

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der
Veterinärmedizin
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Institut für Tierschutzwissenschaften und Tierhaltung
(Vorstand: Univ. - Prof. PhD. Jean-Loup Rault)

**Injektion von Nelkenöl oder Isoeugenol unter die Hornknospe als
Alternative zur thermischen Enthornung von Ziegenkitzen:
Auswirkungen auf die Augentemperatur**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Mirjam Mainka

Wien, den 01. März 2021

Betreuerin:

Ao. Univ.-Prof. Dr. med. vet. Susanne Waiblinger

Begutachter/in:

Priv. Doz. Dr. Reinhild Krametter-Frötscher DECSRHM

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
2	Tiere, Materialien und Methoden	6
2.1	Tiere, Haltung und Management während des Versuchs.....	6
2.2	Versuchsdesign.....	10
2.3	Versuchsablauf	11
2.4	Datenerhebung.....	13
3	Ergebnisse.....	19
3.1	Tag 0	19
3.2	Tag 1-5	22
4	Diskussion.....	26
4.1	Tag 0	26
4.2	Tag 1-5	27
4.3	Fixation	28
5	Schlussfolgerung.....	29
6	Zusammenfassung.....	30
7	Summary.....	31
8	Literaturverzeichnis.....	32
9	Rechtsnormen.....	34
10	Abbildungsverzeichnis	35
11	Tabellenverzeichnis	35
	Anhang 1	36

1 Einleitung

Die Ziege (*Capra aegagrus hircus*) gehört zur Gattung der Hornträger (*Bovinae*; Paululat und Purschke 2011). Die Hörner sind im Hinblick auf das Sozialverhalten und Wesen der Tiere ein wichtiger Aspekt. Sie werden für Rangordnungskämpfe, Droh- und Imponierverhalten aber auch zum Schutz gegen Feinde eingesetzt (Al-Sobayil 2007). (Land-)wirtschaftlich hat die Ziege nicht nur in Europa, sondern weltweit Bedeutung, insbesondere in der Milchproduktion (Al-Sobayil 2007). Mit Intensivierung der Milchziegenhaltung können sich Probleme ergeben. Gründe dafür sind vor allem die Haltungssysteme, die sich deutlich vom natürlichen Lebensraum der Tiere unterscheiden. Fehlende Ausweichmöglichkeiten bei Konflikten zwischen den Tieren, begrenzte Ressourcen und Instabilität der Herdenstruktur führen zu Stress und erhöhen das Verletzungsrisiko der Tiere untereinander (Waiblinger et al. 2011). Um Verletzungen durch Hornstoß zu vermeiden, ist es ein gängiges Verfahren, die Tiere mit Hilfe eines Brennstabes zu enthornen (Al-Sobayil et al. 2007). In Österreich und Deutschland ist mit dem Anstieg der Ziegenmilchproduktion eine Zunahme der Enthornung bei Ziegen ersichtlich (Waiblinger et al. 2011). Die Enthornung mittels Brennstabs ist jedoch mit Schmerzen verbunden und birgt weitere Gefahren in Bezug auf die Gesundheit der Tiere (Thompson et al. 2005; Alvarez et al. 2009). Bei Ziegen kann es auf Grund der anatomischen Gegebenheiten zu Verletzungen der Schädeldecke und des Gehirns kommen, wodurch eine erhöhte Gefahr für bakterielle Infektionen entsteht; die Folgen können Meningoenzephalitis und Mortalität sein (Sanford 1989; Thompson et al. 2005).

Auf EU-Ebene wird nur für die ökologisch/biologische Produktion eine Vorgabe in Hinblick auf die Enthornung bei Nutztieren festgelegt. In Deutschland wird die Enthornung in der kommerziellen Nutztierhaltung durch die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV) geregelt. Da in dieser die Enthornung für Ziegen nicht explizit festgelegt ist, greift hier das Tierschutzgesetz, welche das „teilweise Amputieren von Körperteilen oder das vollständige oder teilweise Entnehmen oder Zerstören von Organen oder Geweben eines Wirbeltieres“ verbietet (§6 TierSchG). Ausnahme hiervon sind Einzelfallentscheidungen nach tierärztlicher Indikation (§6 TierSchG), unter Schmerzausschaltung und postoperativer Schmerzbehandlung (§5 TierSchG).

In Österreich gilt laut 1. Tierhaltungsverordnung: es ist „die Zerstörung der Hornanlage von Kitzen, die für die Haltung in einem überwiegend auf Milchproduktion ausgerichteten Betrieb

bestimmt sind bis zu einem Alter von vier Wochen erlaubt, wenn der Eingriff von einem Tierarzt nach wirksamer Betäubung und mit postoperativ wirksamer Schmerzbehandlung durchgeführt wird.“ (§2 BGBI. II Nr. 485/2004, Anlage 4 Abs. 2.11.2).

Da die thermische Enthornung schmerzhaft, belastend und mit Risiken für die Kitze verbunden ist (Thompson et al. 2005), ist es sinnvoll, auch im Sinne des Tierschutzes, nach schonenederen Alternativen zur thermischen Enthornung insbesondere bei Ziegen zu suchen. Es gibt bereits Studien zu Alternativen, die sich mit der Injektion von Nelkenöl (*Caryophylli aetheroleum*) unter die Hornknospen von Ziegenkitzen befasst haben (Hempstead et al. 2018a; Hempstead et al. 2018b, Hempstead et al. 2018c). In der Fisch- und Zahnmedizin wird Nelkenöl bzw. dessen Bestandteil Eugenol auf Grund seiner leicht anästhetischen, aber auch antibakteriellen Wirkung traditionell verwendet (Markowitz et al. 1992; Sladky et al. 2001). Eugenol ist die Hauptkomponente des in Nelken enthaltenen Öls; dieses kann als Extrakt zwischen 72 und 90 % Eugenol enthalten (Chaieb et al. 2007; Molaei et al. 2015). Die Injektion von Eugenol in hoher Konzentration kann eine zytotoxische Reaktion auslösen, zur Apoptose von Zellen und Gewebeerstörung führen (Markowitz et al. 1992; Molaei et al. 2015).

Vorhergehende Studien an Kälbern haben gezeigt, dass zuverlässige Parameter zur Evaluierung von Stress und Schmerz bei und nach der Enthornung unter anderem eine Erhöhung der Cortisolkonzentration im Blut oder Plasma, Verhaltensänderungen (Alvarez et al. 2009; Sutherland et al. 2018), eine Senkung der nozizeptiven Schwelle im Bereich der Enthornungswunden (Sutherland et al. 2018) aber auch die Augentemperatur sind (Stewart et al. 2008a; Stewart et al. 2008b). Bereits 1927 erkannte Walter Cannon den Zusammenhang des Sympathikus-Nebennierenmarks-Systems mit den bei akuter Belastung vorgehenden Prozessen im lebenden Organismus und benannte diesen das „Flight and Fight“-Syndrom (von Borell 2000). Folkow und Neil trafen 1971 mit dem Begriff „active defense response“ eine passendere Beschreibung für diesen Prozess. Sie beschrieben, dass es bei Belastung eines Organismus zu einer physiologischen Anpassung kommt, widergespiegelt in der Erhöhung von Herzfrequenz, Atmung und Körpertemperatur und erhöhtem Blutfluss zur Skelettmuskulatur , sowie reduziertem Blutfluss zu Haut und den Verdauungsorganen zeigt (Gabrielsen und Smith 1995). Stress und Schmerz löst ebenfalls eine Reaktion im sympathischen Nervensystem aus und führt zu einem erniedrigten Blutfluss der orbitalen Kapillargefäße. Es kommt in Folge dessen zur Erniedrigung der Augentemperatur, welche über eine Wärmebildkamera gemessen werden kann (Stewart et al. 2005; Stewart et al. 2007; Stewart et al. 2008a).

Das Forschungsprojekt “Untersuchung zur Verhinderung des Hornwachstums bei Ziegenkitzen und Kälbern durch die Injektion von Nelkenöl und Isoeugenol” wurde von der Klinik für Wiederkäuer in Kooperation mit dem Institut für Tierschutzwissenschaften und Tierhaltung durchgeführt. Das Institut für Tierschutzwissenschaften und Tierhaltung befasste sich im Rahmen seines Teilprojektes mit der Fragestellung, ob die Injektion von Nelkenöl oder Isoeugenol zur Verhinderung des Hornwachstum bei Ziegenkitzen schonender ist (d.h. weniger Schmerzen und Stress auslöst) als die thermische Enthornung, und ob sie belastender ist als eine Injektion mit physiologischer Kochsalzlösung. Für die vorliegende Diplomarbeit wurde die Augentemperatur als Indikator für Stress mittels Wärmebildkamera dokumentiert. Weitere Erhebungen im Versuch waren Verhaltensbeobachtungen der Kitze durch die Masterstudentin Julia Mihatsch und Messungen von Doktorandin Sandra Frahm zur mechanisch nozizeptiven Schwelle, Horngröße, -wachstum, Wundheilung und Gewichtszunahme der Tiere während des Versuchs. Ebenfalls evaluiert wurde der Cortisolspiegel.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden folgende Hypothesen untersucht:

Die Injektion von Nelkenöl bzw. Isoeugenol unter die Hornknospen von Ziegenkitzen führt zu größerem Stress und stärkeren Schmerzen für die Tiere als eine Injektion mit NaCl und führt daher zu einem stärkeren Abfall der Augentemperatur; sie verursacht jedoch weniger Schmerzen und Stress als eine thermische Enthornung und führt daher zu einem geringeren Abfall der Augentemperatur im Vergleich zu dieser.

