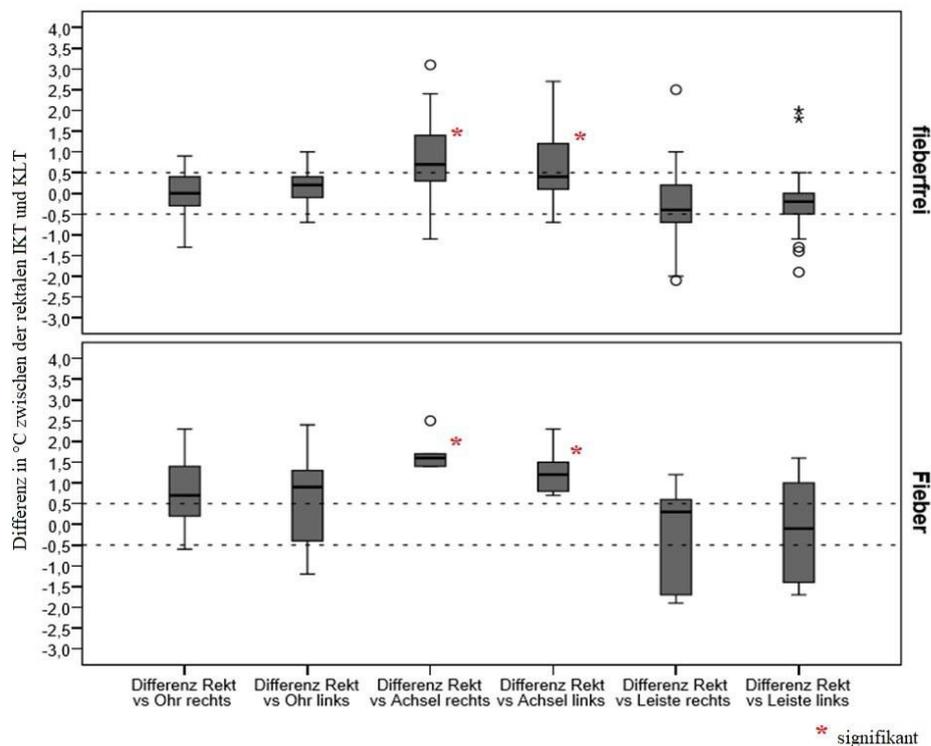


Abb. 8: Graphische Darstellung der Differenzen in °C der rektalen IKT und der KLT-Messungen in Zusammenhang mit der maximalen gewünschten Abweichung von $\pm 0,5$ °C bei den Gruppen fieberfrei und mit Fieber mittels Box-Plot

(Der rote Stern * symbolisiert die signifikanten Unterschiede zwischen der rektalen IKT und KLT-Messungen in angegebenen Lokalisationen.)

Resultate zu Hypothese 2

„Die Messungen der Oberflächentemperatur mit dem Thermometer Helpmation® RC004T bei stabiler Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit und vor und nach Luftzirkulation via Ventilator unterscheiden sich, wobei diese nicht mehr als 1 °C Abweichung aufweisen.“

Die Gruppe GH mit 15 klinisch gesunden Hunden wurde der Wirkung eines Ventilators ausgesetzt, um „Outdoor“-Bedingungen zu simulieren und den Einfluss der Luftströmung auf die Ergebnisse der KLT-Messungen an den definierten Lokalisationen zu überprüfen. Dabei galt es festzustellen, ob ein Unterschied bis zu ± 1 °C zwischen den Messergebnissen vor bzw. während der Ventilatorwirkung besteht. Ein Hund verweigerte eine Messung am rechten Ohr während der Ventilatorwirkung, daher konnte diese Messung in der Analyse nicht berücksichtigt werden. Alle weiteren Messungen liefen unproblematisch ab.

Aus Tab. 6 ist ersichtlich, dass am rechten Ohr das 95 %-KI bei **[0,389; 0,825]** °C lag, die Abweichung befand sich somit unter dem festgelegten Wert von 1 °C. Am linken Ohr legte sich das 95 %-KI mit **[0,336; 1,077]** °C beim oberen KI sehr knapp über dem Prüfwert von 1 °C fest, wie in Abb. 9 dargestellt wird. Im Mittelwert ergaben die Temperaturdifferenzen im Ohr zwischen vor und während der Ventilatorwirkung rechts 0,607 °C (SD \pm 0,377) und links 0,706 °C (SD \pm 0,669). In der Lokalisation Ohr wurden die p-Werte mit $p = 0,00$ ermittelt und somit gelten die Daten als sehr signifikant.

Interessanterweise lagen die Ergebnisse der rechten Leiste mit der Mittelwertdifferenz von 1,50 °C (SD \pm 0,669) und den 95 %-KI von **[1,129; 1,871]** °C durchgehend über dem Prüfwert von 1 °C, während das 95 %-KI der linken Leiste mit **[0,822; 1,511]** °C um den Prüfwert verteilt liegt; die Durchschnittsdifferenz der linken Leiste zeigte den Wert von 1,167 °C (SD \pm 0,622).

Die Temperaturwerte in den Achseln überschritten im 95 %-KI mit **[0,624; 1,642]** °C rechts und **[0,807; 2,152]** °C links den maximalen Grenzwert von 1 °C, ebenso lagen die

Mittelwertdifferenzen rechts 1,133 °C (SD ± 0,919) und links 1,480 °C (SD ± 1,214) über diesem Prüfwert. Auch in diesen beiden Lokalisationen lagen die p-Werte beim $p = 0,00$ und somit sind die Daten auch signifikant.

Tab. 6: Die gepaarten t-Tests der Differenzen in °C zwischen den KLT-Messungen der einzelnen Lokalisationen vor und während der Ventilatorwirkung

	Paired ...	95% Confidence Interval of the ...		Paired Differences					
		Lower	Upper	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	Sig. (2-tailed)
		Pair 1	OHR rechts - OHR rechts (ventiliert)	,3894	,8249	,6071	,3772	,1008	6,023
Pair 2	OHR links - OHR links (ventiliert)	,3361	1,0772	,7067	,6692	,1728	4,090	14	,001
Pair 3	Achsel rechts - Achsel rechts (ventiliert)	,6242	1,6425	1,1333	,9194	,2374	4,774	14	,000
Pair 4	Achsel links - Achsel links (ventiliert)	,8075	2,1525	1,4800	1,2143	,3135	4,720	14	,000
Pair 5	Leiste rechts - Leiste rechts (ventiliert)	1,1291	1,8709	1,5000	,6698	,1729	8,674	14	,000
Pair 6	Leiste links - Leiste links (ventiliert)	,8223	1,5110	1,1667	,6218	,1606	7,266	14	,000

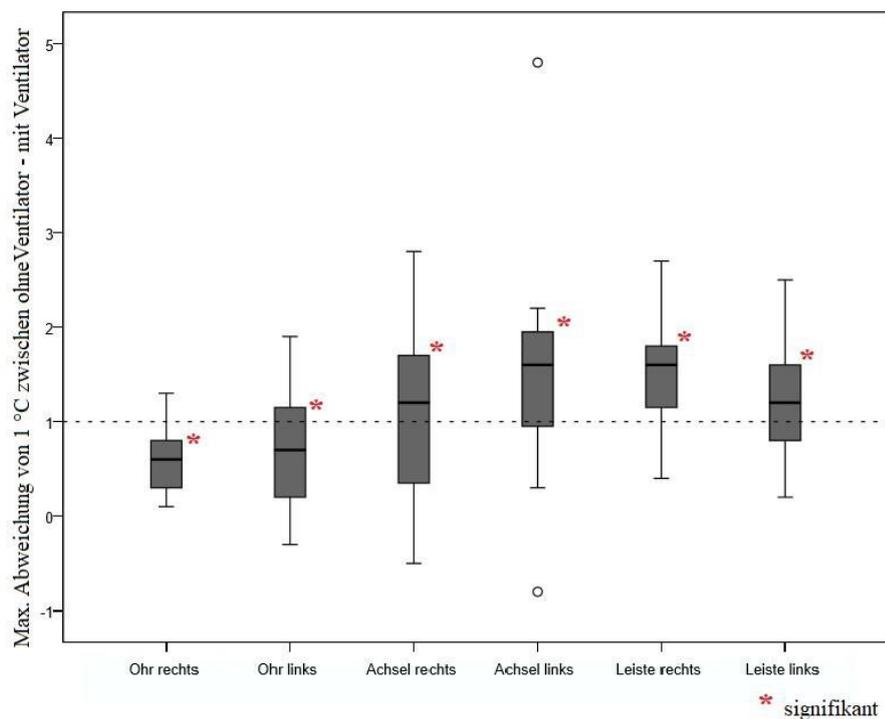


Abb. 9: Graphische Darstellung der Differenzen in °C der KLT-Messungen vor und während der Ventilatorwirkung bei den Hunden der Gruppe GH mittels Box Plot

(Der rote Stern * symbolisiert die signifikanten Unterschiede zwischen den KLT-Messungen in angegebenen Lokalisationen.)

Zudem wurden die 15 KLT-Messungen während der Ventilatorwirkung in Vergleich zur rektalen IKT-Messung gesetzt. Die in Tab. 7 angeführten Ergebnisse zeigen, dass der KLT während der Ventilatorwirkung durchgehend an allen Lokalisationen einen niedrigeren Wert gegenüber der rektalen IKT aufwies. Die maximale akzeptable Differenz zwischen der KLT-Messung und der rektaler IKT wurde mit einem Prüfwert vom ± 1 °C definiert.

Die Differenzen des 95 %-KI zwischen der KLT-Messung während der Ventilatorwirkung zur IKT wurden mit **[-0,948; -0,209]** °C im rechten Ohr bzw. **[-1,249; -0,351]** °C im linken Ohr ermittelt. Die Mittelwerte in den Ohren zur rektalen IKT lagen bei -0,578 °C (SD \pm 0,64) rechts und -0,800 °C (SD \pm 0,811) links.

Die 95 %-KI zwischen den beiden Messmethoden lagen im Achselbereich mit **[-2,286; -1,141]** °C rechts und **[-2,944; -1,389]** °C links weit vom Prüfwert ± 1 °C entfernt. Die Durchschnittsdifferenz befand sich in den Achseln bei -1,713 °C (SD \pm 1,033) rechts und -2,167 °C (SD \pm 1,404) links.

Die Leiste wies Differenzen im 95 %-KI von **[-1,339; -0,540]** °C rechts und **[-1,025; -0,414]** °C links auf. Zudem wurden an dieser Lokalisation durchschnittliche Temperaturabweichungen von -0,940 °C (SD \pm 0,722) rechts und -0,720 °C (SD \pm 0,552) links ermittelt.

Die Ergebnisse dieser beiden Messarten in allen Lokalisationen während der Ventilatorwirkung wichen mit dem p-Wert $< 0,05$ voneinander ab und waren somit signifikant.

