

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis I

Abbildungsverzeichnis V

Tabellenverzeichnis VI

Abkürzungsverzeichnis VII

1 Einleitung 1

2 Literaturübersicht..... 3

2.1 Botanik der Hanfpflanze und Cannabinoidproduktion 3

2.2 Nutzung der Hanfpflanze als Futtermittel 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 Wirkungsweise und Toxikokinetik der Cannabinoide 12

2.3.1 Das Endocannabinoidsystem 12

2.3.2 Toxikokinetik von Δ^9 -Tetrahydrocannabinol 13

2.3.3 Toxikologie von Δ^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 Transfer von Cannabinoiden in Milch und Gewebe 24

2.4.1 Transfer von Δ^9 -THC und seiner Metaboliten in die Milch 24

2.4.2 Transfer von Δ^9 -THC in Gewebe landwirtschaftlicher Nutztiere 26

2.5 Rechtliche Aspekte 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 Zusammenfassung und Aufgabenstellung 32

3 Material und Methoden 33

3.1 Nutzhanfsilagen 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 Versuchstiere und Haltungsbedingungen 36

3.2.1 Erlaubnis für die Durchführung von Tierversuchen 36

3.2.2 Versuchstiere 36

3.2.3 Haltungsbedingungen 37

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.3 | <i>Rationszusammensetzung und -gestaltung</i> | 37 |
| 3.4 | <i>Versuchsdurchführung</i> | 39 |
| 3.4.1 | Versuchsphasen | 39 |
| 3.4.2 | Untersuchungen und Probenahme | 41 |
| 3.5 | <i>Analytik</i> | 44 |
| 3.5.1 | Futteranalysen | 44 |
| 3.5.2 | Milchinhaltsstoffe | 45 |
| 3.5.3 | Cannabinoidanalytik | 45 |
| 3.6 | <i>Transferberechnung</i> | 47 |
| 3.7 | <i>Expositionsschätzung</i> | 47 |
| 3.8 | <i>Statistik</i> | 49 |
| 4 | Ergebnisse | 51 |
| 4.1 | <i>Gesundheitsstatus der Tiere im Versuchszeitraum</i> | 51 |
| 4.2 | <i>Ergebnisse der Messungen an den Milchkühen</i> | 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 | <i>Ergebnisse der Messungen der Kuhmilch</i> | 62 |
| 4.3.1 | Tagesmilchleistung | 62 |
| 4.3.2 | Milchinhaltsstoffe | 64 |
| 4.4 | <i>Ergebnisse der Cannabinoidanalytik</i> | 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 Blutplasma | 79 |
| 4.5 | <i>Ergebnisse der Expositionsschätzung</i> | 81 |
| 5 | Diskussion | 83 |
| 5.1 | <i>Bewertung der ernährungsphysiologischen Eigenschaften und Silageparameter der Nutzhansilagen</i> | 83 |
| 5.2 | <i>Bewertung der Cannabinoidgehalte der Nutzhansilagen</i> | 85 |
| 5.3 | <i>Bewertung der Effekte der Verfütterung von Nutzhansilage auf die Tiergesundheit</i> | 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 | Milchinhaltsstoffe | 94 |

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