2 Tiere, Materialien und Methoden

Die Studie wurde von der Ethik- und Tierschutzkommission der Veterinärmedizinischen Universität Wien geprüft und befürwortet sowie in Übereinstimmung mit der Good Scientific Practice und unter Beachtung der einschlägigen nationalen Rechtsvorschriften durchgeführt (BMFWF-68.205/0049-WF/V/3b/16). Der Versuch fand im März 2018 statt und wurde auf einem österreichischen Milchziegenbetrieb durchgeführt.

2.1 Tiere, Haltung und Management während des Versuchs

Der Betrieb hielt ca. 200 Milchziegen der Rasse Saanen. Der Stall mit Tiefstreusystem war auf vier Längsbuchten aufgeteilt, in denen sich jeweils etwa 50 weibliche Saanenziegen, zum Teil mit ein bis zwei Böcken, befanden. Alle Tiere hatten freien Zugang zu Heu, Silage und Wasser und erhielten zweimal am Tag zusammen mit der Silage Kraftfutter. Die Kitze wurden nach der Geburt nicht von ihren Müttern getrennt, sondern blieben 2-3 Wochen (bei männlichen

Kitzen) bzw. bis zum Gewicht von etwa 15 kg (bei weiblichen Kitzen) mit ihren Müttern in der Ziegenherde.

In unsere Studie wurden insgesamt 40 männliche Kitze im Alter von 1-5 Tagen (Alter zu Versuchsbeginn) eingeschlossen. Die Kitze wurden nach der Geburt vom Betriebseigentümer selbst mit einer Ohrmarke gekennzeichnet. Diese Ohrmarke diente später auch zur eindeutigen Identifikation des Versuchstiers. Zusätzlich wurden die Kitze einen Tag vor dem Eingriff (Tag-1) mit einem Markierungsspray (Raidex, 400ml) gekennzeichnet, um sie visuell schneller zuordnen zu können bzw. individuelle Verhaltensbeobachtungen durchführen zu können. Jedes Kitz erhielt ein individuelles Muster in Grün, Blau oder Violett auf Rücken, Ohren oder Schwanz (Abb. 1). Ebenfalls wurden am Tag -1 die Haare im Bereich der Hornknospen mit einer Schermaschine für Kleintiere (Aesculap GT420, Braun) entfernt. Am Tag des Eingriffs (Tag 0) wurden die Kitze gewogen.

Die Tiere wurden bis zum siebten Tag nach Versuchsbeginn, d.h. für die Dauer der Datenerhebung für die vorliegende Diplomarbeit, in Kleingruppen zusammen mit den Muttertieren gehalten. Hierfür wurden in zwei der Längsbuchten kleinere Buchten mit Abtrenngittern abgegrenzt um die Versuchstiere von der Herde zu separieren (Abb. 2). Der Kontakt mit anderen Tieren der Herde war jedoch durch die Gitter immer noch möglich (Abb. 3). Pro Bucht wurden entweder vier oder acht Versuchskitze plus deren Muttertiere und deren nicht im Versuch inkludierten Geschwister zusammengehalten. Die Zuteilung zu den Buchten wurde kurz nach der Geburt vorgenommen. Die Größe der Buchten ist in Abb.2 dargestellt. Wie aus Abb. 2 ersichtlich, hatten die Ziegen aus Bucht 1 und 3 durch Engstellen

einen begrenzten Zugang zu den Tränken. Hier wurde die Wasseraufnahme zusätzlich über Kübeltränke gewährleistet.



Abbildung 1 : Gruppe von Versuchstieren mit individuellen Markierungen zur schnelleren Identifikation und für Verhaltensbeobachtungen.

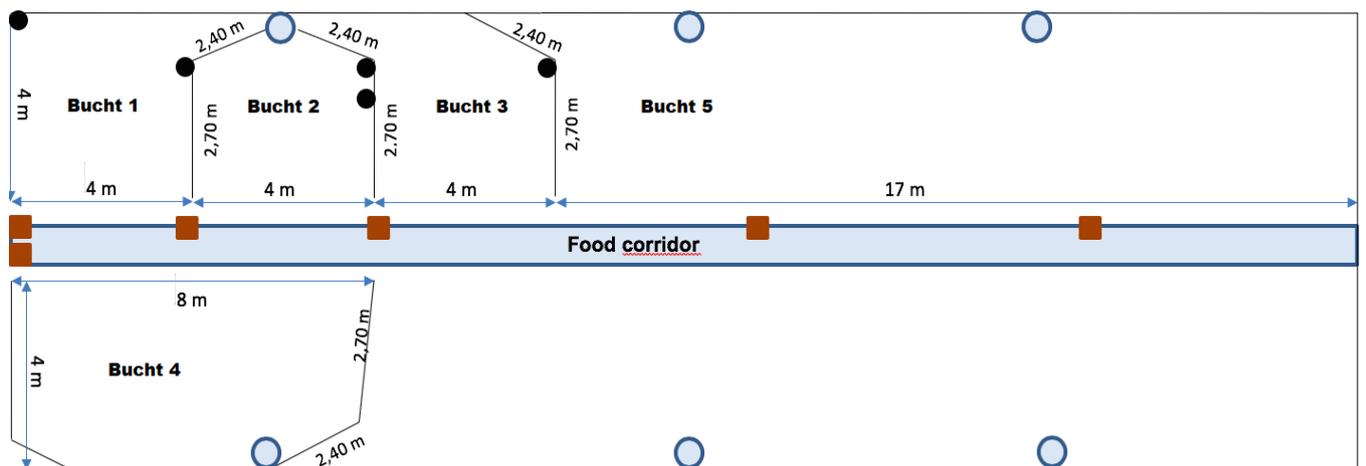


Abbildung 2: Darstellung der Buchten im Stall. Bucht 1, 2 und 3 (je 16m^2) hatten Kameras in verschiedenen Winkeln installiert, hier mit dem schwarzen Punkt gekennzeichnet. Bucht 4 (32m^2) und Bucht 5 (70m^2) hatten keine Kameras. Die Blauen Kreise zeigen die Position der Tränken. © Julia Mihatsch



Abbildung 3 : Mit Gittern abgetrennte Buchten 1, 2 und 3. Alle drei Buchten haben eine Größe von 16m². Bucht 5 (70m²) war zu diesem Zeitpunkt noch mit trächtigen Tieren des Betriebs belegt (zu sehen auf Bild rechts, ganz oben).

2.2 Versuchsdesign

Die 40 Kitze wurden zufällig den folgenden vier Behandlungen zugeteilt:

Nelkenöl(n=10): Injektion von 0,2 ml Nelkenöl (Frey and Lau GmbH, Henstedt-Ulzburg, Germany) unter jede Hornknospe.

Isoeugenol (n = 10): Injektion von 0,2 ml Isoeugenol (98% cis/trans Isoeugenol, Sigma-Aldrich Handels GmbH, Vienna, Austria) unter jede Hornknospe.

Buddex (n = 10): Thermische Enthornung mit dem Buddex-Gerät unter Vollnarkose mit 0,22 mg/kg Xylazin und 11 mg/kg Ketamin i.m. (bei den ersten beiden Kitzen) bzw. 0,05 mg/kg Xylazin und 10 mg/kg Ketamin i.m. (nachfolgende Kitze)

NaCl (n = 10): Injektion von 0,2 ml physiologische Kochsalzlösung (0,9%) unter jede Hornknospe (NaCl, Kochsalz „Braun 0,9% - Infusionslösung“, B. Braun Austria GmbH, Austria). Die Injektion wurde mit einer 16 G Nadel (BOVIVET 16G x 1-1/2“ 1.6 x 38mm, Jørgen KRUUSE A/S, Langeskov, Dänemark) vorgenommen.

Die Kitze waren auf insgesamt sechs Wiederholungen aufgeteilt. Die Wiederholungen bestanden aus zwei 4er Gruppen, in denen je ein Kitz pro Behandlung zugeteilt war, und vier 8er Gruppen, in denen pro Behandlungen zwei Kitze zugeteilt waren. Alle Tiere einer Gruppe wurden am gleichen Tag ihrer jeweiligen Behandlung unterzogen. Diese Versuchstiere eines Tages blieben dabei als Gruppe immer zusammen und waren getrennt von den anderen Wiederholungen.

Die Tiere kamen meist von verschiedenen Müttern, es konnten aber auch Brüder zusammen in einer Wiederholung sein, dann waren sie jedenfalls unterschiedlichen Behandlungen zugeteilt. Die Reihenfolge der Behandlung innerhalb einer Wiederholung war variabel und wurde vom durchführendem Tierärztinnenteam festgelegt. Diesen war die Behandlung der jeweiligen Tiere bekannt. Alle weiteren Personen waren bezüglich der Injektionsbehandlung verblindet – eine Verblindung der thermischen Enthornung war aus ersichtlichen Gründen nicht möglich.