Tab. 7: Die gepaarten t-Tests der Differenzen in °C zwischen den KLT-Messungen während der Ventilatorwirkung und der rektalen IKT bei der Gruppe GH

		95% Confidence Interval of the ...		Paired Differences					
		Lower	Upper	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	Sig. (2-tailed)
1	OHR_RE - REKTAL	-,9481	-,2091	-,5786	,6399	,1710	-3,383	13	,005
2	OHR_LI - REKTAL	-1,2494	-,3506	-,8000	,8115	,2095	-3,818	14	,002
3	Achsel_RE - REKTAL	-2,2857	-1,1409	-1,7133	1,0336	,2669	-6,420	14	,000
4	Achsel_LI - REKTAL	-2,9441	-1,3892	-2,1667	1,4039	,3625	-5,977	14	,000
5	Leiste_RE - REKTAL	-1,3398	-,5402	-,9400	,7219	,1864	-5,043	14	,000
6	Leiste_LI - REKTAL	-1,0256	-,4144	-,7200	,5519	,1425	-5,053	14	,000

Resultate zu Hypothese 3

„Die Haarkleid-Länge, Ohrenform und Ohrbehaarung haben Einfluss auf die Messung der Oberflächentemperatur.“

Für die Fragestellungen der Hypothese 3 wurden die Werte der 25 fieberfreien Tiere herangezogen und statistisch ausgewertet. Die drei Ohrenformen (Hänge-/Klapp-/Stehohren) wurden mittels deskriptiver Statistik auf die Differenzen zwischen der rektalen IKT und der KLT-Messung in den Ohren überprüft; die Ergebnisse werden in Tab. 8 dargestellt. Der ANOVA-Test wurde für die Differenzen zwischen der rektalen IKT und der KLT-Messung in Abhängigkeit von der Ohrenform durchgeführt.

Tab. 8: Deskriptive Statistik der Differenzen zwischen der rektalen IKT und KLT Messungen im Ohr, bezogen auf die Ohrenform

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Differenz Rekt vs Ohr rechts	klapp	10	,2000	,51854	,16398	-,1709	,5709	-,70	,90
	hänge	8	-,4250	,59940	,21192	-,9261	,0761	-1,30	,20
	steh	7	,0000	,61644	,23299	-,5701	,5701	-1,20	,70
	Total	25	-,0560	,61175	,12235	-,3085	,1965	-1,30	,90
Differenz Rekt vs Ohr links	klapp	10	,1300	,34976	,11060	-,1202	,3802	-,40	,60
	hänge	8	,0125	,53033	,18750	-,4309	,4559	-,70	1,00
	steh	7	,3000	,30000	,11339	,0225	,5775	-,10	,80
	Total	25	,1400	,40415	,08083	-,0268	,3068	-,70	1,00

Die größte Gruppe der Hunde, jene mit Klappohren, wies eine Mittelwertdifferenz von **0,20 °C** (SD \pm 0,52) am rechten Ohr bzw. **0,13 °C** (SD \pm 0,35) am linken Ohr auf. Der Mittelwert der Differenzen zwischen beiden Messmethoden ergab bei den Hunden mit Hängeohren den Wert von **-0,42 °C** (SD \pm 0,59) rechts bzw. **0,012 °C** (SD \pm 0,53) links. In Abb. 10 ist ersichtlich, dass die Gruppe der Hunde mit Hängeohren das breiteste 95 %-KI aufweist. Für die kleinste Gruppe der Hunde, jene mit Stehohren, wurde eine durchschnittliche Differenz von **0,00 °C** (SD \pm 0,61) rechts bzw. **0,30 °C** (SD \pm 0,30) links ermittelt.

Der Einfluss von den einzelnen Ohrenformen auf die Messungen ist bei p-Werten **p = 0,09** für das rechte Ohr bzw. **p = 0,404** für das linke Ohr vernachlässigbar; so sind diese Ergebnisse nicht signifikant.

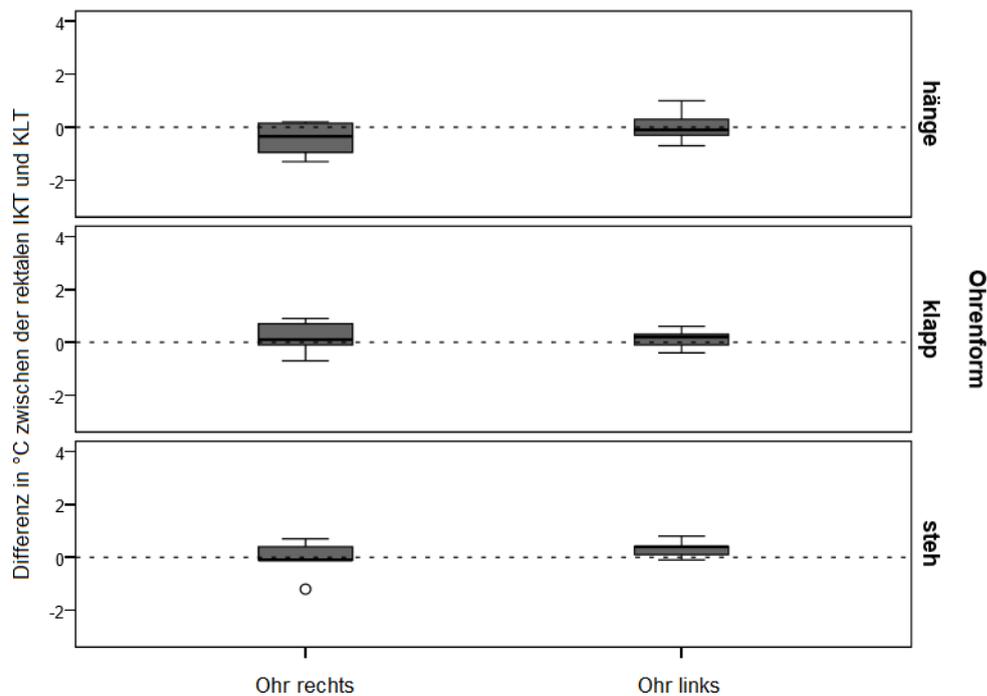


Abb. 10: Graphische Darstellung der Differenzen in °C der rektalen IKT und KLT-Messung an beiden Ohren in Bezug auf drei verschiedene Ohrenformen mittels Box Plots

Weiters wurde die Haarlänge der Hunde (kurz/mittel/lang) mit der deskriptiven Statistik ausgewertet. Für diese Auswertung wurden das ANOVA-Test die KLT-Messungen in der Achsel und in der Leiste in Bezug auf die rektale IKT betrachtet.

Tab. 9: Deskriptive Statistik der Differenzen in °C zwischen der rektalen IKT und KLT-Messungen in den Achseln und den Leisten, bezogen auf die Haarlänge

ONEWAY deskriptive Statistiken									
		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
						Untergrenze	Obergrenze		
Differenz Rekt vs Achsel rechts	kurz	16	,4313	,78801	,19700	,0113	,8512	-1,10	1,90
	mittel	6	1,2333	,55015	,22460	,6560	1,8107	,50	1,90
	lang	3	1,6333	1,96554	1,13480	-3,2493	6,5160	-,60	3,10
	Gesamt	25	,7680	,99822	,19964	,3560	1,1800	-1,10	3,10
Differenz Rekt vs Achsel links	kurz	16	,5813	,79349	,19837	,1584	1,0041	-,70	1,90
	mittel	6	,4833	,44460	,18151	,0168	,9499	-,20	1,10
	lang	3	1,6667	1,30512	,75351	-1,5754	4,9088	,20	2,70
	Gesamt	25	,6880	,84524	,16905	,3391	1,0369	-,70	2,70
Differenz Rekt vs Leiste rechts	kurz	16	-,4313	1,08672	,27168	-1,0103	,1478	-2,10	2,50
	mittel	6	-,2833	,83046	,33903	-1,1548	,5882	-1,10	1,00
	lang	3	,2000	,17321	,10000	-,2303	,6303	,00	,30
	Gesamt	25	-,3200	,96264	,19253	-,7174	,0774	-2,10	2,50
Differenz Rekt vs Leiste links	kurz	16	-,3750	,82906	,20726	-,8168	,0668	-1,90	1,80
	mittel	6	,2500	,94393	,38536	-,7406	1,2406	-,60	2,00
	lang	3	-,1667	,37859	,21858	-1,1071	,7738	-,60	,10
	Gesamt	25	-,2000	,83566	,16713	-,5449	,1449	-1,90	2,00

Für die größte Gruppe, jene der kurzhaarigen Hunde, ergab sich eine Differenz der rektalen IKT zur KLT-Messung in den Achseln mit Mittelwerten von **0,43 °C** (SD ± 0,79) rechts bzw. **0,58 °C** (SD ± 0,79) links. Die Gruppe der Hunde mit der mittleren Haarlänge zeigten durchschnittliche Differenzen von **1,23 °C** (SD ± 0,55) rechts bzw. **0,48 °C** (SD ± 0,44) links. Dagegen kam es bei den Langhaarhunden zu Durchschnittsdifferenzen von **1,63 °C** (SD ± 1,96) rechts bzw. **1,66 °C** (SD ± 1,30) links. Diese Gruppe umfasste allerdings nur drei Hunde, daher ist dieses Ergebnis als nicht unbedingt aussagekräftig zu beurteilen. In Abb. 11 wird dargestellt, wie vor allem das lange Haarkleid ein sehr weites 95 %-KI aufweist. Für die Lokalisation Achsel wurden die p-Werte **0,061** rechts bzw. **0,095** links ermittelt; daher ist der Einfluss der Haarlänge auf die KLT-Messergebnisse in Vergleich zur rektalen IKT nicht signifikant.

Die kurzhaarigen Hunde wiesen durchschnittliche Differenzen zwischen der rektalen IKT und der KLT-Messung in der Leistengegend von **-0,43 °C** (SD ± 1,18) rechts bzw. **-0,37 °C** (SD ±

0,83) links auf. Bei den Hunden mit der mittleren Haarlänge kam es zu Durchschnittsdifferenzen von **-0,28 °C** (SD ± 0,83) in der rechten Leiste bzw. **0,25 °C** (SD ± 0,94) in der linken Leiste. Bei den langhaarigen Hunden lag die Mittelwertdifferenz in der Leistengegend rechts bei **0,20 °C** (SD ± 0,17) bzw. links bei **-0,17 °C** (SD ± 0,39). Der Einfluss der Haarlänge auf die KLT-Messungen in der Leiste im Vergleich zur rektalen IKT ergab die p-Werte mit **p = 0,597** in der rechten Leiste bzw. **p = 0,306** links, daher gelten diese Ergebnisse als nicht signifikant.

