

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	11
2	Literaturübersicht.....	13
2.1	Schmerz.....	13
2.1.1	Schmerzwahrnehmung und Funktion des Schmerzes.....	13
2.1.2	Physiologie der Schmerzweiterleitung .....	13
2.1.2.1	Transduktion.....	14
2.1.2.2	Transmission und Modulation.....	15
2.1.2.3	Projektion und Perzeption .....	15
2.1.2.4	Die Gate Control Theory.....	16
2.1.3	Pathologie des Schmerzes .....	17
2.1.3.1	Entzündlicher und neuropathischer Schmerz .....	17
2.1.3.1.1	Peripherie Sensibilisierung .....	17
2.1.3.1.2	Zentrale Sensibilisierung.....	18
2.1.4	Schmerzbeurteilung beim Pferd.....	19
2.2	Nozizeptive Schwellenwerte.....	20
2.2.1	Ansprüche an die Messmethoden.....	21
2.2.2	Modalitäten der nozizeptiven Stimulation.....	21
2.2.2.1	Elektrische Stimulation .....	21
2.2.2.2	Mechanische Stimulation.....	22
2.2.2.3	Thermostimulation.....	23
2.2.3	Einflussfaktoren auf die Thermostimulation .....	25
2.3	Opiode.....	26
2.3.1	Wirkmechanismus.....	26
2.3.2	Klassifizierung der Opiode .....	29
2.3.3	Unerwünschte Wirkungen .....	30
2.3.3.1	Drangwandern und Verhaltensänderungen.....	30
2.3.3.2	Herz-Kreislauf System.....	30
2.3.3.3	Atmung .....	31
2.3.3.4	Gastrointestinaltrakt.....	31
2.3.3.5	Urogenitaltrakt .....	32
2.3.4	Dosierung und Applikationsweg.....	32
2.3.5	Morphin .....	33

2.3.6	Levomethadon .....	34
2.3.7	Butorphanol.....	34
<b>3</b>	<b>Material und Methode.....</b>	<b>36</b>
3.1	Probanden.....	36
3.2	Versuchsaufbau .....	36
3.2.1	Instrumentierung .....	36
3.2.2	Messvorgang .....	39
3.2.3	Vorbereitung der Pferde.....	40
3.2.4	Studiendesign .....	41
3.2.5	Beurteilung der Nebenwirkungen.....	41
3.2.6	Behandlungen.....	43
3.2.7	Messzeitpunkte .....	44
3.2.8	Versorgung der Pferde nach Versuchsende.....	45
3.2.9	Statistik .....	45
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>47</b>
4.1	Verhalten der Pferde während der Messungen.....	47
4.2	Placebo-Behandlung .....	47
4.2.1	Reaktion auf den thermischen Stimulus.....	47
4.2.2	Schwellenwerte.....	47
4.2.3	Kotabsatz und Darmgeräusche.....	48
4.2.4	Herzfrequenz und Atemfrequenz .....	48
4.3	Opioide in der niedrigen Dosierung.....	49
4.3.1	Reaktion auf den thermischen Stimulus.....	49
4.3.2	Kontroll-Messung.....	49
4.3.3	Schwellenwerte nach Morphin–Applikation (0,1 mg/kg).....	49
4.3.4	Schwellenwerte nach Butorphanol-Applikation (0,1 mg/kg) .....	50
4.3.5	Schwellenwerte nach Levomethadon-Applikation (0,1 mg/kg).....	51
4.3.6	Die Schwellenwerte der drei Opioide im Vergleich (0,1 mg/kg) .....	52
4.3.7	Verhalten der Pferde nach Injektion von Morphin, Butorphanol und Levomethadon (0,1 mg/kg).....	53
4.3.8	Kotabsatz und Darmgeräusche.....	54
4.3.9	Herzfrequenz und Atemfrequenz .....	56
4.4	Opioide in der hohen Dosierung.....	56
4.4.1	Reaktion auf den thermischen Stimulus.....	56

4.4.2	Kontroll-Messung .....	57
4.4.3	Schwellenwerte nach Morphin–Applikation (0,2 mg/kg).....	57
4.4.4	Schwellenwerte nach Butorphanol-Applikation (0,2 mg/kg) .....	58
4.4.5	Schwellenwerte nach Levomethadon-Applikation (0,2 mg/kg) .....	59
4.4.6	Die Schwellenwerte der drei Opioide im Vergleich (0,2 mg/kg) .....	60
4.4.7	Verhalten der Pferde nach Injektion von Morphin, Butorphanol und Levomethadon (0,2 mg/kg).....	61
4.4.8	Kotabsatz und Darmgeräusche.....	62
4.4.9	Herzfrequenz und Atemfrequenz .....	64
4.5	Vergleichende Darstellung der Schwellenwerte in beiden Dosierungen ....	64
4.6	Hautirritationen nach der thermischen Stimulation .....	67
5	Diskussion .....	68
5.1	Methodik.....	68
5.1.1	Methode zur Bestimmung des nozizeptiven Schwellenwertes.....	68
5.1.2	Medikamente und Dosierungen .....	72
5.2	Ergebnisse .....	73
5.2.1	Morphin.....	73
5.2.1.1	Einfluss von Morphin auf das Verhalten .....	74
5.2.1.2	Einfluss von Morphin auf den Darmtrakt.....	75
5.2.1.3	Einfluss von Morphin auf die Atem– und Herzfrequenz.....	75
5.2.2	Butorphanol.....	76
5.2.2.1	Einfluss von Butorphanol auf das Verhalten.....	77
5.2.2.2	Einfluss von Butorphanol auf den Darmtrakt .....	78
5.2.2.3	Einfluss von Butorphanol auf die Atem –und Herzfrequenz .....	78
5.2.3	Levomethadon .....	79
5.2.3.1	Einfluss von Levomethadon auf das Verhalten .....	80
5.2.3.2	Einfluss von Levomethadon auf den Darmtrakt.....	81
5.2.3.3	Einfluss von Levomethadon auf die Atem –und Herzfrequenz .....	81
5.2.4	Vergleich der Opioide .....	82
5.2.5	Ausblick.....	86
6	Zusammenfassung .....	88
7	Summary .....	90
8	Literaturverzeichnis .....	92