Am Tag 5 nach dem Eingriff wurden die ersten 20 Tiere (Tier 1-20) in Bucht 4 übersiedelt um Platz für die nächste Gruppe zu schaffen. Dies war notwendig, da nur Bucht 1, 2 und 3 mit Kameras für die Verhaltensbeobachtungen ausgestattet war. Bucht 4 und 5 hat daher nur Bedeutung für die Verhaltensbeobachtungen, jedoch nicht für die Studie der Thermographie, da diese nur bis Tag 5 nach dem Eingriff lief.

2.3 Versuchsablauf

Am Tag des Eingriffs (Tag 0) wurden die bereits markierten Tiere von einer Person in der Bucht eingefangen und über das Fressgitter an eine zweite Person übergeben, die das Tier für die folgende Datenerhebung und den Eingriff auf dem Futtertisch fixierte. Ein Team aus zwei Tierärztinnen unterzogen jedes Tier vor dem Eingriff einem kurzen allgemeinen Gesundheitscheck und wogen es. Die Behandlung (thermische Enthornung bzw. Injektion) wurde auf dem Futtertisch von Tierärztinnen der Universitätsklinik für Wiederkäuer der Veterinärmedizinischen Universität Wien durchgeführt. Die Injektion der genannten Testsubstanzen erfolgte ohne Einsatz von Sedativa, Anästhetika oder Analgetika.

Für die Injektionsbehandlungen wurde das Kitz von einer Person auf dem Arm so fixiert, dass die Tierärztin seitlich der Hornbasis die Nadel einstechen und bis zur Mitte unter die Hornknospe schieben konnte, um dort die Substanz zu injizieren. Die Brennstab-Kitze wurden für die Xylazin/Ketamin-Injektion und bis zum Eintreten der Bewusstlosigkeit auf dem Arm gehalten. Der verwendete Brennstab (Buddex®) wurde circa 10 Minuten vor Ingebrauchnahme eingeschaltet. Nachdem der Brennstab heiß genug war, wurde er auf die Haut um die Hornansätze gedrückt und beim Ertönen des Signaltons mit einer kräftigen Dreh- und Druckbewegung zum Abhebeln der Hornknospen verwendet. Nachdem die Hornknospen entfernt waren, wurden die Wunden mit einem antibakteriellen Spray (Cyclo Spray 2,45%, 211 ml, Dechra) versorgt. Für die Dauer der Aufwachphase wurden die Kitze auf eine Decke unter Wärmelampen gelegt. Erst nach Erlangen der Stehfähigkeit wurden die Tiere wieder zum Rest der Gruppe und den Muttertieren zurückgesetzt. Im Gegensatz dazu konnten die Kitze aus den drei Injektionsgruppen gleich nach der Behandlung und direkt anschließender Datenerhebung (siehe 1.4.) wieder in die ihnen zugeteilte Bucht gebracht werden. Pro Tier und Behandlung wurden ca. 10 -15 Minuten vom Zeitpunkt des Einfangens bis zum Ende des Eingriffs benötigt. Um präzise arbeiten zu können und alle Daten gemäß dem Probenplan (siehe 1.4., Tab.1) durchführen zu können, wurde zu Beginn des Eingriffs eine Stoppuhr pro Tier gestartet (Abb.4). Der gesamte Vorgang wurde auf dem Futtertisch durchgeführt.



Abbildung 4: Ablage von Klemmbrettern und Versuchsmaterial auf einem Tisch auf dem Futtertisch direkt neben den Buchten. Zu sehen sind Röhrchen für Cortisol-Messungen, sowie die Datenblätter zur Dokumentation des Versuchs auf den Klemmbrettern. Pro Klemmbrett und Datenblatt ist eine laufende Stoppuhr pro Kitz zur zeitlichen Abstimmung des Versuchsplans fixiert.

2.4 Datenerhebung

2.4.1 Messzeitpunkte

Für die Datenerhebung wurde im Vorfeld ein genauer Plan erstellt (Tabelle 1). Die Messzeitpunkte der einzelnen Tiere mussten auf die Datenerhebung für weitere Parameter (Speichelproben für Kortisolmessung, Verhaltensbeobachtungen, Erhebung der mechanisch nozizeptiven Schwelle, Infrarotmessung der Hornregion, Horn- bzw. Wundgrößenmessung) abgestimmt werden. Die Augentemperatur wurde mittels Infrarots (IR)-Bildaufnahmen zu folgenden Zeitpunkten aufgenommen: An Tag 0 (d.h. Tag des Eingriffs) wurden Aufnahmen vor dem Eingriff und direkt danach angefertigt, darauf folgten die Messzeitpunkte von 1h, 3h (nur bei 17 Tieren) und 6h nach Behandlung. An den folgenden 5 Tagen wurden jeweils morgens zwischen 7 Uhr und 10 Uhr, sowie abends zwischen 16 Uhr und 19 Uhr ein Bild des rechten Auges aufgenommen. Es wurde darauf geachtet, dass die Tiere an allen Tagen zu gleichen Zeiten fotografiert wurden.

Ursprünglich war an Tag 0 eine stündliche Dokumentation der Augentemperatur bis zu sechs Stunden nach der Behandlung geplant, da zunächst mit vier Tieren je Wiederholung gerechnet wurde. Mit diesem Plan wurde bei der ersten Wiederholung begonnen, die jedoch bereits acht Tiere umfasste. Es wurde relativ schnell offensichtlich, dass dieser Zeitplan bei einer Anzahl von acht Tieren pro Wiederholung nicht umgesetzt werden kann. Dies führte zu der tatsächlichen Probenahme gemäß Tabellen A1 (für gesamten Versuch) und A2 (detailliert für Wiederholung 1 an Tag 0) in Anhang 1. Gründe dafür waren zum einen Verzögerungen und Überschneidungen mit anderen Messungen, sowie Komplikationen mit der Narkose bei den Buddex-Tieren, die einer intensiven Überwachung und Versorgung bedurften. Um den Ablauf zu harmonisieren und den Tieren und Beobachtern mehr Ruhephasen zu ermöglichen, ergaben sich daher für die Gruppen 2 bis 8 die oben und in Tabelle 1 dargestellten Messzeitpunkte. Gruppe 2, 3 und 5 umfassten jeweils nur vier Tiere, weshalb der Zeitpunkt 3h ebenfalls erhoben werden konnte, während dies bei den Gruppen 4 und 6 sowie den Tieren 6-8 der Gruppe 1 durch die größere Tieranzahl nicht möglich war. Es wurde nicht völlig auf den Zeitpunkt 3h verzichtet, da nicht vorauszusehen war, dass es noch zwei Wiederholungen mit acht Tieren geben würde.

Tabelle 1: Zeitplan der Datenerhebung im Versuch (IR-Foto: Infrarot-Aufnahme der Augen und Bereich der Hornanlagen, MNT: mechanische nozizeptive Schwelle (mechanical nociceptive threshold), Cortisol: Speichelprobenentnahme für Cortisolkonzentration. Verhaltensbeobachtungen hatten eine Zeitspanne von 5 Minuten, die IR-Fotos wurden so in den Plan integriert, dass es möglichst zu keiner Beeinflussung durch andere und von anderen Messungen kommt. An den Tagen 1-5 wurden jeweils morgens und abends zur gleichen Zeit Aufnahmen der Tiere erstellt. Am Tag 2 begann für die nächste Gruppe der Tag 0, also Tag des Eingriffs.

Tag	Zeitpunkt	Messungen	Frequenz	Bemerkung
Tag 0	vorher	Verhalten IR-Foto Cortisol MNT/Horngröße		
	während	Verhalten		fixiert
	danach	IR-Foto Cortisol MNT / Wundgröße Verhalten		fixiert
	1h	IR-Foto Cortisol		
	3h	Verhalten IR-Foto		
	6h	Verhalten IR-Foto MNT		
	Tag 1	morgens /abends	Verhalten IR-Foto MNT Horn-/Wundgröße	2x/ d 2x/ d 1x/ d
Tag 2	morgens /abends	IR-Foto	2x/ d	Start Tag 0 der nächsten Gruppe
Tag3	morgens /abends	Verhalten IR-Foto	2x/ d 2x/ d	
Tag 4	morgens /abends	IR-Foto	2x/ d	
Tag 5	morgens /abends	IR-Foto	2x/ d	

2.4.2 Augentemperatur Messung

Die Datenerhebung für diese Diplomarbeit erfolgte mittels einer Wärmebildkamera (FLIR T650sc, FLIR Systems, Inc., Wilsonville, OR, USA; Abb. 5). Um die Kamera an die Stalltemperatur anzupassen, wurde sie 20 Minuten vor Ingebrauchnahme angeschaltet. Über das Display wurden die Luftfeuchtigkeit, Raumtemperatur sowie Distanz zum Ziegenkitz, welche ca. 1 Meter betrug, eingestellt. Luftfeuchtigkeit und Raumtemperatur wurden hierbei von einem Thermohygrometer einmal morgens und einmal nachmittags abgelesen und händisch eingetippt. Das Thermohygrometer befand sich etwas erhöht in der letzten Stallbucht, von außen einsehbar, und zeichnete die Temperatur und Luftfeuchtigkeit kontinuierlich in 10 min-Intervallen auf. Ungefähr alle 10 bis 15 Minuten wurde eine neue Kalibrierung der Kamera durchgeführt. Die Aufnahme war so eingestellt, dass neben dem Infrarotbild automatisch eine Farbfotographie aufgenommen und abgespeichert (SD-Karte) wurde. Dies war neben der schriftlichen Dokumentation eine zusätzliche Sicherung, um die Bilder den richtigen Tieren zuordnen zu können.