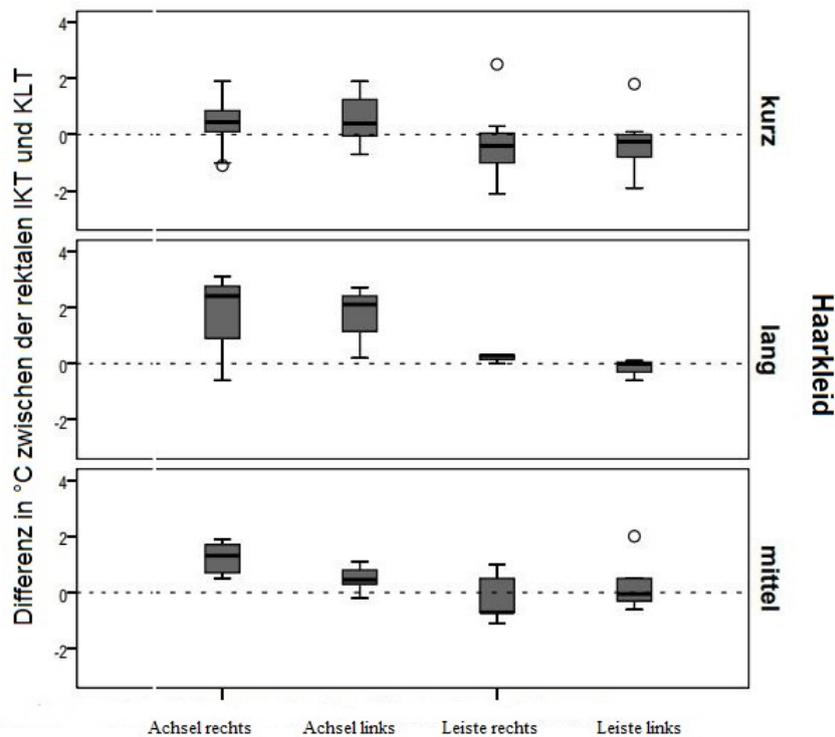


Abb. 11: Graphische Darstellung der Differenzen in °C der rektaler IKT zur KLT-Messung an beiden Achseln und Leisten, bezogen auf die Haarlänge mittels Box Plots

Tab. 10: Deskriptive Statistik der Differenzen in °C zwischen der rektalen IKT und KLT-Messungen in den Ohren, bezogen auf die Behaarung Ohrmuschel/ Eingang in GHG

						95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert			
		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	Untergrenze	Obergrenze	Minimum	Maximum
Differenz Rekt vs Ohr rechts	nein	15	-,2400	,68744	,17750	-,6207	,1407	-1,30	,90
	ggr	7	,2286	,30394	,11488	-,0525	,5097	-,10	,70
	ja	3	,2000	,51962	,30000	-1,0908	1,4908	-,10	,80
	Gesamt	25	-,0560	,61175	,12235	-,3085	,1965	-1,30	,90
Differenz Rekt vs Ohr links	nein	15	,1333	,50943	,13154	-,1488	,4154	-,70	1,00
	ggr	7	,1429	,16183	,06117	-,0068	,2925	-,10	,40
	ja	3	,1667	,25166	,14530	-,4585	,7918	-,10	,40
	Gesamt	25	,1400	,40415	,08083	-,0268	,3068	-,70	1,00

Weiters wurde der Einfluss der Haarmenge (ja/geringgradig/nein) im Bereich der Ohrmuschel auf die KLT-Messung in Vergleich zur rektalen IKT untersucht.

Bei der nicht vorhandenen Behaarung des GHG wurde eine durchschnittliche Differenz von **-0,24 °C** (SD ± 0,69) rechts bzw. **0,13 °C** (SD ± 0,51) links festgestellt. In Tab. 10 und Abb. 12 wird die deskriptive Statistik diesbezüglich dargestellt. Im Fall der geringgradig behaarten GHG ergab sich eine Mittelwertdifferenz zwischen der rektalen IKT und der KLT-Messung von **0,23 °C** (SD ± 0,30) im rechten Ohr bzw. **0,14 °C** (SD ± 0,16) im linken Ohr. Bei der kleinsten Gruppe, der Hunde mit den behaarten GHG, betrug die durchschnittliche Differenz **0,20 °C** (SD ± 0,52) rechts bzw. **0,17 °C** (SD ± 0,25) links. Der ANOVA-Test ermittelte die p-Werte mit **p = 0,187** im rechten Ohr bzw. **p = 0,992** im linken Ohr und so gelten die Ergebnisse als nicht signifikant.

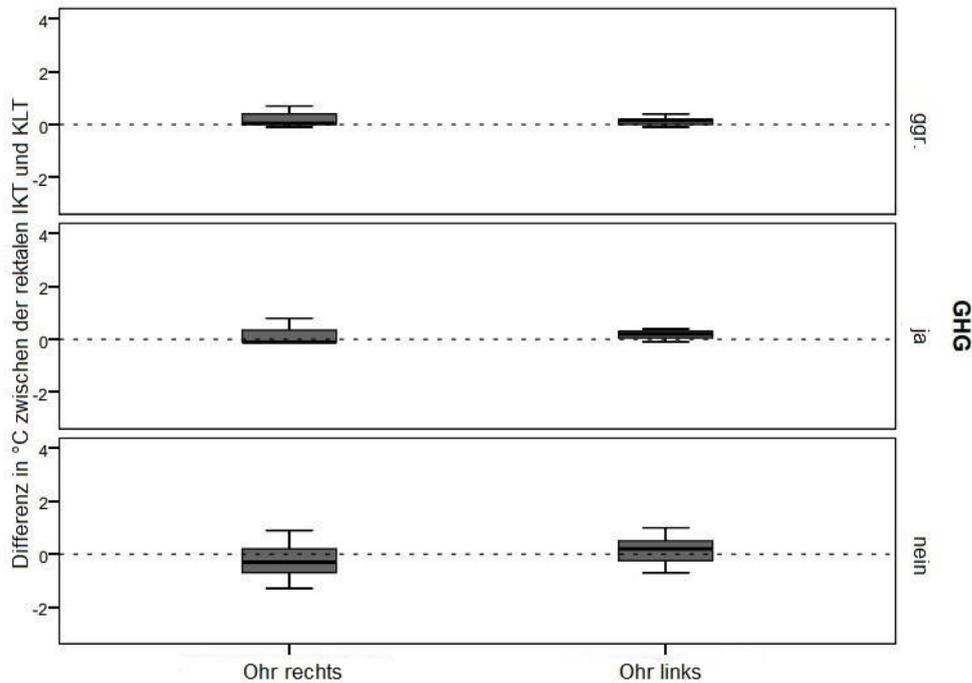


Abb. 12: Graphische Darstellung der Differenzen in °C der rektalen IKT zur KLT-Messung in den Ohren, bezogen auf die Behaarung Ohrmuschel/ Eingang in GHG mittels Box Plots

Resultate zu Hypothese 4

„Die Raumtemperatur und die Luftfeuchtigkeit haben keinen Einfluss auf die Messung der Oberflächentemperatur.“

Die Raumtemperatur hatte im Laufe der Studie einen Mittelwert von **23,5 °C** (SD ± 0,9) und variierte zwischen minimal 22 °C bis maximal 24 °C. Die Luftfeuchtigkeit betrug zwischen 46 % und 64 %, mit einem Mittelwert von **56 %** (SD ± 4,7). Diese zwei Variablen wurden mittels Pearson Korrelation auf die Signifikanz in allen gemessenen Lokalisationen überprüft.

Eine negative Korrelation der Raumtemperatur mit $r = -0,429$ ergab sich mit $p = 0,032$ am rechten Ohr, wo es als signifikant gilt. Am linken Ohr war die Korrelation jedoch nicht signifikant mit $p > 0,05$. Für die Lokalisationen Achseln und Leisten wurde keine Korrelation bestätigt und die p-Werte erreichten mit $p > 0,05$ keine Signifikanz.

Die Korrelation der Luftfeuchtigkeit mit den KLT-Messungen wies im Bereich der rechten Achsel einen positiven Wert mit $r = 0,401$ auf und wurde mit $p = 0,047$ in dieser Lokalisation

als signifikant beurteilt. Im Bereich der linken Achsel wurde keine signifikante Korrelation festgestellt. Die KLT-Messungen der Lokalisationen Ohren und Leisten korrelierten nicht mit der Luftfeuchtigkeit und waren mit den Werten $p > 0,05$ nicht signifikant.

4. Diskussion

Im Rahmen aktueller Studie wurden vier Hypothesen gestellt und dementsprechend untersucht. Die Hypothese 1, dass es einen minimalen Unterschied (bis zu 0,5 °C) zwischen den Ergebnissen der rektalen Messung und der Oberflächenmessung mit dem Thermometer Helpmation® RC004T besteht, konnte in der vorliegenden Studie bestätigt werden. Allerdings wurden die signifikanten Unterschiede nur in der Lokalisation Achsel sowohl bei fieberfreien, als auch bei febrilen Hunden ermittelt. Der maximale akzeptable Unterschied bis zu 0,5 °C zwischen den zwei Messmethoden (KLT und die rektale IKT) wurde nur bei fieberfreien Hunden in der Lokalisation Ohr nachgewiesen.

Die Hypothese 2, dass sich die KLT-Messungen bei stabiler Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit vor und nach Luftzirkulation via Ventilator unterscheiden, wobei diese nicht mehr als 1 °C Abweichung aufweisen, wurde bestätigt. Die Abweichung von 1 °C konnte aber nur in der Lokalisation Ohr nachgewiesen werden und das war signifikant. Die KLT-Messung während der Luftzirkulation in der Abhängigkeit von der IKT konnte zum Teil in der Lokalisation Ohr auch bestätigt werden.

In der Hypothese 3 wurde der Einfluss auf die Messung der Oberflächentemperatur in Bezug auf die rektale Temperatur angeschaut. Im Rahmen dieser Studie konnte kein Einfluss der Haarkleid-Länge, der Ohrenform und der Ohrbehaarung nachgewiesen werden, der nicht signifikant war.

Die Hypothese 4, dass die Raumtemperatur und die Luftfeuchtigkeit keinen Einfluss auf die Messung der Oberflächentemperatur haben, konnte während der Bedingungen zum Zeitpunkt der Messungen bestätigt werden. Die Raumtemperatur zeigte einen nicht konsistenten, signifikanten Einfluss an einem Ohr; die Messungen an anderen Lokalisationen ergaben ungenügende Korrelation mit der Raumtemperatur. Die Luftfeuchtigkeit korrelierte signifikant mit der Messung in einer Achsel; dies war ebenfalls ein nicht konsistentes Ergebnis. Andere Lokalisationen ergaben keine genügende Korrelation, die als signifikant gilt.

Die Temperaturbestimmung der rektalen IKT zählt derzeit zu den wichtigsten Parametern des Gesundheitsstatus in der Kleintiermedizin. Oft ist die rektale Messung jedoch mit Abwehrreaktionen verbunden und das Tier kann diese als ein unangenehmes Erlebnis empfinden. Zudem kann diese Messung häufig nicht einfach von einer einzelnen Person durchgeführt werden. Die Studie von Gomart befasste sich damit, wie stark die Stressantwort

bei rektaler IKT-Bestimmung im Vergleich zur Messung im Achselbereich mit einem digitalen Thermometer und im GHG mittels TT ausfällt. Tatsächlich wurde bestätigt, dass die rektale Messung die höchste Stressäußerung (wie Vokalisation, defensives Verhalten, Lippenschlecken) bei hospitalisierten Hunden verursacht. Zusätzlich wurde eine höhere Herzfrequenz in Zusammenhang mit der rektalen Messung registriert (GOMART et al. 2014).

In vorliegender Studie wurde die Verlässlichkeit der Anwendung des KLT Helpmation® RC004T in drei Körperlokalisationen im Vergleich zur rektalen IKT erhoben. Zusätzlich, im Hinblick auf einfache und stressfreie Messungen der Körpertemperatur bei Hunden im Freien, wurden die Messergebnisse ebenfalls in simulierten „Outdoor“-Bedingungen überprüft. Prinzipiell galt es herauszufinden, ob der KLT Helpmation® RC004T auch im Hundesport einzusetzen wäre. Die Hauptgründe für die Wahl dieses Gerätes lagen insbesondere in der sehr einfachen und stressfreien Handhabung, dem schnellen Ergebnis der Messung und dem günstigen Preis gegenüber anderen Technologien. Außerdem wird dieses Gerät als ein Hundethermometer am Markt angeboten.

Es wurde weiters untersucht, wie sich die Qualität und Quantität der Behaarung verschiedener Hunde auf die Ergebnisse der Messung mittels des KLT Helpmation® RC004T auswirken. Dabei wurden verschiedene Hunderassen, in unterschiedlichem Alter und mit unterschiedlichem Körpergewicht einbezogen; es wurde keine standardisierte Hunderasse für das Design der Studie ausgewählt. Ein Hauptaugenmerk dieser Studie wurde auf den Einfluss der Haare in den Lokalisationen Ohr, Achsel und Leiste auf die Ergebnisse der KLT-Messung gerichtet. Der Einfluss von „Outdoor“-Bedingungen auf die KLT-Messung wurde mittels eines Ventilators im Innenraum simuliert und in Bezug auf die rektale IKT ausgewertet.

