

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Literaturübersicht .....</b>	<b>3</b>
2.1 <i>Botanik der Hanfpflanze und Cannabinoidproduktion</i> .....	3
2.2 <i>Nutzung der Hanfpflanze als Futtermittel</i> .....	5
2.2.1 Geschichtlicher und aktueller Stand der Nutzung von Futtermitteln aus Hanf .....	5
2.2.2 Nährstoffe in Futtermitteln aus Hanf .....	6
2.2.3 Einsatz von Futtermitteln aus Hanf bei landwirtschaftlichen Nutztieren .....	9
2.2.4 Einsatz von Futtermitteln aus Hanf bei Heimtieren .....	11
2.3 <i>Wirkungsweise und Toxikokinetik der Cannabinoide</i> .....	12
2.3.1 Das Endocannabinoidsystem .....	12
2.3.2 Toxikokinetik von $\Delta^9$ -Tetrahydrocannabinol .....	13
2.3.3 Toxikologie von $\Delta^9$ -THC .....	16
2.3.4 Wirkungen weiterer ausgewählter Cannabinoide auf den Organismus .....	20
2.3.5 Toxikologie von Cannabinoiden beim Wiederkäuer .....	23
2.4 <i>Transfer von Cannabinoiden in Milch und Gewebe</i> .....	24
2.4.1 Transfer von $\Delta^9$ -THC und seiner Metaboliten in die Milch .....	24
2.4.2 Transfer von $\Delta^9$ -THC in Gewebe landwirtschaftlicher Nutztiere .....	26
2.5 <i>Rechtliche Aspekte</i> .....	26
2.5.1 Rechtliche Bestimmungen zum Anbau von Hanf .....	26
2.5.2 Rechtliche Bestimmungen zum Einsatz von Nutzhanf als Futtermittel .....	28
2.5.3 Stand der Risikobewertung .....	29
2.6 <i>Zusammenfassung und Aufgabenstellung</i> .....	32
<b>3 Material und Methoden .....</b>	<b>33</b>
3.1 <i>Nutzhanfsilagen</i> .....	33
3.1.1 Auswahl der Nutzhanfsorten .....	33
3.1.2 Herstellung und Lagerung der Nutzhanfsilagen .....	33
3.1.3 Zusammensetzung und Cannabinoidgehalt der Nutzhanfsilagen .....	34
3.2 <i>Versuchstiere und Haltungsbedingungen</i> .....	36
3.2.1 Erlaubnis für die Durchführung von Tierversuchen .....	36
3.2.2 Versuchstiere .....	36
3.2.3 Haltungsbedingungen .....	37

3.3 Rationszusammensetzung und -gestaltung .....	37
3.4 Versuchsdurchführung .....	39
3.4.1 Versuchsphasen .....	39
3.4.2 Untersuchungen und Probenahme .....	41
3.5 Analytik .....	44
3.5.1 Futteranalysen .....	44
3.5.2 Milchhaltsstoffe .....	45
3.5.3 Cannabinoidanalytik .....	45
3.6 Transferberechnung .....	47
3.7 Expositionsschätzung .....	47
3.8 Statistik .....	49
<b>4 Ergebnisse .....</b>	<b>51</b>
4.1 Gesundheitsstatus der Tiere im Versuchszeitraum .....	51
4.2 Ergebnisse der Messungen an den Milchkühen .....	52
4.2.1 Futteraufnahme .....	52
4.2.2 Atemfrequenz .....	54
4.2.3 Herzfrequenz .....	56
4.2.4 Körpertemperatur .....	57
4.2.5 Körpergewicht .....	58
4.2.6 Tierbeobachtung .....	59
4.3 Ergebnisse der Messungen der Kuhmilch .....	62
4.3.1 Tagesmilchleistung .....	62
4.3.2 Milchhaltsstoffe .....	64
4.4 Ergebnisse der Cannabinoidanalytik .....	68
4.4.1 Cannabinoidaufnahme durch die Versuchskühe .....	68
4.4.2 Cannabinoidgehalt der Milchproben .....	71
4.4.3 Transfer der Cannabinoide aus dem Futter in die Milch .....	78
4.4.4 Cannabinoidgehalt der Blutplasmaproben .....	79
4.5 Ergebnisse der Expositionsschätzung .....	81
<b>5 Diskussion .....</b>	<b>83</b>
5.1 Bewertung der ernährungsphysiologischen Eigenschaften und Silageparameter der Nutzhanfsilagen .....	83
5.2 Bewertung der Cannabinoidgehalte der Nutzhanfsilagen .....	85
5.3 Bewertung der Effekte der Verfütterung von Nutzhanfsilage auf die Tiergesundheit .....	87
5.3.1 Futteraufnahme .....	87
5.3.2 Atemfrequenz und Herzfrequenz .....	89
5.3.3 Körpertemperatur .....	91
5.3.4 Körpergewicht .....	91
5.3.5 Tierbeobachtung .....	92
5.3.6 Tagesmilchleistung .....	93
5.3.7 Milchhaltsstoffe .....	94

<b>5.4 Bewertung der Cannabinoidegehalte der Milch- und Blutplasmaproben .....</b>	<b>95</b>
5.4.1 Cannabinoidegehalte der Milchproben und Transferraten .....	95
5.4.2 Cannabinoidegehalte der Blutplasmaproben.....	99
<b>5.5 Bewertung der Expositionsschätzung .....</b>	<b>100</b>
<b>5.6 Vergleich der Ergebnisse mit der Pilotstudie.....</b>	<b>102</b>
<b>5.7 Grundsätzliche Überlegungen und Fazit.....</b>	<b>102</b>
<b>6 Zusammenfassung.....</b>	<b>107</b>
<b>7 Summary .....</b>	<b>108</b>
<b>8 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>109</b>
<b>9 Publikationsverzeichnis.....</b>	<b>147</b>
<b>10 Danksagung .....</b>	<b>151</b>
<b>11 Finanzierungsquellen und Interessenkonflikte .....</b>	<b>152</b>
<b>12 Selbstständigkeitserklärung .....</b>	<b>153</b>