Bei den Messungen am Tag des Eingriffs (Tag 0), vor und direkt nach dem Eingriff, wurde das Kitz von einer Person am Futtertisch am Arm gehalten. Die Person vermied es, den Kopf des Kitzes zu berühren. Diese Maßnahme war notwendig um eine Wärmeübertragung der Körper zu vermeiden. Zu den übrigen Zeitpunkten wurden die IR-Aufnahmen überwiegend in der Bucht, vorzugsweise an nicht fixierten Tieren, durchgeführt; bei einem sehr geringen Anteil der Messungen fanden diese ebenfalls am Futtertisch am Arm fixiert statt. Bei allen Aufnahmen wurde notiert ob sich das Tier in der Bucht oder am Futtertisch befand und ob es von einer Person festgehalten werden musste. Wenn ein Tier fixiert wurde, wurde unterschieden ob es dabei auf dem Arm gehalten, oder es stehend am Wegrennen gehindert wurde. In der Bucht wurde weiterhin unterschieden, ob die Tiere, wenn sie nicht festgehalten wurden, im Gruppenverband oder alleine lagen oder während der Aufnahme standen. Pro Messzeitpunkt wurden jeweils mehrere Aufnahmen getätigt, um später die am besten geeigneten Bilder auswählen zu können.



Abbildung 5 : Wärmebildkamera der Marke FLIR Modell T650sc.

2.4.3 Bildbearbeitung

Nach abgeschlossener Datenerhebung im Stall wurden die Bilder jeden Tag auf einer Festplatte gesichert und am Computer den jeweiligen Versuchstieren zugeordnet. Nach Abschluss der Datenerhebung wurden die Bilder am Computer im Softwareprogramm ResearchIR von FLIR bearbeitet und die Ergebnisse in eine Excell-Datentabelle eingetragen. Es wurde Start und Ende der Fotoserie übertragen, sowie der Zeitpunkt des ausgewählten Fotos. Pro Zeitpunkt wurde das geeignetste Bild an Hand folgender Kriterien ausgewählt: Das Bild durfte nicht verwackelt sein (Bildschärfe), das rechte Auge und dessen Innenwinkel musste gut erkennbar und offen sein. Diese Kriterien wurden visuell im Softwareprogramm ResearchIR von FLIR überprüft. Anschließend wurden die Daten des Thermohygrometers in Excel aufgerufen und in ResearchIR mit denen der Kameraeinstellung verglichen. Wurden Abweichungen festgestellt, wurden diese korrigiert. Nachdem bereits das beste Bild ausgewählt und Raumtemperatur

sowie Luftfeuchtigkeit im Bedarfsfall korrigiert waren, wurde im Programm ResearchIR das Bild weiterverarbeitet. Das bei unseren Messungen verwendete Mess-Tool war die Ellipse. Die Ellipse wurde als ROI (region of interest) über das zu messende Auge gezogen. Es wurde darauf geachtet, dass das ganze Auge in der Ellipse lag. Innerhalb der Ellipse wurde der wärmste Spot (Maximalwert) ermittelt. Position (im inneren Augenwinkel, an einer anderen Stelle im Auge), sowie Wert des Maximalwerts wurden in einer Excel-Datei notiert. Aufnahmen, bei denen keine Messung der Temperatur des Augeninnenwinkels auf Grund von davor liegenden Wimpern, geschlossenem Augenlid oder anderen Störfaktoren möglich war, wurden späterhin aus der Analyse ausgeschlossen. Die so bearbeiteten Bilder und zugehörigen Werte wurden für jedes Tier in einen Ordner abgespeichert.

2.4.4 Statistische Analyse

Die statistische Analyse erfolgte an der Veterinärmedizinischen Universität mit Hilfe der Statistiksoftware SPSS 24 (IBM SPSS Statistics, New York, NY, USA)..

Für die Erfassung der Augentemperatur wurden nur jene Werte verwendet, in denen die maximale Augentemperatur (MaxEye) im inneren des rechten Augenwinkels (WertWo<2) lagen. Es wurde zunächst mittels einer ANOVA überprüft ob schon vor Beginn der Behandlung d.h. im Basiswert, ein Unterschied zwischen den Behandlungen vorlag und ob das Alter der Kitzte einen Einfluss ausübte. Das Ergebnis wies keinen Unterschied auf. Für die statistische Auswertung wurde anschließend die Differenzen der Augentemperatur gebildet. Diese wurden gebildet, indem der jeweilige Wert des Messzeitpunktes minus den Basiswert vor dem Eingriff genommen wurde. Der Tag 0 wurde getrennt von den Tagen 1-5 betrachtet.

2.4.4.1 Tag 0

Für den Tag des Eingriffs wurden nur die Injektionsbehandlungen (NaCl, Isoeugenol und Nelkenöl) miteinander verglichen, da die Buddex-Tiere zu den ersten Zeitpunkten noch unter Narkoseeinfluss standen und diese einen starken Einfluss auf die Körper- und damit auch Augentemperatur haben kann und darüber hinaus bei geschlossenen Augen keine Daten erhoben werden können. Es wurde ein lineares gemischtes Modell mit der Zielvariable Differenz der Augentemperatur und den fixen Faktoren Behandlung (NaCl, Isoeugenol, Nelkenöl), Messzeitpunkt (nach, 1h, 3h, 6h), Fixation (im Arm außerhalb, im Arm in der Bucht, in der Bucht stehend, in der Bucht alleine liegend, in der Bucht in der Gruppe liegend), sowie den Zweifach-Interaktionen Behandlung mit Messzeitpunkt bzw. mit Fixation gerechnet.

Zufallsfaktor war das Tier genestet in Wiederholung. Die Interaktion Behandlung*Messzeitpunkt wurde aus dem Modell entfernt auf Grund fehlender Signifikanz ($p > 0,05$). Die Modellannahmen wurden graphisch überprüft. Die paarweisen Vergleiche fanden post-hoc mit Sidak-Korrektur statt.

2.4.4.2 Tag 1-5

Hierbei war auch die Buddex Gruppe mit einbezogen. Es wurde ein lineares gemischtes Modell mit denselben fixen und zufälligen Faktoren und demselben Vorgehen wie für den Tag 0 gerechnet. Auch hier war die Interaktion Behandlung*Messzeitpunkt nicht signifikant und das Modell wurde entsprechend reduziert.

3 Ergebnisse

3.1 Tag 0

Die Differenzen der Augentemperatur an den Messzeitpunkten 'nachher', '1h', '3h' und '6h' nach der Injektion (Wert minus den Basiswerten vor der Injektion) unterschieden sich zwischen den Behandlungen (Tab. 2). Während nach Injektion von NaCl über alle Zeitpunkte ein Anstieg der Augentemperatur zu verzeichnen war, sank die Augentemperatur bei den Nelkenöl-Kitzen ab und blieb nach Injektion von Isoeugenol in etwa konstant (Tab.2, Abb. 6, Abb. 7). NaCl unterschied sich dabei signifikant von sowohl Nelkenöl ($p=0.005$) als auch von Isoeugenol ($p=0,044$), während sich diese beiden nicht unterschieden ($p=0,704$). Tiere der Buddex Behandlung wurden an Tag 0 nicht mitberücksichtigt, da sie sich bis zu 1h nach Injektion noch in der Aufwachphase von der Narkose befanden.

Es gab weder eine signifikante Interaktion zwischen Zeitpunkt und Behandlung, noch einen Haupteffekt des Zeitpunkts (Tab.2). In der Abbildung 7 ist allerdings zu erkennen, dass bei den mit NaCl injizierten Tieren die Differenzen Augentemperaturen im Median zu allen Zeitpunkten im positiven Bereich lagen, sprich einen Anstieg der Augentemperatur aufwiesen. Bei Nelkenöl und Isoeugenol ist bei den Zeitpunkten 'nachher' und '1h' ein (geringer) Anstieg, bei den Zeitpunkten '3h' und '6h' ein Abfallen der Augentemperatur zu sehen.

Die Fixation der Tiere hatte abhängig von der Behandlung einen signifikanten Effekt auf die Veränderung der Augentemperatur (Interaktion Behandlung*Fixation, Tab. 2), es gab jedoch keinen Haupteffekt der Fixation (Tab. 2). Bei Nelkenöl gab es den stärksten Abfall der Augentemperatur, wenn das Tier in der Bucht auf dem Arm fixiert wurde und kaum einen Abfall bis eher einen leichten Anstieg bei Fixierung auf dem Arm außerhalb der Bucht am Futtertisch (Tab. 2). Bei Isoeugenol war ebenfalls der stärkste Abfall der Augentemperatur bei Fixation auf dem Arm in der Bucht zu verzeichnen, bei allen anderen Fixationen ein Anstieg, insbesondere beim Liegen in der Bucht gab es den höchsten Wert. Bei NaCl stieg bei allen Fixationsarten die Augentemperaturen an, der höchste Wert lag dabei bei Kitzen, die in der Bucht stehend fotografiert wurden und der geringste bei denjenigen, die in der Bucht (alleine) lagen.

Tabelle 2: Ergebnisse des Modells an Tag 0. Geschätzte Mittelwerte±Standardfehler der Differenzen der Augentemperatur zu den Zeitpunkten nach der Injektion minus jeweils den Basiswert vor der Injektion von Nelkenöl, Isoeugenol oder physiologischer Kochsalzlösung (NaCl). Die Behandlung Buddex wurde auf Grund der Narkose der Tiere nicht berücksichtigt.

Tag 0	Nelkenöl	Isoeugenol	NaCl	F	Df num, den ¹	P
Behandlung	-0,280±0,266	0,059±0,256	0,976±0,268	5,931	2, 23,673	0,008
Zeitpunkt				1,402	3, 3,176	0,388
Fixation				3,533	4, 4,424	0,113
Behandlung*Fixation				5,127	6, 6,345	0,030
Liegen i. Gr.	-0,258±0,494	0,120±0,424				
Liegen i. Bucht	-0,356±0,396	0,259±0,301	0,164±0,305			
Stehen i. Bucht	-0,210±0,521		2,564±0,490			
Arm i. Bucht	-0,670±0,287	-0,195±0,317	0,731±0,296			
Arm a. Futtertisch	0,092±0,301	0,051±0,310	0,445±0,342			

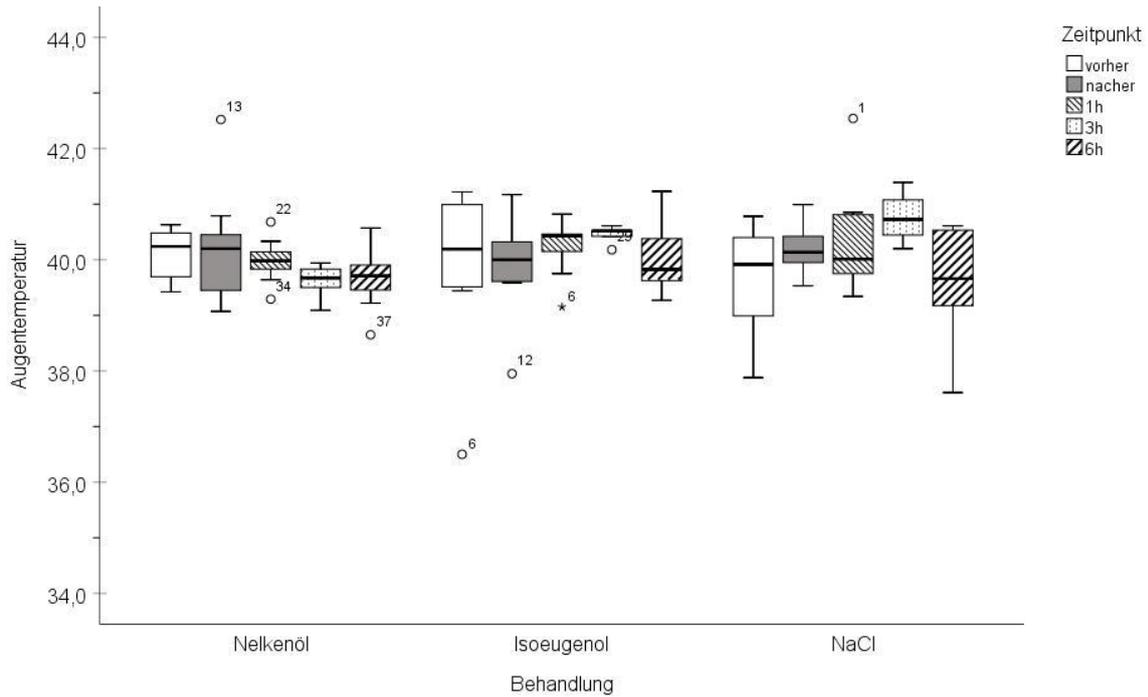


Abbildung 6: Boxplots der Augentemperaturen der Kitze vor und direkt nach bzw. 1h, 3h, 6h nach Injektion von Nelkenöl, Isoeugenol oder NaCl.

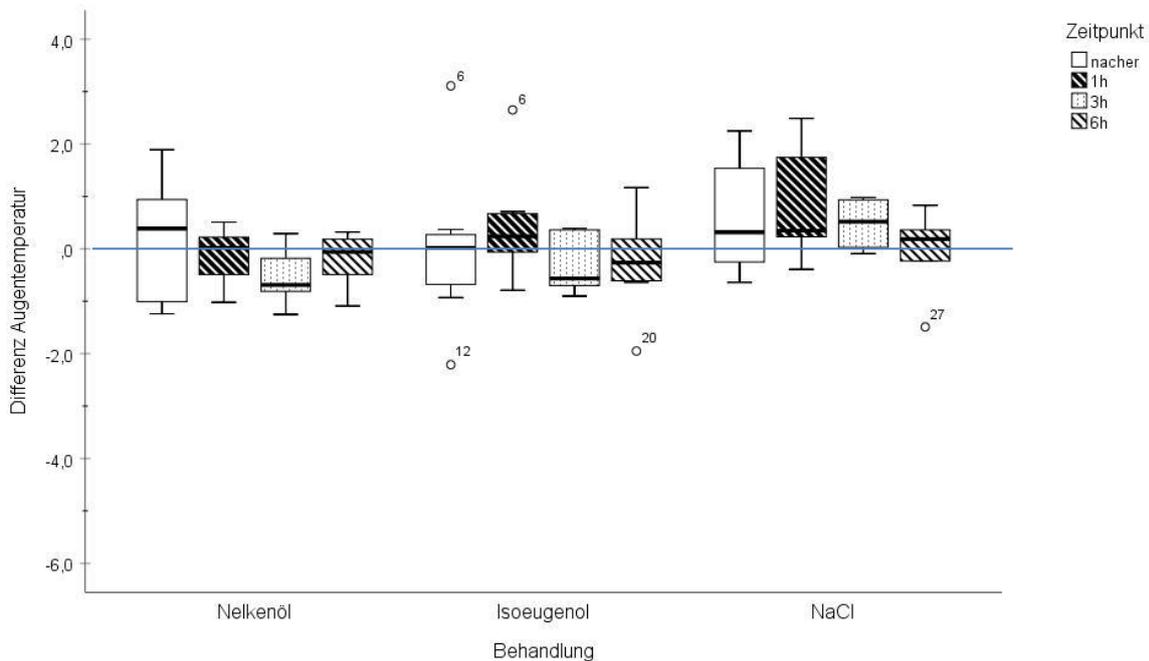


Abbildung 7: Boxplots der Differenzen der Augentemperaturen der Kitze berechnet zu vor der Injektion von Nelkenöl, Isoeugenol und NaCl.

3.2 Tag 1-5

An den Tagen 1 bis 5 nach Behandlung gab es keinen Effekt der Behandlung auf die Augentemperatur (Differenzen zu den Basiswerten, Tab. 3), auch wenn in Abbildung 9 graphisch Unterschiede vorzuliegen scheinen: Hier liegen die Werte der NaCl Gruppe im Median im positiven Bereich, was bedeutet es gab eine Erhöhung der Augentemperatur im Vergleich zur Basis; während bei den anderen Behandlungen die Mediane meist leicht im negativen Bereich liegen, d.h. die Augentemperatur ist gesunken. Auch der Zeitpunkt und die Interaktion zwischen Zeitpunkt und Behandlung hatten keinen Einfluss auf die Augentemperatur (Tab. 3). Die Fixation der Tiere während der Augentemperaturmessung hatte jedoch auch an diesen Tagen abhängig von der Behandlung einen Effekt auf die Veränderung der Augentemperatur relativ zum Basiswert (Interaktion Behandlung*Fixation, Tab. 3); hier lag zudem ein Haupteffekt der Fixation vor (Tab.3).

Insgesamt stieg bei Messung während „Liegen in der Gruppe“ die Augentemperatur im Vergleich zum Basiswerte an, bei allen anderen Fixationsmethoden dagegen war die Augentemperatur geringer als bei der Basismessung, am geringsten bei „Liegen in der Bucht (Tab. 3). Es wurde ein signifikanter Unterschied zwischen „Liegen in Gruppe“ und „Liegen in Bucht“ ($p=0,000$) festgestellt, sowie zwischen „Liegen in Gruppe“ und Fixation auf „Arm in Bucht“ ($p=0,024$). Zwischen den anderen Fixationsarten wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. In Bezug auf die Interaktion mit Behandlung war die höchste Augentemperatur bei allen Behandlungen beim „Liegen in der Gruppe“ zu finden außer nach Injektion von NaCl; dort gab es den höchsten Wert, wie auch schon am Tag 0, bei einer Messung am stehenden Kitz („Stehen in der Bucht“, Tab. 3).

Tabelle 3: Messergebnisse Tag 1-5 für alle vier Behandlungen. Geschätzte Mittelwerte±Standartfehler in Abhängigkeit zur Differenz der Augentemperatur der Behandlungen.

Tag 1-5	Nelkenöl	Isoeugenol	Buddex	NaCl	Fixation	F	Df num,den ¹	P
Behandlung	0,257±0,304	0,218±0,311	0,589±0,308	0,202±0,305		0,958	3, 41,596	0,422
Zeitpunkt						1,672	9, 48,759	0,122
Fixation						7,208	4, 136,885	0,000
Liegen i. Gr.					0,144±0,155			
Liegen i. Bucht					-0,428±0,175			
Stehen i. Bucht					-0,418±0,249			
Arm i. Bucht					-0,113±0,151			
Arm a. Futtertisch					-0,244±0,199			
Behandlung*Fixation						1,801	12, 150,643	0,053
Liegen i. Gr.	-0,067±0,308	0,191±0,313	0,194±0,310	0,258±0,308				
Liegen i. Bucht	-0,464±0,338	-0,135±0,330	-0,952±0,391	-0,161±0,331				
Stehen i. Bucht	-0,688±0,467	-0,557±0,553	-0,997±0,484	0,571±0,458				
Arm i. Bucht	-0,101±0,298	-0,227±0,295	-0,362±0,296	0,237±0,300				
Arm a. Futtertisch	-0,016±0,372	-0,398±0,362	-0,552±0,383	-0,012±0,390				

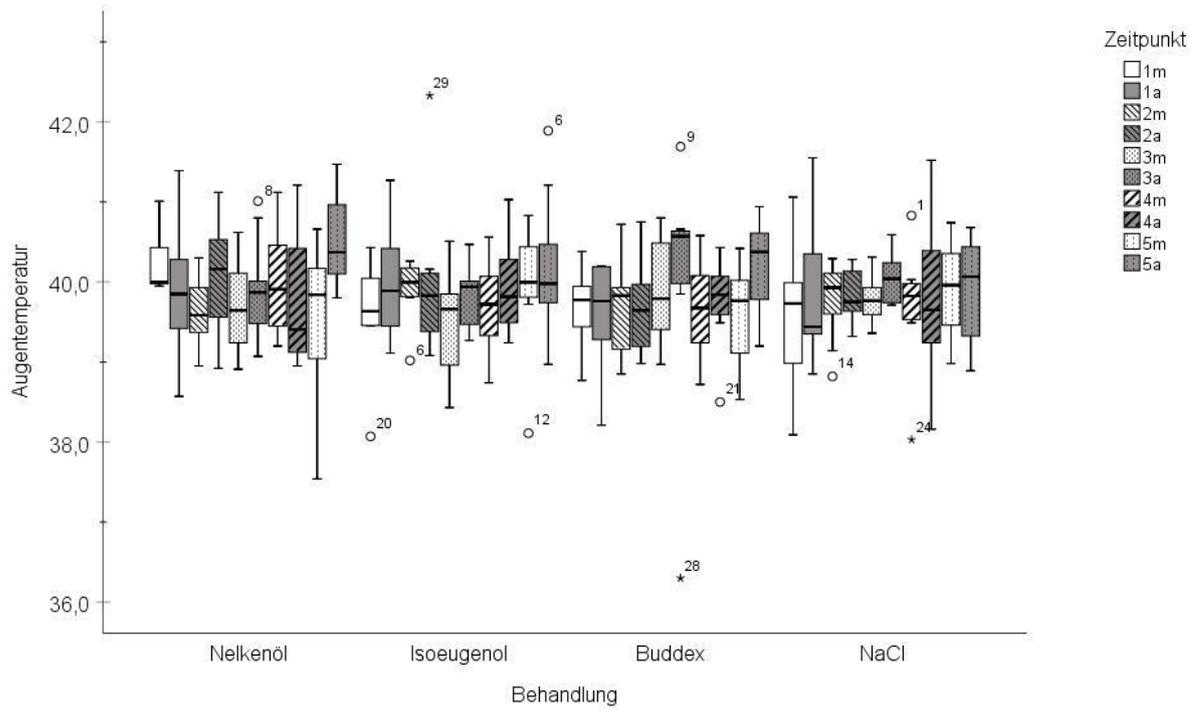


Abbildung 8: Boxplots der Augentemperaturen zu allen Zeitpunkten der Kitze der Behandlungen Nelkenöl, Isoeugenol, Buddex und NaCl.

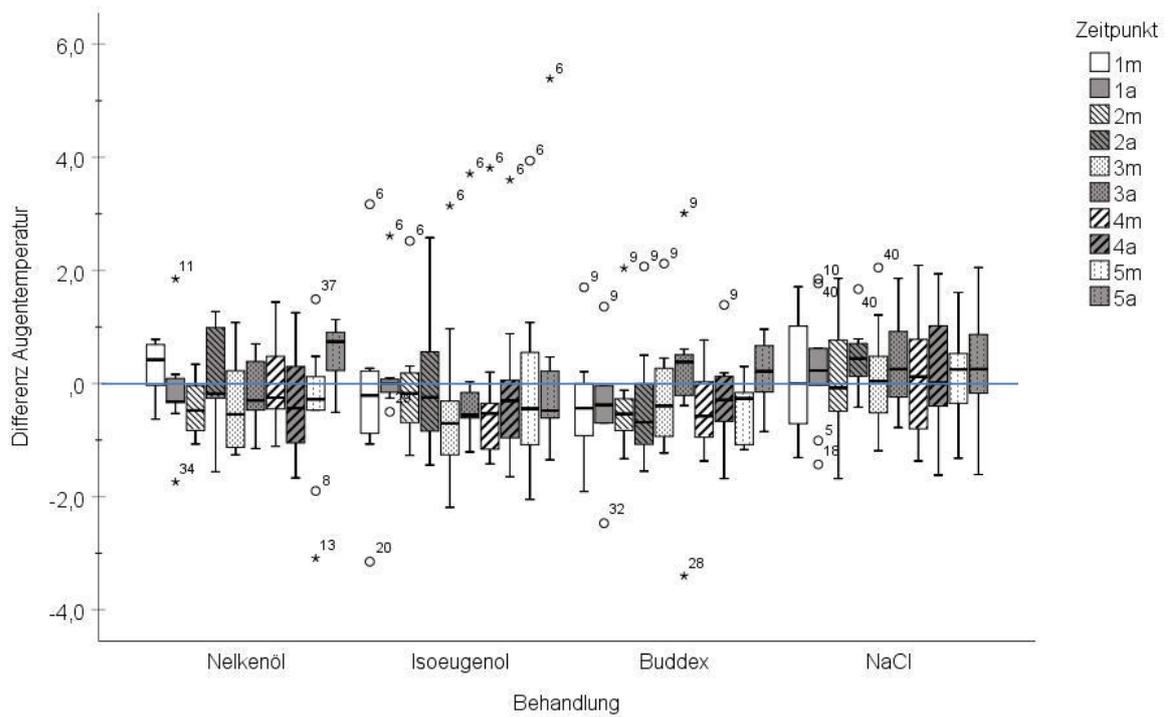


Abbildung 9: Differenz der Augentemperatur zum Zeitpunkt „davor“ bei den Behandlungen Nelkenöl, Isoeugenol, Buddex und NaCl.

4 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde die Hypothese aufgestellt, dass die Injektion von Nelkenöl und Isoeugenol unter die Hornknospen von Ziegenkitzen eine höhere Stressbelastung für das Tier bedeutet und somit einen stärkeren Abfall der Augentemperatur herbeiführt als eine Injektion mit NaCl, jedoch weniger Stress und damit einen geringeren Augentemperaturabfall als eine thermische Enthornung verursacht. Ein abrupter Abfall der Augentemperatur kann als Indikator für Stress bzw. Schmerz herangezogen werden (Stewart et al. 2008a, Stewart et al. 2008b). Bei akutem Stress/Gefahr kommt es zu dem von Walter Cannon (1929) entdeckten „Flight and Fight“-Syndrom (von Borell 2000), welches später unter dem Begriff „active defense response“ näher beschrieben wurde (Folkow und Neil 1971, zitiert in Gabrielsen und Smith 1995). Bereits diese Forscher erkannten den Zusammenhang und die Wichtigkeit des Sympathikus um für einen Ausgleich im Körper in belastenden Situationen zu sorgen. Sie stellten unter anderem einen erhöhten Blutfluss zu den Skelettmuskeln, sowie eine Erhöhung der Körpertemperatur fest. Die meisten dieser im Körper ablaufenden Prozesse werden durch das Sympathische Nervensystem generiert (Gabrielsen und Smith 1995, Stewart et al. 2007).

4.1 Tag 0

Für den Tag des Eingriffes (Tag 0) wurde ein signifikanter Unterschied von NaCl zu Isoeugenol und Nelkenöl festgestellt. Gemessen wurde „vor“ dem Eingriff, direkt „nach“, sowie 1h, 3h (bei 17 Tieren) und 6h nach dem Eingriff. An Tag 0 verursachte NaCl in unserem Versuch einen Anstieg, Isoeugenol eine im Mittel unveränderte und Nelkenöl einen Abfall der Augentemperatur.. Unsere Ergebnisse stützen daher unsere Hypothese, dass die Injektion von Isoeugenol und Nelkenöl schmerzhafter ist als die Injektion von NaCl. Der Abfall der Augentemperatur ist eine direkte Reaktion auf Schmerz und Stress und erhöht sich durch die Intensität mit der es auf das Tier einwirkt, wenn keine betäubenden Mittel eingesetzt werden (Stewart et al. 2008a). Gründe für die unterschiedliche Schmerzauslösung in den Behandlungen könnten zum einen an der Viskosität der Substanzen liegen, zum anderen an den Wirkstoffen selbst. NaCl diffundiert durch seine Osmolalität schneller in den Blutkreislauf, ist nicht reizend und war durch seine wässrige Form leichter und schneller zu injizieren, als die zähflüssige, ölige Form von Isoeugenol und Nelkenöl und könnte daher für

die Zeit des Eingriffs und den Messzeitpunkt „danach“ einen geringeren Schmerz verursacht haben. Unser Modellaufbau war jedoch nicht darauf ausgelegt die Augentemperatur während des Eingriffs zu dokumentieren, wodurch wir keine Aussage über den eventuellen Abfall der Augentemperatur während des Eingriffs treffen können. Ob daher bereits die Injektion von Nelkenöl und Isoeugenol schmerzhafter war als die von NaCl kann nur vermutet werden. Nelkenöl ist ein ätherisches Öl, dessen Hauptkomponente die Phenole Eugenol und Isoeugenol sind. Es wird ihnen eine geringgradige antibakterielle, sowie schmerzlindernde und betäubende Wirkung zugeschrieben (Chaieb et al. 2007), sie ist jedoch nicht so stark um eine Schmerzausschaltung zu erzielen. Da Isoeugenol als Reinsubstanz verwendet wurde, könnte die konstante Augentemperatur auf die betäubende Wirkung des Phenols zurück zu führen sein (Markowitz et al.). Nelkenöl hingegen beinhaltet mehrere Komponenten, wodurch die betäubende und schmerzlindernde Wirkung geschmälert worden sein könnte, (Iso-)eugenol in geringerer Konzentration vorlag oder aber andere Bestandteile eine zusätzliche Schmerzreaktion ausgelöst haben könnten (Prashar et al.; Chaieb et al. 2007; Molaei et al. 2015). Da sich aber kein Unterschied zwischen Nelkenöl und Isoeugenol ergab scheint der Unterschied zwischen den Substanzen für unseren Versuch nicht ausschlaggebend zu sein. Die Buddex Gruppe konnte an Tag 0 nicht in den Vergleich mit einbezogen werden, da die Tiere unter Vollnarkose standen und die Körpertemperatur durch die Medikation verringert war und nicht als Resultat von Stress und Schmerz gewertet werden konnten.

4.2 Tag 1-5

Für Tag 1-5 gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den vier Behandlungen. Unsere Hypothese wurde für die Tage 1-5 daher nicht bestätigt. Jedoch ist zu beachten, dass die durch das sympathische Nervensystem ausgelöste Änderung des Blutflusses und damit zusammenhängender Wärmeverlust in den orbitalen Kapillargefäßen, eine aktive Antwort auf den Schmerz ist und nicht sicher ist wie lange diese Antwort anhält (Stewart et al. 2007). Die Zeitspanne die zwischen der Behandlung der Buddex Gruppe und dem ersten verwertbaren Messzeitpunkt liegt, könnte also zu groß sein um zu Veränderungen in der Augentemperatur zu führen. Dies würde erklären, warum keine Absenkung der Augentemperatur in dieser Gruppe gemessen wurde. Die Tiere der Buddex Gruppe hatten an den Tagen nach dem

Eingriff durch spielerische Rankämpfe Blutungen an den Enthornungswunden. Dies schlägt sich jedoch nicht in den erhobenen Augentemperaturen nieder. Für eine bessere Aussagekraft über das Stress- und Schmerzempfinden der Tiere, müssen daher neben der Augentemperatur auch die anderen Parameter, wie MNT und Verhalten evaluiert werden.

4.3 Fixation

Die Fixation der Tiere hatte in Abhängigkeit von der Behandlung einen signifikanten Effekt auf die Veränderung der Augentemperatur. Auffällig hierbei ist die NaCl Gruppe, die am Tag 0 bei jeder Fixationsart einen Anstieg der Augentemperatur aufwies. Bei Isoeugenol und Nelkenöl gab es hingegen je nach Fixationsart einen Abfall der Augentemperatur. Den stärksten Abfall und damit vermutlich größten Stress verursachte dabei ein Halten der Tiere auf dem Arm in der Box. Ob das Halten der mit Isoeugenol bzw. Nelkenöl behandelten Tiere Stress verursacht, da diese das Halten mit dem beim Eingriff erfahrenen Schmerz verbinden, kann nur vermutet werden. Durch eine Studie von Stewart ist belegt, dass das Handling einen wesentlichen Einfluss auf die Augentemperatur haben kann (Stewart et al. 2008b). Tiere der NaCl Gruppe hatten demnach weniger Stress bei Interaktion mit Menschen. Kritisch betrachtet werden sollte hierbei jedoch, dass pro Fixationsart nicht immer gleich viele Tiere gemessen wurden und durch die verschiedenen Fixationen die Stichproben pro Behandlung teilweise klein waren. Die Aussagekraft hierzu ist daher geschmälert.

5 Schlussfolgerung

Die Injektion von Nelkenöl und Isoeugenol führt zu größerem akutem Schmerz am Tag des Eingriffs, als die Injektion von physiologischer Kochsalzlösung. In Bezug auf die thermische Enthornung konnte an Tag 0 die Hypothese nicht überprüft werden, da auf Grund der Narkose keine verwertbaren Werte erfasst werden konnten. Für die Tage nach der Behandlung konnte kein signifikanter Effekt der Behandlung auf die Augentemperatur festgestellt werden.

6 Zusammenfassung

Mit Intensivierung der Ziegenhaltung kann es durch die nicht adäquate Haltung der Tiere zu Verletzungen der Tiere durch Hornstoß kommen. Bisher wird diesem Problem mit der thermischen Enthornung begegnet, die jedoch mit Risiken und Einschränkungen des Wohlbefindens für das Tier verbunden ist. Eine Alternative zur thermischen Enthornung könnte die Injektion von Nelkenöl oder dessen Komponente Isoeugenol unter die Hornknospe von Ziegenkitzen sein, da diese Substanzen leicht anästhesierend wirken und in hoher Konzentration die Nekrose von Zellen auslösen. Ziel dieser Arbeit war zu untersuchen, ob die Injektion von Nelkenöl und Isoeugenol zur Verhinderung des Hornwachstums mehr Schmerz und Stress verursacht als die Injektion von NaCl, aber trotzdem noch schonender ist als die thermische Enthornung. Als Indikator für die Evaluierung von Schmerz und Stress diente hierbei die Augentemperatur, welche mittels Thermographie-Kamera gemessen wurde. Insgesamt wurden 40 Tiere gleichmäßig auf die vier Behandlungen Nelkenöl, Isoeugenol, NaCl und Buddex aufgeteilt. Die Tiere bekamen je nach Behandlung 0,2ml der besagten Substanz injiziert. Die thermische Enthornung wurde unter Vollnarkose vollzogen. Die Messzeitpunkte der Augentemperatur waren an Tag 0 „vor“ dem Eingriff, sowie direkt „nach“, „1h“, „3h“ und „6h“ nach dem Eingriff. An den Tagen 1-5 nach dem Eingriff wurde morgens und abends zur etwa gleichen Zeit eine Messung getätigt. Statistisch wurden die Ergebnisse mit linear gemischten Modellen ausgewertet. Im Gegensatz zu Nelkenöl und Isoeugenol wurde bei der Injektion von NaCl keine Erniedrigung der Augentemperatur am Tag des Eingriffs festgestellt, ein Vergleich zur thermischen Enthornung war an Tag 0 auf Grund der Narkose der Tiere nicht möglich. An den Tagen 1-5 lag kein Unterschied in der Augentemperatur zwischen den Behandlungen vor. Die Injektion von Nelkenöl und Isoeugenol führt zu größerem akutem Schmerz am Tag des Eingriffs, als die Injektion von physiologischer Kochsalzlösung. Für eine abschließende Beurteilung der Belastung an den darauffolgenden Tagen müssen weitere Parameter, wie die mechanische nociceptive Schwelle und das Verhalten, herangezogen werden.

7 Summary

With the intensification of goat husbandry, the inadequate keeping of the animals can lead to injuries to the animals from horn blows. So far, this problem has been countered with thermal dehorning, which, however, is associated with risks and restrictions of the well-being of the animal. An alternative to thermal dehorning could be the injection of clove oil or its component isoeugenol under the horn bud of goat kids, as these substances have a slightly anesthetic effect and, in high concentrations, trigger the necrosis of cells. The goal of this work was to investigate whether the injection of clove oil and isoeugenol to prevent horn growth causes more pain and stress than the injection of NaCl, but is still gentler than thermal dehorning. The eye temperature, which was measured using a thermography camera, was used as an indicator for the evaluation of pain and stress. A total of 40 animals were evenly divided between the four treatments: clove oil, isoeugenol, NaCl and Buddex. Depending on the treatment, the animals were injected with 0.2 ml of said substance. The thermal dehorning was performed under general anesthesia. The measurement times of the eye temperature were on day 0 “before” the procedure, as well as directly “after”, “1h”, “3h” and “6h” after the procedure. On day 1-5 after the procedure, measurements were taken in the morning and evening at approximately the same time. The results were statistically evaluated with linearly mixed models. In contrast to clove oil and isoeugenol, the injection of NaCl did not show any decrease in the eye temperature on the day of the operation; a comparison with thermal dehorning was not possible on day 0 due to the anesthesia of the animals. There was no difference in eye temperature between treatments on days 1-5. The injection of clove oil and isoeugenol leads to greater acute pain on the day of the procedure than the injection of physiological saline solution. For a final assessment of the exposure on the following days, additional parameters, such as the mechanical nociceptive threshold and the behavior must be used.

8 Literaturverzeichnis

- Al-Sobayil F.A., 2007. A new simple device for dehorning in small ruminants. *Small Ruminant Research* 67, 232–234.
- Alvarez L., Nava R.A., Ramirez E., Gutiérrez J., 2009. Physiological and behavioural alterations in disbudded goat kids with and without local anaesthesia. *Applied Animal Behaviour Science* 117, 190-196.
- Chaieb K., Zmantar T., Ksouri R., Hajlaoui H., Mahdouani K., Abdelly C., Bakhrouf A., 2007. Antioxidant properties of the essential oil of *Eugenia caryophyllata* and its antifungal activity against a large number of clinical *Candida* species. *Mycoses*, 50, 403-406
- Gabrielsen G.W., Smith E.N., 1995. Physiological Responses of Wildlife to Disturbance, In: Knight, R.L., Gutzwiller, K. (Hrsg.). *Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research*. Auflage 1., Washington, D.C., Covelo, California: Island Press, Kapitel 7, 95.
- Markowitz K., Moynihan M., Liu M., Kim S., 1992. Biologic properties of eugenol and zinc oxide-eugenol. A clinically oriented review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 73 (6), 729-37.
- Molaei M.M., Mostafavi A., Kheirandish R., Azari O., Shaddel M., 2015. Study of disbudding goat kids following injection of clove oil essence in horn bud region. *Veterinary Research Forum*, 6 (1), 17-22.
- Paululat A., Purschke G., 2011. *Wörterbuch der Zoologie*. Achte Aufl. Weinheim, Deutschland: Beltz Verlag, 98/108.
- Hempstead M.N., Waas J.R., Stewart M., Cave V.M., Sutherland M.A., 2018a. Evaluation of alternatives to cautery disbudding of dairy goat kids using physiological measures of immediate and longer-term pain. *Journal of Dairy Science*, 101, 5374-5387.
- Hempstead M.N., Waas J.R., Stewart M., Cave V.M., Sutherland M.A., 2018b. Evaluation of alternatives to cautery disbudding of dairy goat kids using behavioural measures of post-treatment pain. *Applied Animal Behaviour Science*, 206, 32-38.
- Hempstead, M.N., Waas, J.R., Stewart, M., Zobel, G., Cave, V.M., Julian, A.F., Sutherland, M.A., 2018c. Pain sensitivity and injury associated with three methods of disbudding goat kids: Cautery, cryosurgical and caustic paste. *The Veterinary Journal*, 239, 42-47.
- Sanford S.E., 1989. Meningoencephalitis caused by thermal disbudding in goat kids. *The Canadian Veterinary Journal*, 30 (10), 832.

- Sladky K.K., Swanson C.R., Stoskopf M.K., Loomis M.R., Lewbart G.A., 2001. Comparative efficacy of tricaine methanesulfonate and clove oil for use as anesthetics in red pacu (*Piaractus brachypomus*) [Abstract]. *American Journal of Veterinary Research*, 62 (3), 337-342.
- Stewart M., Webster J.R., Schaefer A.L., Cook N.J., Scott S.L., 2005. Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. South Mimms, UK, *Animal Welfare* 14, 319-325.
- Stewart M., Webster J.R., Verkerk G.A., Schaefer A.L., Colyn J.J., Stafford K.J., 2007. Non-invasive measurement of stress in dairy cows using infrared thermography. *Physiology and Behavior*, 92, 520-525.
- Stewart M., Stafford K.J., Dowling S.K., Schaefer A.L., Webster J.R., 2008a. Eye temperature and heart rate variability of calves disbudded with or without local anaesthetic. *Physiology and Behavior* 93, 789-797.
- Stewart M., Schaefer A.L., Haley D.B., Colyn J., Cook N.J., Stafford K.J., Webster J.R., 2008b. Infrared thermography as a non-invasive method for detecting fear-related responses of cattle to handling procedures. South Mimms, UK, *Animal Welfare* 17, 387-393.
- Sutherland M.A., Larive J., Cave V., Zobel G., 2018. Behavioural and physiological responses to clove oil injected under the horn bud of calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 204, 29-36.
- Thompson K.G., Bateman R.S., Morris P.J., 2005. Cerebral infarction and meningoencephalitis following hot-iron disbudding of goat kids. *New Zealand Veterinary Journal*, 53(5), 368-370.
- von Borell E., 2000. Mechanismen der Bewältigung von Stress. Halle-Wittenberg. *Arch, Tierz, Dummerstorf* 43 (2000), 5, 441-450.
- Waiblinger S., Binder R., Hagen K., 2011. Enthornung oder Haltung horntragender Rinder und Ziegen aus veterinärmedizinischer, ethologischer, ethischer und tierschutzrechtlicher Sicht. In: *Ethologie und Tierschutz*. 12. Internationale Fachtagung zu Fragen von Verhaltenskunde, Tierhaltung und Tierschutz, München, Verlag der DVG Service GmbH, Gießen, 49-67.

9 Rechtsnormen

Verordnung (EU) 2018/848 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates (Teil II: Vorschriften für die Tierproduktion, S. 66, 1.7.8)

Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produktion gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung-TierSchNutZV). Ursprüngliche Fassung vom 25.10.2001, BGBl. I S. 2758

Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über die Mindestanforderungen für die Haltung von Pferden und Pferdeartigen, Schweinen, Rindern, Schafen, Ziegen, Schalenwild, Lamas, Kaninchen, Hausgeflügel, Straußen und Nutzfischen (1. Tierhaltungsverordnung) StF: BGBl. II Nr. 485/2004
(Konsultierte Fassung 13.6.2020, S.15)

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 : Gruppe von Versuchstieren mit individuellen Markierungen.....	8
Abbildung 2: Darstellung der Buchten im Stall. Bucht 1, 2 und 3 (je 16m ²).....	8
Abbildung 3 : Mit Gittern abgetrennte Buchten 1, 2 und 3.....	9
Abbildung 4: Ablage von Klemmbrettern und Versuchsmaterial.....	12
Abbildung 5 : Wärmebild Kamera der Marke FLIR Modell T650sc.	16
Abbildung 6: Boxplots der Augentemperaturen.....	21
Abbildung 7: Boxplots der Differenzen der Augentemperaturen	21
Abbildung 8: Verteilung der Augentemperatur.....	24
Abbildung 9: Differenz der Augentemperatur	25

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zeitplan der Datenerhebung im Versuch	14
Tabelle 2: Ergebnisse des Modells an Tag 0.	20
Tabelle 3: Messergebnisse Tag 1-5 für alle vier Behandlungen	23

Anhang 1

Tabelle A1.1 : Die Abbildung zeigt, zu welchen Zeitpunkten vor (Vor) bzw. nach dem Eingriff (Nach – direkt nach Ende des Eingriffs, 1h, 3h, 6h danach und an Tag 1 bis 5 je ein Bild morgens und abends) ein IR-Bild aufgenommen wurde bzw. werden sollte. Tatsächlich durchgeführte Messungen sind grün hinterlegt und mit einem Häkchen versehen, roter Hintergrund mit x bedeutet Ausfall der Messung. Bei Gruppe 4 und 6 (jeweils 8 Kitz pro Gruppe) konnte auf Grund von Überschneidungen mit anderen Messungen keine Bilder nach 3h aufgenommen werden. Gruppe 1 hat Fehlzeiten durch Narkose-Komplikationen mit den Buddex-Tieren.

Gruppen	Vor	Zeitpunkt 0	Nach	1h	3h	6h	Tag 1 - 5
Gruppe 1 (Kitz 1-8)	✓	Zeitpunkt des Eingriffs	✓	✓	✓ Tier1-5 x	x	✓
Gruppe 2 (Kitz 9-12)	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Gruppe 3 (Kitz 13-20)	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Gruppe 4 (Kitz 21-28)	✓		✓	✓	X	✓	✓
Gruppe 5 (Kitz 29-32)	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Gruppe 6 (Kitz 33-40)	✓		✓	✓	X	✓	✓

Tabelle A1. 2: Geplante Messzeitpunkte am Tag 0 für die acht Kitz der ersten Wiederholung vor (Vor) bzw. nach dem Eingriff (Nach – direkt nach Ende des Eingriffs, 1h, 2h, 3h, 4h, 5h und 6h danach). Tatsächlich durchgeführte Messungen sind grün hinterlegt und mit einem Häkchen versehen. Ein rotes X bedeutet keine Messung.

Gruppe	Vor	Zeitpunkt	Nach	1h	2h	3h	4h	5h	6h
1 (Kitz 1-8)		0							
1	✓	Zeitpunkt des Eingriffs	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
2	✓		✓	✓	✓	✓	X	X	X
3	✓		✓	✓	✓	✓	X	X	X
4	✓		✓	✓	✓	✓	X	X	X
5	✓		✓	✓	✓	✓	X	X	X
6	✓		✓	✓	✓	X	X	X	X
7	✓		✓	✓	✓	X	X	X	X
8	✓		✓	✓	X	X	X	X	X