In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Lokalisationen näher diskutiert und die Hypothesen vorliegender Studie analysiert. Abschließend werden mögliche Limitationen der Studie behandelt.

4.a Lokalisation Achsel

Die Messungen aktueller Studie ergaben die 95 % KI der KLT-Messung in den Achseln zur rektalen IKT aller Hunden – unabhängig ob mit oder ohne Fieber – mit den Werten rechts

[-1,297; -0,556] °C und links mit [-1,103; -0,477] °C, wie in der Tab. 4 angeführt. Zu einem ähnlichen Ergebnis im 95 % KI (siehe Tab. 5) kam es bei der Gruppe der „fieberfreien“ Hunde mit rechts bei [-1,180; -0,356] °C und links bei [-1,037; -0,340] °C. Ein deutlich breiteres 95 % KI zeigte die Gruppe der febrilen Hunde mit den Werten in der rechten Achsel bei [-2,285; -1,155] °C und in der linken Achsel bei [-2,09; -0,50] °C, welche dem definierten Grenzwert nicht mehr entsprechen. Lediglich im oberen 95 % KI der Gruppe der „fieberfreien“ Hunde konnte die Bedingung des definierten Grenzwertes eingehalten werden. Anhand der negativen 95 % KI scheinen die KLT-Messungen in den Achseln tendenziell niedriger als die rektale IKT zu sein. Daraus ergibt sich, dass die Lokalisation Achsel als nicht geeignete Stelle für die KLT-Messung mit Helpmation® RC004T zu beurteilen ist, sowohl bei den Hunden „mit Fieber“, als auch bei den „fieberfreien“ Hunden.

Im Jahr 2014 wurden durch Goic et al. die Temperaturen im Achselbereich mit der rektalen IKT bei Hunden und Katzen verglichen. In der Studie wurde ein klassisches digitales Thermometer (BD Basic Digital Thermometer®, 3M Consumer Healthcare, Saint Paul, Minn., USA) zur Messung in dieser Lokalisation verwendet. Es wurde eine durchschnittliche Differenz von 0,4 °C zwischen der rektalen IKT und der Achseltemperatur festgestellt und war diese als signifikant ($p < 0,05$) zu beurteilen. Das Erkennen einer Hyperthermie in den Achseln erreichte in der Goic-Studie lediglich eine Sensitivität von 57 % bei Hunden; bei hyperthermen Hunden ergab sich eine durchschnittliche Differenz von 0,5 °C. (GOIC et al. 2014).

Eine Studie von Lamb und McBreatry verglich, ähnlich wie Goic et al., die Temperaturen im Achselbereich mittels digitalen Thermometers (Kruuse® Digital Waterproof Thermometer, Kruuse, Dänemark) mit der rektalen IKT. In dieser Studie lag die Temperatur im Achselbereich durchschnittlich um 0,6 °C niedriger als die rektal gemessene IKT. Der Meinung der Studienautoren nach zeigte die Lokalisation Achsel eine sehr gute Akzeptanz der Messung mit dem digitalen Thermometer bei Hunden und war leicht zugänglich (LAMB und McBRETRY 2014).

Eine Studie von Mathis und Campbell richtete ihr Interesse auf den Vergleich zwischen den Rektal- und Achseltemperaturen mittels digitalen Thermometers (Vick's® ComfortFlex digital Thermometer, Kaz Inc, Procter and Gamble Co, Cincinnati, USA) bei kontrollierter Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit bei Hunden der Rasse Beagle. Das Ergebnis führte zu

einer durchschnittlichen Differenz von 1,4 °C zwischen der rektalen IKT zur Achseltemperatur mit der Signifikanz von $p < 0,001$ (MATHIS und CAMPBELL 2015).

Ein ähnliches Ergebnis ergab sich aus der Studie von Chicocki, in der ebenfalls ein digitales Thermometer (ReliOn® 10 second digital Thermometer, ReliOn, Washington, USA) zur Anwendung kam. In dieser Studie lag die durchschnittliche Differenz zwischen den Messungen im Rektum zur Achsel bei 1,2 °C (CHICOCKI et al. 2017). Dies stellt ein schlechteres Ergebnis als jenes der Messungen in der Achsel von „fieberfreien“ Hunden vorliegender Studie dar.

Eine andere Studie aus der Pferdemedizin zeigte, dass diese Lokalisation zur Messung der Körpertemperatur auch beim Pferd ungeeignet ist, da sich die durchschnittliche Abweichung bei mehr als 10 °C zwischen dem KLT (KIDZ-MED® Thermofocus Noncontact Infrared Thermometer, Weston, Florida, USA) und der rektalen IKT befand (RAMEY et al. 2011).

4.b Lokalisation Ohr

Im Rahmen aktueller Studie wurden die 95 % KI der KLT-Messungen in den Ohren zur rektalen IKT aller Hunde – unabhängig ob mit oder ohne Fieber – rechts **[-0,372; 0,199]** °C bzw. links **[-0,465; 0,032]** °C ermittelt, wie in der Tab. 4 angeführt. Aus der Abb. 8 ist ersichtlich, dass die Bedingung der maximalen Abweichung von $\pm 0,5$ °C im 95 % KI mit rechts **[-0,196; 0,308]** °C bzw. links **[-0,307; 0,027]** °C bei der Gruppe der „fieberfreien“ Hunde erfüllt wurde. Bei der Betrachtung der Hunde „mit Fieber“, d. h. $IKT \geq 39,3$ °C, war die Differenz der KLT-Messung in den Ohren gegenüber der rektalen IKT jedoch nicht akzeptabel; in dieser Gruppe breiteten sich 95 %-KI rechts **[-2,18; 0,58]** °C und links **[-2,36; 1,36]** °C außerhalb der definierten maximalen Abweichung von $\pm 0,5$ °C aus. Daraus lässt sich schließen, dass die Lokalisation Ohr als eine akzeptable Lokalisation für die KLT-Messung mit Helpmation® RC004T anzusehen ist – jedoch gilt dies nur bei „fieberfreien“ Hunden. Die Gruppe der febrilen Hunde enthielt in gegenständlicher Studie letztendlich nur fünf Tiere; ob die Messungen in den Ohren in Fieberzuständen tatsächlich unzuverlässig sind, sollte in einer nachfolgenden Studie bei einer größeren Zahl an rektal febrilen Hunden erhoben werden.

In der Studie von Huang wurde die Übereinstimmung zwischen TT-Messung am Trommelfell und der rektalen IKT-Messung als schwach beurteilt. Die Differenz zwischen TT-Messung und

rektaler IKT war um 0,7 °C kleiner im Mittelwert und wurde als signifikant bezeichnet (HUANG und HUANG 1999). Dagegen lieferten die Werte der „fieberfreien“ Hunde mittels des KLT in vorliegender Studie ein besseres durchschnittliches Ergebnis. Noch dazu, sollte normalerweise das Messen mit einem KLT am Ohrappen (ohne Kontakt) deutlich besser akzeptiert werden, im Vergleich zu einer Messung mit einem TT. Dieses Gerät muss in den Gehörgang (ähnlich, wie bei der Otoskopie) eingeführt werden.

In einer Studie bei Katzen zeigte sich eine ähnliche durchschnittliche Abweichung von 0,7 °C bis 1,3 °C unter zur rektalen IKT, welche jedoch nicht konsistent war. Es wurden die Messungen drei verschiedener KLT (e Data-Therm IR® model JXB-182, Jinxinbao, Electronic Co.; TempIR® model RC003, Raycom Electron Technology Limited; FeverWatchers®, OactiveTech) mit den Ergebnissen einer Thermalkamera überprüft (NUTT et al. 2016). Die Positionierung des KLT in der Studie von Nutt et al. war jedoch eher an die Pinna selbst, als in der Ohrmuschel in Richtung GHG ausgerichtet, wie in gegenständlicher Studie.

In einer Studie haben Hall und Carter die Abweichungen der rektalen IKT von der Temperatur in den Ohren, gemessen mittels eines TT (Vet-Temp® VT-150, Advanced Monitors Co., San Diego, CA, USA), analysiert, bei welcher – im Gegensatz zu gegenständlicher Studie – die Auswirkung von physischen Übungen/Training von 20 Minuten vor der Temperaturmessung berücksichtigt wurde. Im Ergebnis dieser Studie wies der TT im Ohr eine Sensitivität von nur 33,3 % bei der Erkennung einer erhöhten rektalen IKT auf (HALL und CARTER 2017). In Zusammenhang mit den genannten Studien muss jedoch die unterschiedliche Art der Verwendung des TT zum KLT berücksichtigt werden.

In Abb. 13 wird der konkrete Unterschied der Positionierung eines TT zum KLT Helpmation® RC004T dargestellt. Beide dieser Messgerätypen haben Vor- und Nachteile. Der KLT Helpmation® RC004T hat eine sehr leichte Handhabung und es ist kein direkter Kontakt des Gerätes mit der Haut des Tieres notwendig. Dafür sollte ein bestimmter Abstand gewährleistet sein und das Tier in möglichst ruhiger Position bleiben. Dagegen muss der TT in den GHG eingeführt werden, um so nah wie möglich zum Trommelfell zu gelangen. Zudem ist die Art des Thermometers für Otitis-Patienten ungeeignet, da der GHG durch die Entzündung eingengt wird und die Temperaturmessung dadurch schmerzhaft sein kann; daher wird der TT nicht als optimal angesehen (GONZÁLES et al. 2002).

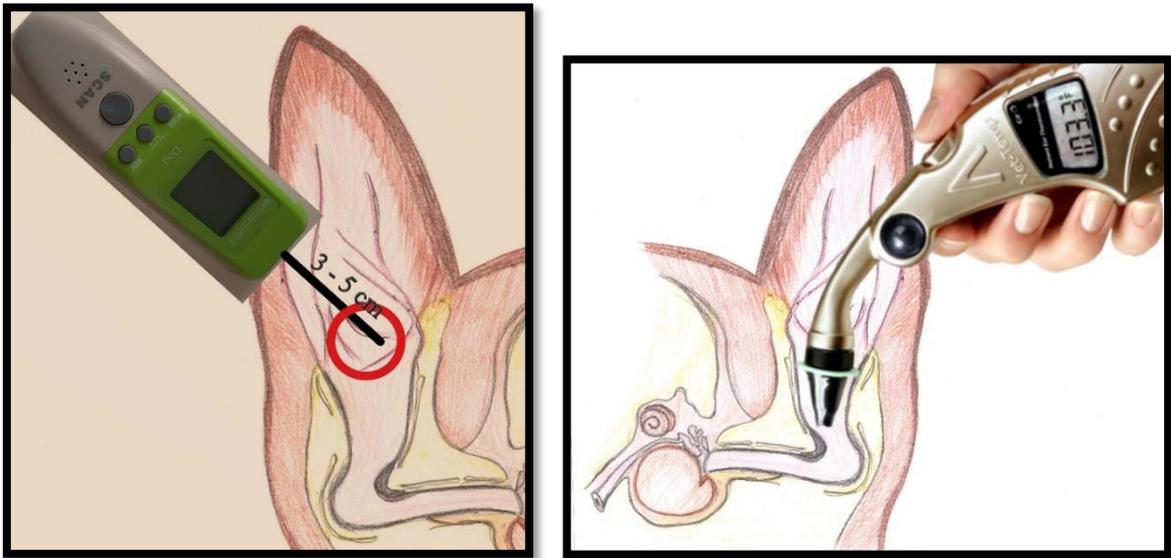


Abb. 13: Unterschiedliche Positionierung des KLT Helpmation® RC004T (links) und eines TT (rechts) am Ohr

Quelle: Monika Ulicna

Aufgrund der vielversprechenden Ergebnisse in der Lokalisation Ohr wurden im Rahmen der vorliegenden Studie auch die weiteren möglichen Einflüsse auf die KLT-Messung, wie die Ohrenform und die Haarmenge in der Ohrmuschel/Eingang ins GHG, analysiert.

4.c Lokalisation Leiste

Die 95 %-KI der KLT-Messung in den Leisten zur rektalen IKT aller Hunden – unabhängig ob mit oder ohne Fieber – lag auf Basis der Messungen vorliegender Studie bei rechts **[-0,064; 0,697] °C** und links **[-0,161; 0,543] °C**, wie in der Tab. 4 angeführt. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam es auch bei der Gruppe der „fieberfreien“ Hunden (siehe Tab. 5). Die Bedingung der maximalen Abweichung von $\pm 0,5$ °C konnte im unteren 95 % KI bei der Gruppe der „fieberfreien“ Hunden von rechts **[-0,077; 0,717] °C** und links **[-0,145; 0,545] °C** eingehalten werden. In der Gruppe der Hunde „mit Fieber“ streuten die 95 % KI in den Leisten rechts bei **[-1,449; 2,049] °C** und links bei **[-1,674; 1,914] °C** weit außerhalb des definierten Grenzwertes $\pm 0,5$ °C, wie in der Abb. 8 dargestellt. Anhand dieser Ergebnisse kann die Lokalisation Leiste für die KLT-Messung bei den fieberfreien Hunden nicht angewendet werden, da die Ausreißer

in oberen 95 %-KI beider Seiten doch bemerkbar sind. Aufgrund der Ergebnisse bei Fieberpatienten ist der Leistenbereich als nicht geeignete Stelle für die KLT-Messung mit Helpmation® RC004T zu beurteilen, da nicht sichergestellt ist, dass die Messungen zu verlässlichen Ergebnissen im Vergleich zur rektalen IKT führt. Zudem stand eine geringe Anzahl an den Patienten zur Verfügung, deshalb sollten die Studie mit einer größeren Menge von Patienten wiederholt werden.

In einer Studie von McNicoll wurden Temperaturmessungen bei 100 Greyhounds im Inguinalbereich mittels KLT (ZyTemp® TN408LC HsinChu, Taiwan) durchgeführt. Dieses übliche Oberflächenthermometer mit einer punktuellen Laseraufzeichnung wurde im Abstand von 20 cm bis 40 cm über die Femoralarterie gerichtet. Die an dieser Stelle gemessene durchschnittliche Differenz zwischen der rektalen IKT und dem KLT-Ergebnis hat den Wert $1,2 \pm 1,0$ °C erreicht (McNICOLL 2016). Dieser Wert weicht stark vom Mittelwertergebnis gegenständlicher Studie in dieser Lokalisation ab, aber gilt ebenfalls als eine nicht akzeptable Abweichung zur rektalen IKT.

Bei Schafen wurde in einer Studie die Lokalisation Inguinalbereich mittels eines KLT (Microlife® NC 100, Microlife USA, Inc.) im Vergleich zur rektalen IKT untersucht. Es wurde ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) von 0,19 °C bis 1,75 °C zur rektalen IKT festgestellt. Diese Lokalisation zur KLT-Messung bei trockenstehenden Schafen gilt daher laut Katsoulos als nicht geeignet (KATSOULOS et al. 2016).

In der Studie von Rizzo et al. wurden die Messergebnisse eines KLT (Infrared Thermometer Model THM010-VT001®, Medaid Inc., USA) und einer Thermalkamera (ThermaCam® P25 Model, Flir Systems, USA) an mehreren Körperstellen bei Hunden (Hals, Rippen, Schulter, Leiste, Auge, Kruppe, Flanke) verglichen. Interessanterweise zeigten sich die Messwerte am Auge über beide Infrarot-Methoden als signifikant ($p < 0,001$) verlässlich zur rektalen IKT. Die Leiste bzw. der innere Oberschenkelbereich führte laut den Ergebnissen dieser Studie mit beiden Messmethoden stets zu einem höheren Messwert; dies entspricht auch den Ergebnissen gegenständlicher Studie. Es wurde durch Rizzo et al. jedoch an diesen Lokalisationen keine signifikante Korrelation zur rektalen IKT festgestellt, außer in der Lokalisation Auge (RIZZO et al. 2017).

4.d Andere Lokalisationen und KLT-Geräte

Eine Studie von Kreissl und Neiger wies eine 100 % Spezifität bei hypothermen Hunden an der Kornea mit einem humanmedizinischen KLT (Thermofocus®, Model 01500; Tecnimed, Vedano Olona, Varese, Italy) nach. Dagegen lag die Sensitivität dieses KLT bei Hunden mit rektalem Fieber bei 10 % (KREISSL und NEIGER 2015). Daraus lässt sich schließen, dass die Lokalisation Kornea bei hyperthermen Hunden (mit rektaler Messung verifiziert) keine geeignete Stelle zur Temperaturmessung mittels oben genannten KLT darstellt, jedoch konnten durch die Studienautorinnen keine konkreten Ursachen dafür genannt werden. Ein möglicher Störfaktor könnte der rote Lichtkreis für den notwendigen Abstand des Messgeräts gewesen sein, der an die Kornea des Hundes als unangenehm empfunden wurde; an anderen Körperstellen kann dieser Mechanismus eine gute Hilfe darstellen.

In einer weiteren Studie wurden KLT-Messungen bei Hunden mittels BENETECH® GM300 (Shenzen Jumaoyuan Science And Technology Co, LDT, Shenzhen, China) an weiteren Lokalisationen, wie an der Stirn und am Nasenspiegel, durchgeführt und haben sich diese Lokalisationen als ungeeignet erwiesen. Es wurde keine Übereinstimmung zur rektalen IKT festgestellt und betrug die Durchschnittsdifferenz 5,3 °C für die Stirn bzw. 7,6 °C für den Nasenspiegel (OMÓBÒWÁLÈ et al. 2017); diese durchschnittlichen Abweichungen liegen weit über allen Durchschnittswerten gegenständlicher Studie. Die Stirn der Hunde wurden nicht für die Zwecke der Studie ausrasiert, wodurch die Messung möglicherweise beeinträchtigt wurde. Auch die Wahl des KLTs dürfte die Messung beeinflussen, da das im Rahmen der Studie von Omóbòwálè et al. eingesetzte KLT für alle gängigen Oberflächen anwendbar ist. Dagegen hat sich die KLT-Messung bei Kleinkindern an der Stirn als eine optimale Stelle mit einer signifikanten durchschnittlichen Abweichung von nur $0.029 \pm 0.01^\circ\text{C}$ ($p < 0,001$) zur rektalen IKT präsentiert (TERAN et al. 2012).

4.e Simulation von Außenbedingungen

Eine weitere Fragestellung war, ob die Outdoor-Bedingungen aufgrund von Luftströmungen die Messungen beeinflussen. Aus diesem Grund wurden diese Bedingungen im Freien mit einem Ventilator im Innenraum simuliert. Weitere Parameter, wie die Raumtemperatur oder die Luftfeuchtigkeit, wurden zwar immer dokumentiert und in weiteren Analysen ausgewertet,

jedoch wurden diese nicht absichtlich manipuliert. Für den Einfluss der Luftströmung auf die KLT-Messergebnisse wurde eine maximale Abweichung von ± 1 °C als akzeptabel festgelegt.

Die Differenz zwischen den KLT-Messungen vor und während der Ventilatorströmung ergab das 95 %-KI mit **[0,389; 0,825]** °C am rechten Ohr. Am linken Ohr lag das 95 %-KI mit den Werten von **[0,336; 1,077]** °C, wobei der obere 95 %-KI knapp über den definierten Grenzwert lag (siehe Abb. 9). In der rechten Leiste wurde das 95 %-KI bei **[1,129; 1,871]** °C etwas höher versetzt, welches durchgehend über dem Prüfwert von 1 °C lag. Das 95 %-KI der linken Leiste durchquerte mit **[0,822; 1,511]** °C den definierten Grenzwert von ± 1 °C. Aus diesem Grund wurde die Lokalisation Leiste mit einem nicht akzeptablen Ergebnis abgelehnt. In der Lokalisation Achsel zeigte sich die Situation bezüglich der 95 % KI bei **[0,624; 1,642]** °C rechts und **[0,807; 2,152]** °C links sehr ähnlich wie in den Leisten. Die Spannbreite der 95 % KI war in den Achseln allerdings viel größer, wie in der Abb. 9 dargestellt. Diese Ergebnisse liefern eine wichtige Information über dem Einfluss des Luftstroms auf den KLT Helpmation® RC004T. Dabei scheint die Lokalisation Ohr, mit einer akzeptablen Abweichung vom definierten Grenzwert ± 1 °C, am wenigsten vom Luftstrom beeinflusst zu werden.

Hingegen stellen die Ergebnisse der Temperaturdifferenz zwischen der KLT-Messung während des Luftstroms zur rektalen IKT eine klinisch wichtigere Aussage dar. Somit lagen die 95 % KI der Differenzen in den Ohren mit **[-0,948; -0,209]** °C im rechten Ohr noch innerhalb des definierten Grenzwerts ± 1 °C. Der 95 % KI mit **[-1,249; -0,351]** °C im linken Ohr wich sich jedoch mit -1,249 °C vom definierten Grenzwert ± 1 °C ab, wie in der Tab. 7 angeführt. In den Achseln hingegen lagen 95 % KI mit den Werten **[-2,286; -1,141]** °C rechts und **[-2,944; -1,389]** °C links komplett weg vom Grenzwert ± 1 °C ab. Daher ist die Lokalisation Achsel beim Lufteinfluss als nicht geeignete Messlokalisierung zu beurteilen. Da die unteren 95 % KI von **[-1,339; -0,540]** °C rechts und **[-1,025; -0,414]** °C links beider Leisten ebenfalls unter dem negativen Grenzwert ± 1 °C lagen, kann diese Lokalisation ebenfalls nicht als verlässliches Messort für die KLT-Messung dienen.

Die Temperaturmessungen wurden in der Tierklinik bei relativ konstanter Raumtemperatur von durchschnittlich 23,5 °C von Ende Juni bis Anfang Oktober 2019 durchgeführt. Dies spiegelt die Bedingungen zu Hause wider, jedoch nicht die Situation bei Outdoorsportwettbewerben; z. B. werden Canicrosswettläufe in Europa in jeder Jahreszeit außer den heißesten Monaten

organisiert bzw. starten diese in den Sommermonaten in der Früh, bei kühleren Temperaturen, und werden die Distanzen teilweise dem Wetter angepasst. Das heißt, die meisten Canicrosswettläufe finden bei Temperaturen zwischen 0 °C und 20 °C statt. Diese Maßnahmen sollen die Hunde bei offiziellen Veranstaltungen vor Überhitzung schützen.

Die Luftfeuchtigkeit liegt in Wien im Zeitraum von Juni bis Oktober zwischen 66 % bis 78 %; im deutschen Alpenraum in der Nähe von Innsbruck steigt sie z. B. auf über 88 % in diesem Zeitraum (Wetter.com GmbH. <https://at.wetter.com/reise/klima/klimatabelle/deutschland-garmisch-partenkirchen-DE0003244.html> (Zugriff am 02.02.2021)). Im Rahmen gegenständlicher Studie im Innenraum lag die Luftfeuchtigkeit durchschnittlich bei 56 %. Es ist nicht klar, in welchem Ausmaß sich deutlich niedrigere/höhere Außentemperaturen und höhere/niedrige relative Luftfeuchtigkeit auf die KLT-Messung auswirken werden. Die Anpassung des Organismus auf diese Abweichungen und der individuelle Leistungseinsatz des Hundes können ebenfalls die KLT-Messung beeinflussen. Im Rahmen der vorliegenden Studie konnten diese Gegebenheiten nicht überprüft werden. Aus diesem Grund wäre die Durchführung der Messungen in unterschiedlichen Jahreszeiten draußen sinnvoll. Man schaut sich jedoch hier nicht den Einfluss der Außentemperatur auf die rektale IKT, sondern nur auf die KLT-Messung an sich (Präzision).

Carter und Hall haben in ihrer Studie die GHG-Temperaturen mit einem TT (Vet-Temp® VT-150, Advanced Monitors Co., San Diego, CA, USA) gemessen und die Außenwettereinflüsse, darunter auch die Windgeschwindigkeit, auf die Messungen im GHG einbezogen. In Verbindung mit der Außentemperatur und der Luftfeuchtigkeit zeigte sich dort kein Effekt auf die Messergebnisse (CARTER und HALL 2018).

4.f Ohrenform, Ohrmuschel-/Gehörgangbehaarung, Haarlänge

Anhand der statistischen Auswertung mittels ANOVA-Tests wurden Unterschiede zwischen den Ohrenformen (Steh-, Klapp-, Hängeohren) bei den KLT-Messungen in Bezug auf die rektale IKT ermittelt. In diesem Fall ergab sich der vernachlässigbare Einfluss der Ohrenformen auf die Differenz zwischen der zwei Messmethoden und gilt als nicht signifikant. Interessanterweise hat lediglich das rechte Hängeohr eine Mittelwertdifferenz von -0,42 °C zwischen KLT-Messung und der rektalen IKT gezeigt. Alle anderen Ohrenformen haben eher

zu höheren Werten bei der KLT-Messung im Gegensatz zur IKT geführt. In diesem Zusammenhang ist jedoch anzumerken, dass die niedrige Zahl an Hunden und die ungleiche Verteilung zwischen der einzelnen Ohrenformen diese Ergebnisse beeinflussen konnten.

Zu erwähnenswerten Ergebnissen führte eine Studie von Konietschke et al., bei den Messungen mit einem humanmedizinischen TT (Thermoscan® IRT 4200, Braun GmbH, Kronberg, Deutschland) bei Hunden mit Hängeohren niedrigere Abweichungen zur rektalen IKT ergaben (KONIETSCHKE et al. 2014). Die wesentlichen Unterschiede zwischen der Studie von Konietschke zu gegenständlicher Studie liegen in der größeren Anzahl an Hunden, der unterschiedlichen Anzahl an Ohrenformen (zwei bzw. drei) und der Wahl des Thermometers (TT bzw. KLT). Der Einfluss der Ohrenform auf die KLT-Messung wurde lediglich in einer weiteren Studie beachtet (HUANG und HUANG 1999), bei der Huang nicht signifikanten Unterschied zwischen der Messung mittels TT (Model 9000 IR Thermometer®, Diatek, San Diego, California, USA) an drei verschiedenen Ohrenformen zur rektalen IKT feststellte.

Der Einfluss der Gehörgangbehaarung auf die KLT-Messung hat sich in gegenständlicher Studie im Vergleich zu den rektalen Messergebnissen als nicht signifikant erwiesen. Alle analysierten Gruppen (ja, geringgradig, nein) wiesen positive Mittelwertdifferenzen zwischen der KLT-Messung zur rektalen IKT auf, die aber vernachlässigbar scheinen. Bedauerlicherweise war die Anzahl der Hunde im Vergleich zu anderen Studien gering und die Verteilung der Patienten anhand der Haarmenge im äußeren GHG ungleich.

Eine einzige Studie beschäftigte sich konkret mit dem Einfluss der Haare im GHG auf die Temperaturmessung. Huang wies einen signifikanten Unterschied zwischen haarlosen und haarigen Gehörgängen bei 650 Hunden mittels TT nach und stellte fest, dass Hunde mit haarigen GHG stets eine niedrigere Temperatur als jene mit haarlosen GHG aufwiesen (HUANG und HUANG 1999).

Laut der aktuellen Studie hat die Haarlänge keinen Einfluss auf die KLT-Messung; die Beurteilung erfolgte jedoch an den konkreten Stellen (Achsel und Leiste). Der Einfluss der Haarlänge auf die KLT-Messung wurde in vorliegender Studie als nicht signifikanter Parameter bestätigt; Die kurzhaarigen Hunde bildeten die größte Gruppe. Hunde mit mittellangen und langen Haaren wiesen in den Achseln sehr hohe Mittelwertdifferenzen auf, jedoch war der

Einfluss nicht signifikant. In den Leisten wichen die Mittelwertdifferenzen zwischen den Haarlänge-Gruppen nicht, wie in der Achselgegend, voneinander ab; an dieser Lokalisation wurde ebenfalls nicht signifikanter Einfluss festgestellt. Die ungleiche Verteilung der Anzahl der Hunde anhand der Haarlänge und die geringe Anzahl an Hunden haben jedoch die Ergebnisse und die Aussagekraft gegenständlicher Studie beeinflusst. Daher werden zukünftig Untersuchungen in einer großen Hundepopulation notwendig sein, um die Einflüsse der Ohrenform, der Haarlänge und der Behaarung des GHG auf die KLT-Messung genauer betrachten zu können.

Ähnlich fand Kwon in einer Studie keinen signifikanten Unterschied der verschiedenen Typen des Haarkleides zwischen der durchschnittlichen Thermalkameratemperatur (FLIR® B400 B-series, FLIR Systems, Inc., Wilsonville, USA) von der rektalen IKT. Die Thermalkamera wurde lateral auf dem Körper des Hundes mit zwei Ankerpunkten gerichtet: Der erste Punkt war kranial zum Ischium am Ende des thorakolumbalen Wirbelabschnitts, während der zweite Punkt am kranialen Aspekt der Steißbeinwirbel endete. Ohne Berücksichtigung der IKT wiesen kurzhaarige Hunde die höchste Oberflächentemperatur auf, was laut Kwon anhand der Dicke des Haarkleides und dem dadurch vermehrten Wärmeverlust lag (KWON und BRUNDAGE 2019). In einer anderen Studie wurde ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Haarlänge und der Haarmenge in der Achselgegend mittels des digitalen Thermometers (BD Basic Digital Thermometer®, 3M Consumer Healthcare, Saint Paul, Minn., USA) bei Hunden in Bezug auf die rektale IKT bestätigt (GOIC et al. 2014).

4.g Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit

Im Zeitraum von Ende Juni bis Anfang Oktober 2019 lag die Raumtemperatur im Rahmen gegenständlicher Studie konstant zwischen 22 °C und 24 °C. Allein im Raum Wien kommt es bei den tatsächlichen „Outdoor“-Bedingungen zu Unterschieden zu diesen Werten. Dort liegen die durchschnittlichen Höchsttemperaturen im Zeitraum von Juni bis September zwischen 23 °C und 25 °C mit Höchstwerten im Juli. Im Oktober fällt die Temperatur rasant auf 14 °C runter (Wetter.com GmbH. https://at.wetter.com/reise/klima/klimatabelle/oesterreich-wien-ATAT10_678.html# (Zugriff 02.02.2021)).

Der Einfluss der Lufttemperatur auf die KLT-Messung im Vergleich zur rektalen IKT wurde in gegenständlicher Studie ermittelt. In den tatsächlichen „Outdoor“-Bedingungen gibt es alleine innerhalb Österreichs breite Temperaturunterschiede, während es bei der im Rahmen dieser Studie vorherrschenden Lufttemperatur von 22 °C bis 24 °C nur eine geringe Bandbreite von 2 °C gab. Es ist daher nicht überraschend, dass anhand dieser Messungen keine konsistente Korrelation zwischen den KLT-Messungen und der Raumtemperatur besteht. Diese Feststellungen entsprechen dem Ergebnis einer Studie von Kreissl und Neiger, bei der ebenfalls nicht signifikante Korrelation ($p = 0,3$) zwischen der mittleren Raumtemperatur von 24,2 °C und der KLT-Messung an der Kornea bei Hunden nachgewiesen wurde (KREISSL und NEIGER 2015). Dagegen hat Huang bei der Verwendung eines TT (Model 9000 IR®, Diatek, San Diego, CA, USA) bei Hunden festgestellt, dass die GHG-Temperaturen bei Raumtemperaturen < 25 °C signifikant unterschiedlich von jenen bei Raumtemperaturen > 25 °C sind (HUANG und HUANG 1999). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch humanmedizinischen Studien bei Kleinkindern. Dort wurde eine nicht signifikante Korrelation mit $p = 0,756$ bezüglich der Raumtemperatur (Durchschnitt 24,15 °C) in der Differenz zwischen KLT-Messung (Thermofocus®, model 0800; Tecnimed, Varese, Italy) und Achselmessung mittels eines Digitalthermometers bei Kleinkindern festgestellt (CHIAPPINI 2011). In der Studie von Fortuna et al. wurden ebenfalls keine statistisch signifikante Auswirkungen der Raumtemperaturen (Durchschnitt 23,1 °C) auf die Abweichungen zwischen den rektalen IKT und den KLT-Messungen (Thermofocus® model 1500, Tecnimed srl Vedano Olona, Italy) nachgewiesen (FORTUNA 2010).

Die Luftfeuchtigkeit korrelierte in den Messungen vorliegender Studie signifikant ($p = 0,047$) positiv mit der KLT-Messung nur in der rechten Achsel. In den anderen Lokalisationen existierte die signifikante Korrelation nicht, daher wird dieser Wert dem Zufall zugeordnet. Die gleiche Situation besteht für die Ergebnisse dieser Studie im Zusammenhang mit der Luftfeuchtigkeit, die in der Zeit der Körpertemperaturmessungen zwischen 46 % und 64 % lag, während die relative Luftfeuchtigkeit in Wien von Juni bis Oktober zwischen 66 % und 78 % liegt (Wetter.com GmbH. https://at.wetter.com/reise/klima/klimatabelle/oesterreich-wien-ATAT10_678.html# (Zugriff 02.02.2021)); auch zwischen der KLT-Messung und der Luftfeuchtigkeit wurde keine konsistente Korrelation festgestellt.

Die Studie von Huang wurde ebenfalls keinen Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Temperaturen des GHG mittels TT (Model 9000 IR Thermometer®, Diatek, San Diego, California, USA) festgestellt (HUANG und HUANG 1999).

4.h Limitationen

Eine der größten Limitationen dieser Studie gab es in der kleinen Anzahl der Patienten mit Fieber. Die febrilen Hunde wurden oftmals sehr schnell nach der stationären Aufnahme einer medikamentösen Behandlung unterzogen. Aus diesem Grund war es nicht in allen Fällen möglich, die ursprüngliche erhöhte Temperatur bzw. das Fieber rektal nachvollziehen. Außerdem waren die verschiedenen Grunderkrankungen der Patienten der Gruppe KH nicht in jedem Fall mit Fieber verbunden und hatte dies ebenfalls einen Einfluss auf die geringe Anzahl der Hunde mit Fieber.

Die Vielfalt an Hunden und deren Charakter beeinflusst den Messerfolg mittels KLT. Der Großteil der Hunde war auf Behandlungen und Untersuchung gewohnt. Die Studie lief unter gewissen Standardbedingungen ab, wie insbesondere ein ruhiger Raum und ein kurzer Ablauf der Messungen, die in einer bestimmten Reihenfolge immer von einer Untersuchungsperson durchgeführt wurden. Dennoch gibt es Hunde, die auf unbekannte Ereignisse mit erheblichem Stress reagieren oder durch Freude/ einen hyperaktiven Charakter kurzfristig erhöhte Temperaturen aufweisen. Mögliche Auswirkungen dieser Tatsachen konnten nicht komplett in unserer Studie vermieden werden.

Weitere Einflussfaktoren finden sich in den Feldbedingungen, die in vorliegender Studie nicht beachtet werden konnten. Unter der standardisierten Raumtemperatur, der Luftfeuchtigkeit und anhand des simulierten Windeinflusses konnten die realen „Outdoor“-Bedingungen nicht komplett geschaffen werden. Die für diese Studie simulierten „Outdoor“-Bedingungen entsprechen vorwiegend der Situation in den warmen Sommermonaten. Die Einflüsse unterschiedlicher klimatischer Verhältnisse konnten ebenfalls nicht erhoben werden; z. B. unterscheidet sich der Alpenraum von Wien nicht nur in den Außentemperaturen, sondern auch in der Luftfeuchtigkeit. Zu interessanten Auswirkungen kann ebenfalls der Regen im Frühling/Herbst bzw. der Schnee im Winter und das dadurch nasse Haarkleid führen, welches eventuell die KLT-Messung mittels Helpmation® RC004T im Vergleich zur rektalen IKT

beeinflusst. Diese Einflüsse bzw. Auswirkungen sollten daher im Rahmen zukünftiger Studien ermittelt werden.

Weiters erhöht sich die innere Körpertemperatur durch die Bewegung beim Spielen oder bei sportlicher Tätigkeit. Dabei wird die Frage sein, wie der individuelle Leistungseinsatz oder auch der regelmäßige Sport eine Auswirkung auf die Messergebnisse mittels KLT im Vergleich zur rektalen IKT hat. In gegenständlicher Studie wurden die Fieberpatienten in ruhiger Umgebung als Ersatz für eine mögliche erhöhte IKT beim Sport herangezogen. Außerdem wird interessant sein, ob es Unterschiede bei den KLT-Messungen zwischen Wettbewerbs- bzw. Arbeitshunden und Freizeithunden mit dem Helpmation® RC004T gibt.

Anhand vorliegender Ergebnisse dieser Studie eignet sich der KLT Helpmation® RC004T für die Temperaturbestimmung in der Lokalisation Ohr der gesunden bzw. rektal fieberfreien Hunden am besten. Dort existiert die minimale Abweichung von nicht mehr als 0,5 °C zwischen den beiden Messmethoden, die akzeptabel ist. Aufgrund von niedriger Datenmenge zeigen die febrilen Hunde dieser Studie größere Abweichungen als 0,5 °C zwischen den zwei Messmethoden in allen drei Lokalisationen. Daher können derzeit nicht zur Temperaturbestimmung beim Sport oder Fieberzuständen als der Ersatz zur rektalen IKT-Messung empfohlen werden. Dafür müssen weiterführende Studien mit höherer Anzahl an febrilen Hunden oder beim Sport durchgeführt werden.

5. Zusammenfassung

Das Hauptziel dieser Studie lag darin festzustellen, welche Übereinstimmung die Temperaturmessung mit dem kontaktlosen Infrarot-Thermometer Helpmation® RC004T gegenüber der bewährten rektalen Temperaturmessung bei Hunden aufweist. Dies erfolgte sowohl unter kontrollierten Raumbedingungen, als auch unter mittels Ventilators, simulierten Außenwetterbedingungen. An dieser Studie haben insgesamt 30 Hunde verschiedener Rassen teilgenommen, davon galt die Hälfte als klinisch krank, mit oder ohne Fieber. Das Sammeln der Messdaten fand an der Universitätsklinik für Interne Medizin Kleintiere der Veterinärmedizinischen Universität Wien im Zeitraum von Ende Juni bis Anfang Oktober 2019 statt.

Die Analysen der gemessenen Oberflächentemperaturen zeigten, dass sowohl bei den fieberfreien als auch febrilen Hunden in den Achseln eine Differenz von mehr als $\pm 0,5$ °C zur rektalen Temperatur existiert, die als signifikant gilt. Dagegen überschritten die Temperaturmessungen an den Ohren dieser Hunde nicht eine maximale Differenz von $\pm 0,5$ °C im 95 % Konfidenzintervall zur rektalen Temperatur, und ist diese Lokalisation, daher für die Messung mittels kontaktlosem Infrarot-Thermometer bei fieberfreien Hunden besser geeignet. Bei den Hunden mit Fieber trifft dies jedoch nicht zu. In der Lokalisation Leiste der fieberfreien Hunde überschritten die Differenzen zwischen den Messmethoden im 95 % Konfidenzintervall knapp definierten Grenzwert $\pm 0,5$ °C, die aber als nicht signifikant gelten. Bei febrilen Hunden war die Differenzen in den Leisten nicht mehr akzeptabel. Die strömende Luft des Ventilators im Rahmen der Simulation der Feldbedingungen führte bei der Messung mittels kontaktlosem Infrarot-Thermometer zu niedrigeren Temperaturen als vor dem Luftstrom; der maximale Unterschied von 1 °C zwischen vor dem und während des Lufteinflusses wurde signifikant in den Ohren nachgewiesen. Gegenüber der rektalen inneren Körpertemperatur schien die kontaktlose Infrarot-Messung während des Luftstroms in den Ohren die maximale Differenz von 1 °C aufzuweisen, die signifikant gilt.

Die Ohrenformen („Hängeohr“, „Klappohr“, „Stehohr“) zeigten nicht signifikanten Einfluss auf die Differenz der kontaktlosen Infrarot-Messung von der rektalen Temperatur. Ebenso bestand nicht signifikanter Einfluss der unterschiedlichen Formen der Gehörgangsbehaarung (ja, geringgradig, nein) auf die Differenz der Messung mit dem kontaktlosen Infrarot-

Thermometer und der rektalen IKT. Auch die Haarlänge (kurz, mittel, lang) verursachte nicht signifikanten Einfluss der Messergebnisse mit dem kontaktlosen Infrarot-Thermometer im Vergleich zur rektalen IKT. Die Raumtemperatur sowie die Luftfeuchtigkeit wiesen keine konsistente Korrelation im Zusammenhang zu den gemessenen Oberflächentemperaturen in Bezug auf die rektale Körpertemperatur auf. Aufgrund der kleinen Anzahl der teilgenommenen Hunde ist es notwendig, eine zukünftige Studie mit der höheren Anzahl der Hunde bei unterschiedlichen Wetterbedingungen durchzuführen.

6. Summary

The main goal of this study was to determine the correspondence between the contactless infrared thermometer Helpmation® RC004T and the rectal temperature in dogs. This happened both under controlled room conditions and under simulated ambient conditions via the flowing fan air. A total of 30 dogs of different breeds took part in this study. Half of the patients were presented with different clinical illnesses with or without fever. The collection of measurement data took place at the University Clinic for Internal Medicine Small Animals of the University of Veterinary Medicine Vienna between end of June and early October 2019.

The analysis of the measured surface temperatures showed that in both fever-free and febrile dogs, there is a difference of more than ± 0.5 °C from the rectal temperature, which is considered significant ($p < 0,05$). On the other hand, the temperature measurements on the ears of these dogs didn't exceed a maximum difference of ± 0.5 °C in the 95% confidence interval to the rectal temperature, and this localization is therefore more suitable for measurement by the contactless infrared thermometer in fever-free dogs. However, this is not the case for dogs with fever. In the localization groin of fever-free dogs, the differences between the measurement methods in the 95% confidence interval narrowly defined limit ± 0.5 °C, which are not considered significant. In febrile dogs, the differences in the groins were no longer acceptable.

The flowing air of the fan as part of the simulation of the field conditions resulted in lower temperatures during the measurement by contactless infrared thermometer than before the air flow; the maximum difference of 1 °C between before and during the influence of the air was significantly detected in the ears. Compared to the rectal internal body temperature, the contactless infrared measurement during the air flow in the ears seemed to have the maximum difference of 1 °C, which is significant.

The ear shape ("pendulous ear", "tilt ear", "erect ear") didn't show a significant influence on the difference of contactless infrared measurement from the rectal temperature. Similarly, there was no significant influence of the different forms of ear canal hair (yes, low degree, no) on the difference of measurement with the contactless infrared thermometer and rectal IKT. The length of the coat (short, medium, long) also didn't cause a significant influence of the measurement results with the contactless infrared thermometer compared to rectal IKT. The room

temperature and humidity didn't have a consistent correlation with the measured surface temperatures in relation to the rectal body temperature. Due to the small number of dogs participating, it is necessary to conduct a future study with the higher number of dogs in different weather conditions.

7. Literaturverzeichnis

Angle TC, Gillette RL. 2011. Telemetric measurement of body core temperature in exercising unconditioned Labrador retrievers. *Canadian journal of veterinary research = Revue canadienne de recherche veterinaire*, 75(2):157-159.

Baker MA, Chapman LW. 1977. Rapid brain cooling in exercising dogs. *Science (New York, N.Y.)*, 195(4280), 781-783.

Baumgartner et al. 2014. *Klinische Propädeutik Der Haus- Und Heimtiere: 66 Tabellen*. 8. überarb. Aufl. ed.,80.

Bruchim Y, Aroch I, Eliav A, Abbas A, Frank I, Kelmer E, Codner C, Segev G, Epstein Y, Horowitz M. 2014. Two years of combined high-intensity physical training and heat acclimatization affect lymphocyte and serum HSP70 in purebred military working dogs. *Journal of Applied Physiology*;117(2):112–118.

Bruchim Y, Horowitz M, Aroch I. 2017. Pathophysiology of heatstroke in dogs - revisited. *Temperature (Austin, Tex.)*, 4(4), 356-370.

Bruchim Y, Klement E, Saragusty J, Finkelstein E, Kass P, Aroch I. 2006. Heat stroke in dogs: A retrospective study of 54 cases (1999-2004) and analysis of risk factors for death. *Journal of veterinary internal medicine*, 20(1):38-46.

Carter AJ, Hall EJ. 2018. Investigating factors affecting the body temperature of dogs competing in cross country (canicross) races in the UK. *Journal of thermal biology*, 72:33-38.

Chiappini E, Sollai S, Longhi R, Morandini L, Laghi A, Osio CE, Persiani M, Lonati S, Picchi R, Bonsignori F, Mannelli F, Galli L, de Martino M. 2011. Performance of non-contact infrared thermometer for detecting febrile children in hospital and ambulatory settings. *Journal of clinical nursing*, 20(9-10):1311-1318.

Cichocki B, Dugat D, Payton M. 2017. Agreement of Axillary and Auricular Temperature with Rectal Temperature in Systemically Healthy Dogs Undergoing Surgery. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 53(6):291-296.

- Damanhoury ZA, Tayeb OS. 1992. Animal models for heat stroke studies. *Journal of pharmacological and toxicological methods*, 28(3):119-127.
- Drobatz KJ, Macintire DK. 1996. Heat-induced illness in dogs: 42 cases (1976-1993). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 209:1894-1899.
- Durotoye AO, Grayson J. 1971. Heat production in the gastro-intestinal tract of the dog. *The Journal of physiology*, 214(3): 417-426.
- Ewart SL. 2020. Thermoregulation. In: Klein BG. *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*. 6. Aufl. St. Louis: Elsevier, 596-607.
- Flournoy WS, Wohl JS, Macintire DK. 2003. Heatstroke in dogs: pathophysiology and predisposing factors. *Compendium*, 25(6):410-418.
- Fortuna EL, Carney MM, Macy M, Stanley RM, Younger JG, Bradin SA. 2010. Accuracy of non-contact infrared thermometry versus rectal thermometry in young children evaluated in the emergency department for fever. *Journal of emergency nursing*, 36(2):101-104.
- Gomart SB, Allerton FJ, Gommeren K. 2014. Accuracy of different temperature reading techniques and associated stress response in hospitalized dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 24(3):279-285.
- González AM, Mann FA, Preziosi DE, Meadows RL, Wagner-Mann CC. 2002. Measurement of body temperature by use of auricular thermometers versus rectal thermometers in dogs with otitis externa. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 221(3):378-380.
- Greer RJ, Cohn LA, Dodam JR, Wagner-Mann CC, Mann FA. 2007. Comparison of three methods of temperature measurement in hypothermic, euthermic, and hyperthermic dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 230(12):1841-1848.
- Guyton A. 1991. Body temperature, temperature regulation and fever, in Guyton A (ed): *Textbook of Medical Physiology*, ed 8. Philadelphia, WB Saunders, pp. 797-807.
- Hall EJ, Carter AJ. 2017. Comparison of rectal and tympanic membrane temperature in healthy exercising dogs. *Comparative Exercise Physiology*, 13(1):37-44.

- Hemmelgarn C, Gannon K. 2013. Heatstroke: thermoregulation, pathophysiology, and predisposing factors. *Compendium: continuing education for veterinarians*, 35(7):E4.
- Holloway SA. 1992. Heatstroke in dogs. *Compendium: continuing education for veterinarians*, 14:1598-1604.
- Huang HP, Huang HM. 1999. Effects of ear type, sex, age, body weight, and climate on temperatures in the external acoustic meatus of dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 60(9):1173-1176.
- Konietschke U, Kruse BD, Müller R, Stockhaus C, Hartmann K, Wehner A. 2014. Comparison of auricular and rectal temperature measurement in normothermic, hypothermic, and hyperthermic dogs. *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere - Heimtiere*, 42(1):13-19.
- Kreissl H, Neiger R. 2015. Measurement of body temperature in 300 dogs with a novel noncontact infrared thermometer on the cornea in comparison to a standard rectal digital thermometer. *Journal of veterinary emergency and critical care*, 25(3):372-378.
- Kwon CJ, Brundage CM. 2019. Quantifying body surface temperature differences in canine coat types using infrared thermography. *Journal of thermal biology*, 82:18-22.
- Lamb V, McBrearty AR. 2013. Comparison of rectal, tympanic membrane and axillary temperature measurement methods in dogs. *The Veterinary record*, 173(21):524.
- Lewis S. 1976. Effect of heat on canine and feline. *ISU Vet*, 38:117-121.
- McNicholl J, Howarth GS, Hazel SJ. 2016. Influence of the Environment on Body Temperature of Racing Greyhounds. *Frontiers in Veterinary Science*, 3:53.
- McNicholl JE. 2016. Heat stress in racing Greyhounds (Dissertation).
- Naylor JM, Streeter RM, Torgerson P. 2012. Factors affecting rectal temperature measurement using commonly available digital thermometers. *Research in Veterinary Science*, 92(1):121-123.
- Oglesbee MJ, Alldinger S, Vasconcelos D, Diehl KA, Shinko PD, Baumgärtner W, Tallman R, Podell M. 2002. Intrinsic thermal resistance of the canine brain. *Neuroscience*, 113(1):55-64.

Omóbòwálé TO, Ogunro BN, Odigie EA, Otuh PI, Olugasa BO. 2017. A Comparison of Surface Infrared with Rectal Thermometry in Dogs. *Nigerian journal of physiological sciences*, 32(2):123-127.

Pellegrino F J, Risso A, Vaquero P G, Corrada Y A. 2018. Physiological parameter values in greyhounds before and after high-intensity exercise. *Open veterinary journal*, 8(1), 64–67.

Perry E, Gulson N, Liu Cross TW, Swanson KS. 2017. Physiological effects of stress related to helicopter travel in Federal Emergency Management Agency search-and-rescue canines. *Journal of Nutritional Science*, 6(28):1-5.

Rizzo M, Arfuso F, Alberghina D, Giudice E, Giancesella M, Piccione G. 2016. Monitoring changes in body surface temperature associated with treadmill exercise in dogs by use of infrared methodology. *Journal of Thermal Biology*, 69:64-68.

Sousa MG, Carareto R, Pereira-Junior VA, Aquino MC. 2011. Comparison between auricular and standard rectal thermometers for the measurement of body temperature in dogs. *The Canadian veterinarian journal*, 52(4):403-406.

Steiss J, Ahmad HA, Cooper P, Ledford C. 2004. Physiologic Responses in Healthy Labrador Retrievers during Field Trial Training and Competition. *Journal of Veterinary Internal Medicine*;18(2):147–151.

Teran CG, Torrez-Llanos J, Teran-Miranda TE, Balderrama C, Shah NS, Villarroel P. 2012. Clinical accuracy of a non-contact infrared skin thermometer in paediatric practice. *Child: Care, Health and Development*, 38:471-476.

Wetter.com GmbH. https://at.wetter.com/reise/klima/klimatabelle/deutschland-garmisch_partenkirchen-DE0003244.html (Zugriff 02.02.2021).

Wetter.com GmbH. <https://at.wetter.com/reise/klima/klimatabelle/oesterreich-wien-ATAT10678.html#> (Zugriff 02.02.2021).

Zanghi BM. 2016. Eye and Ear Temperature Using Infrared Thermography Are Related to Rectal Temperature in Dogs at Rest or With Exercise. *Frontiers in Veterinary Science*, 3:111.

8. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Tab.	Tabelle
Sig.	Signifikanz
DIC	disseminierte intravasale Koagulopathie
IKT	innere Körpertemperatur
SD	Standardabweichung
GHG	Gehörgang
GH	Gesunde Hunde
KH	Kranke Hunde
KLT	Kontaktloses Infrarot-Thermometer
KI	Konfidenzintervall
TIS	Tierinformationssystem
TT	Tympanisches Infrarot-Thermometer
ZNS	Zentralnervensystem

9. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

9.a Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Faktoren mit Einfluss auf die Körpertemperatur und die daraus folgenden physiologischen Anpassungswege	4
Abb. 2: Beispiele der Ohrenformen bei Hunden: A – Stehohr, B – Hängeohr, C – Klappohr	13
Abb. 3: Beispiele der Menge der Ohrbehaarung: A – nein, B – geringgradig, C – ja.....	13
Abb. 4: Schematische Darstellung der optimalen Position des KLT im Ohr im Abstand von 3 bis 5 cm von der Ohrmuschel in Richtung des GHG orientiert.....	14
Abb. 5: Positionierung des KLTs beim Messen am Hund: A – Ohr, B – Achsel, C – Leiste..	15
Abb. 6: Phase 2 der Gruppe GH: Positionierung eines Hundes vor dem Ventilator.....	17
Abb. 7: Graphische Darstellung der Differenzen in °C der rektalen IKT und KLT-Messungen aller Probanden in Zusammenhang mit der maximalen gewünschten Abweichung von $\pm 0,5$ °C unabhängig vom IKT-Wert	22
Abb. 8: Graphische Darstellung der Differenzen in °C der rektalen IKT und der KLT-Messungen in Zusammenhang mit der maximalen gewünschten Abweichung von $\pm 0,5$ °C bei den Gruppen fieberfrei und mit Fieber mittels Box-Plot.....	24
Abb. 9: Graphische Darstellung der Differenzen in °C der KLT-Messungen vor und während der Ventilatorwirkung bei den Hunden der Gruppe GH mittels Box Plot	26
Abb. 10: Graphische Darstellung der Differenzen in °C der rektalen IKT und KLT-Messung an beiden Ohren in Bezug auf drei verschiedene Ohrenformen.....	29
Abb. 11: Graphische Darstellung der Differenzen in °C der rektaler IKT zur KLT-Messung an beiden Achseln und Leisten, bezogen auf die Haarlänge	31
Abb. 12: Graphische Darstellung der Differenzen in °C der rektalen IKT zur KLT-Messung an den Ohrmuscheln, bezogen auf die Ohrbehaarung.....	33
Abb. 13: Unterschiedliche Positionierung des KLT Helpmation RC004T (links) und eines TT (rechts) am Ohr.....	40

9.b Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Die Verteilung der Hunde anhand der Rasse	19
Tab. 2: Die Geschlechtsverteilung in Zusammenhang mit dem Kastrationsstatus	19
Tab. 3: Die Verteilung der Hunde nach Haarlänge, Ohrenform und Ohrbehaarung.....	20
Tab. 4: Die gepaarten t-Tests der Differenzen in °C zwischen der rektalen IKT und den einzelnen Lokalisationen der KLT-Messung beider Gruppen GH und KH unabhängig vom IKT-Wert	21
Tab. 5: Die gepaarten t-Tests der Differenzen in °C zwischen der rektalen IKT und den einzelnen Lokalisationen der KLT-Messung der Gruppen „fieberfrei“ und „mit Fieber“	23
Tab. 6: Die gepaarten t-Tests der Differenzen in °C zwischen den KLT-Messungen der einzelnen Lokalisationen vor und während der Ventilatorwirkung	26
Tab. 7: Die gepaarten t-Tests der Differenzen in °C zwischen den KLT-Messungen während der Ventilatorwirkung und der rektalen IKT bei der Gruppe GH	28
Tab. 8: Deskriptive Statistik der Differenzen zwischen der rektalen IKT und KLT Messungen im Ohr, bezogen auf die Ohrenform.....	28
Tab. 9: Deskriptive Statistik der Differenzen in °C zwischen der rektalen IKT und KLT-Messungen in den Achseln und den Leisten, bezogen auf die Haarlänge.....	30
Tab. 10: Deskriptive Statistik der Differenzen in °C zwischen der rektalen IKT und KLT-Messungen in den Achseln und den Leisten, bezogen auf die Ohrmuschelbehaarung.....	32

10. Anhang

10.1 Protokoll Gruppe GH

GRUPPE GH #

Name:

Rasse:

Alter:

Geschlecht: männlich weiblich

Kastrationsstatus: ja nein

Gewicht: kg

Haartyp: kurz mittel lang

Fellfarbe:

Ohrenform: „Stehohr“ „Klappohr“ „Hängeohr“

Behaarung: Gehörgang ja ggr| nein

Datum:

Raumtemperatur:

Luftfeuchtigkeit:

	KLT A [°C]	KLT B [°C]
	links	rechts
Ohr		
Achsel		
Leiste		
Nach 30 Sec Ventilator		
Ohr		
Achsel		
Leiste		

Rektal [°C]	
----------------	--

Bemerkungen:

10.2 Protokoll Gruppe KH

GRUPPE KH #

Name:

Rasse:

Alter:

Geschlecht: männlich weiblich

Kastrationsstatus: ja nein

Gewicht: kg

DIAGNOSE:

Haartyp: kurz mittel lang

Fellfarbe:

Ohrenform: „Stehohr“ „Klappohr“ „Hängeohr“

Behaarung: Gehörgang ja ggr. nein

Datum:

Raumtemperatur:

Luftfeuchtigkeit:

	KLT A [°C]	KLT B [°C]
	links	rechts
Ohr		
Achsel		
Leiste		

Rektal [°C]	
----------------	--

Bemerkungen: