

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Raufuttergabe an Sauen als Präventivmaßnahme gegen Sauen- und Ferkelerkrankungen

Varying roughages in pregnant sow feeding

FKZ: 07OE026

Projektnehmer:

Universität Kassel (FB 11)
Fachgebiet Tierernährung und Tiergesundheit
Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen
Tel.: +49 5542 98 1707
Fax: +49 5542 98 1581
E-Mail: cwerner@uni-kassel.de
Internet: <http://www.uni-kassel.de>

Autoren:

Schubbert, Antje; Werner, Christina; Sundrum, Albert

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft (BÖLN)

Bundesprogramm Ökologischer Landbau

Schlussbericht Teilprojekt 07 OE 26

***Raufuttergabe an Sauen als Präventivmaßnahme gegen
Sauen- und Ferkelerkrankungen***

Berichtszeitraum: 1.September 2007 – 31.Oktober 2010

Projektleitung: Dr. Christina Werner
Projektdurchführung: Dipl. Ing. agrar Antje Schubbert

Universität Kassel Fachbereich 11
Fachgebiet Tierernährung und Tiergesundheit
Leitung: Prof. Dr. Albert Sundrum
Nordbahnhofstraße 1a
37213 Witzenhausen

Inhaltsverzeichnis

1	Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau	1
1.1	Planung und Ablauf des Projektes	2
1.2	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde ..	4
1.2.1	Gesetzliche Vorgaben zur Raufutternvorlage unter Berücksichtigung der Tiergerechtigkeit	4
1.2.2	Raufutterfütterung von tragenden Sauen in der ökologischen Schweinehaltung	6
1.2.2.1	Verwendung des Begriffs Raufutter in der ökologischen Schweinehaltung	6
1.2.2.2	Rohfaser und andere Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP) in der Fütterung von tragenden Sauen	6
1.2.2.3	Raufuttermittel für tragende Sauen	8
1.2.2.3.1	Stroh	8
1.2.2.3.2	Heu	8
1.2.2.3.3	Kleegrassilage.....	9
1.2.2.3.4	Maissilage	9
1.2.2.3.5	Topinamburknollen.....	10
1.2.2.4	Futteraufnahmemengen und <i>in vitro</i> Verdaulichkeit der Organischen Masse von Raufuttermitteln	10
1.2.2.4.1	Methoden zur Schätzung der Futteraufnahme	10
1.2.2.4.2	Methoden zur Schätzung der <i>in vitro</i> Verdaulichkeit.....	12
1.2.2.5	Arbeitszeitbedarf und Fütterungseinrichtungen für die Raufutternvorlage	12
1.2.3	Einfluss der Raufutterfütterung auf die Tiergesundheit und die Leistung von Sauen und deren Ferkel	13
1.2.3.1	Einfluss auf die Magen-Darm-Flora sowie auf die mikrobielle Aktivität .	13
1.2.3.2	Einfluss auf die Tiergesundheit von Sauen und deren Ferkeln nach der Geburt.....	14
1.2.3.3	Einfluss auf die Reproduktionsleistungen der Sauen	15
2	Material und Methoden	16
2.1	Versuchsbetriebe	16
2.1.1	Exaktversuchsphase	16
2.1.2	Umsetzungsphase	17
2.2	Versuchstiere.....	18
2.2.1	Exaktversuchsphase	18
2.2.1.1	Haltung und Fütterung der tragenden Sauen	18
2.2.1.2	Haltung und Fütterung der ferkelführenden Sauen	20
2.2.2	Umsetzungsphase	21
2.2.2.1	Haltung und Fütterung der tragenden Sauen	21
2.2.2.2	Haltung und Fütterung der ferkelführenden Sauen	23
2.3	Untersuchungskriterien	24

2.3.1	Exaktversuchsphase	24
2.3.1.1	Futtermittelanalysen.....	24
2.3.1.2	Bestimmung der Futteraufnahme sowie der <i>in vitro</i> Verdaulichkeit der Organischen Masse von Raufuttermittel	25
2.3.1.2.1	Quantifizierung der Kotalausscheidung mit Hilfe einer Markermethode	25
2.3.1.2.2	Bestimmung der <i>in vitro</i> Verdaulichkeit der Organischen Masse der Raufuttermittel.....	27
2.3.1.3	Bestimmung des C/N- Verhältnisses im Kot der Sauen	28
2.3.1.4	Messung der Adenylate (AMP, ADP, ATP) zur Bestimmung der mikrobiellen Aktivität im Sauenkot.....	29
2.3.1.5	Mikrobiologische Untersuchungen von Kotproben der Sauen	29
2.3.1.6	Untersuchung der isolierten <i>E. coli</i> auf das Vorhandensein von Virulenzfaktorgenen im Kot von Sauen	30
2.3.1.7	Analyse von Milch- und Kotproben der Sauen hinsichtlich der Ausscheidung von freien Endotoxinen	30
2.3.1.8	Bakteriologische und Immunologische Untersuchung der Sauenmilch.	31
2.3.1.9	Bestimmung immunologischer Parameter im Blut der Ferkel	32
2.3.1.10	Konstitutionsbeurteilung der Sauen in Trage- und Säugezeit	32
2.3.1.11	Erfassung der Leistungsdaten von Sauen und Ferkeln	33
2.3.1.12	Erfassung von Behandlungssinzidenzen von Sauen und Ferkeln nach der Geburt.....	33
2.3.1.13	Erfassung des Arbeitszeitbedarfs für die Raufutternvorlage	34
2.3.2	Umsetzungsphase	34
2.3.2.1	Bestimmung der Futteraufnahme.....	34
2.3.2.2	Bestimmung des C/N- Verhältnisses im Kot der Sauen	34
2.3.2.3	Mikrobiologische Untersuchungen von Kotproben der Sauen	34
2.3.2.4	Erfassung der Leistungsdaten von Sauen und Ferkeln	34
2.3.2.5	Erfassung von Behandlungsinzidenzen von Sauen und Ferkeln nach der Geburt.....	35
2.4	Statistische Auswertung.....	35
2.4.1	Exaktversuchsphase	35
2.4.2	Umsetzungsphase	35
3	Ergebnisse	36
3.1	Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	36
3.1.1	Exaktversuchsphase	36
3.1.1.1	Raufuttermittelanalysen	36
3.1.1.1.1	Frischmassegehalt	36
3.1.1.1.2	Inhaltsstoffe.....	36
3.1.1.1.3	Gehalte an Umsetzbarer Energie	37
3.1.1.1.4	Nichtfaser- und Faserkohlenhydrate.....	38
3.1.1.1.5	C/N- Gehalte der Raufuttermittel	38
3.1.1.1.6	Inulingehalt der Topinamburknollen.....	39
3.1.1.2	Bestimmung der Futteraufnahme sowie der <i>in vitro</i> Verdaulichkeit der Organischen Masse von Raufuttermitteln	39
3.1.1.2.1	In vitro Verdaulichkeit der Organischen Masse.....	39

3.1.1.2.2	Futteraufnahmebestimmung der Raufuttermittel.....	40
3.1.1.3	Bestimmung des C/N Verhältnisses im Kot der Sauen.....	41
3.1.1.4	Messung der Adenylate (AMP, ADP, ATP) zur Bestimmung der mikrobiellen Aktivität	43
3.1.1.5	Mikrobiologische Untersuchungen von Kotproben der Sauen	44
3.1.1.5.1	Gehalt an aerober Gesamtkeimzahl (GKZ)	44
3.1.1.5.2	Gehalt an <i>Escherichia coli</i>	45
3.1.1.5.3	Gehalt an anaerober GKZ	45
3.1.1.5.4	Gehalt an <i>Clostridium perfringens</i>	46
3.1.1.5.5	Gehalt an Laktobazillen.....	47
3.1.1.5.6	Gehalt an Hefen	48
3.1.1.6	Bestimmung der Virulenzfaktorgene von isolierten <i>E.coli</i> aus Kotproben von jeweils 6 Sauen pro Gruppe und Durchgang	48
3.1.1.7	Analyse von Milch- und Kotproben der Sauen hinsichtlich der Ausscheidung von freien Endotoxinen	49
3.1.1.7.1	Gehalte an freien Endotoxinen in Milchproben	49
3.1.1.7.2	Gehalt an freien Endotoxinen in Kotproben.....	49
3.1.1.8	Bakteriologische und immunologische Untersuchung der Sauenmilch.	50
3.1.1.9	Bestimmung immunologischer Parameter im Blut der Ferkel.....	51
3.1.1.9.1	CRP- Gehalt.....	51
3.1.1.9.2	Antikörper (IgA-anti-LPS, IgM-anti-LPS, IgG-anti-LPS)	52
3.1.1.10	Konstitutionsbeurteilung der Sauen in Trage- und Säugezeit	54
3.1.1.11	Leistungsdaten von Sauen und Ferkeln	54
3.1.1.12	Behandlungsinzidenzen von Sauen und deren Ferkeln nach der Geburt.....	58
3.1.1.12.1	Puerperalerkrankungen.....	58
3.1.1.12.2	Behandlungshäufigkeiten von Sauen in der Säugezeit.....	58
3.1.1.12.3	Behandlungshäufigkeiten von Ferkeln in der Säugezeit	58
3.1.1.13	Erfassung des Arbeitszeitbedarfs für die Raufuttermittellage	59
3.1.2	Umsetzungsphase	59
3.1.2.1	Bestimmung der Futteraufnahme.....	59
3.1.2.2	Bestimmung des C/N Verhältnisses im Kot der Sauen.....	59
3.1.2.3	Mikrobiologische Untersuchung von Kotproben der Sauen.....	60
3.1.2.3.1	Gehalt an aerobe Gesamtkeimzahl	60
3.1.2.3.2	Gehalt an anaerober GKZ	61
3.1.2.3.3	Gehalt an <i>Escherichia coli</i>	62
3.1.2.3.4	Gehalt an Laktobazillen.....	63
3.1.2.4	Erfassung der Leistungsdaten von Sauen und Ferkeln	64
3.1.2.5	Behandlungsinzidenzen von Sauen und Ferkeln nach der Geburt	66
3.1.2.5.1	Behandlungshäufigkeiten von Sauen während der Säugezeit... ..	66
3.1.2.5.2	Behandlungshäufigkeiten von Ferkeln während der Säugezeit .	66
3.2	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; ggf. Angaben zu Erfindungen/Schutzrechten; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse.....	67
3.2.1	Verwertbarkeit der Ergebnisse	67

3.2.1.1	Exaktversuchsphase.....	67
3.2.1.2	Umsetzungsphase	70
3.2.2	Bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse	70
4	Zusammenfassung	71
5	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen.....	72
5.1	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen.....	72
5.2	Weiterführende Fragestellungen	74
6	Literaturverzeichnis	76
7	Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektteilnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt	88

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gehalte an Roh Nährstoffen von Stroh (S), Heu (H), Maissilage (M), Topinamburknollen (T) sowie Kleegrassilage (Kg) in Prozent.....	37
Abbildung 2: Anteil von Acid Detergent Lignin, Hemizellulose und Zellulose an der Neutral Detergent Fibre der verschiedenen Raufuttermittel Stroh (n=2), Heu (n=2), Kleegrassilage (Kg =2), Maissilage (n=3) sowie Topinamburknollen (n=2).....	38
Abbildung 3: Anteil von Gesamtstickstoff (Nges), Gesamtkohlenstoff (Cges) sowie das C/N Verhältnis im Kot von Sauen mit und ohne Raufutternvorlage	42
Abbildung 4: Aerobe GKZ in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen	44
Abbildung 5: Gehalt an E.coli in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen	45
Abbildung 6: Anaerobe GKZ in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen	46
Abbildung 7: Gehalt an <i>Cl. perfringens</i> in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen	47
Abbildung 8: Gehalt an Laktobazillen in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen	48
Abbildung 9: Endotoxingehalt in log EU/g im Kot von Sauen für die verschiedenen Fütterungsgruppen sowie in Abhängigkeit der Probenahme	50
Abbildung 10: Anzahl der Sauen mit einer Körpertemperatur $\geq 39,4^{\circ}\text{C}$ als Kriterium für die Feststellung einer Puerperalerkrankung.....	58
Abbildung 11: Aerobe GKZ in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Kleegrassilagevorlage in den Faeces von Sauen auf Betrieb A bis D.....	61
Abbildung 12: Anaerobe GKZ in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Kleegrassilagevorlage in den Faeces von Sauen auf Betrieb A bis D.....	62
Abbildung 13: Ecoli in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Kleegrassilagevorlage in den Faeces von Sauen auf Betrieb A bis D	63
Abbildung 14: Laktobazillen in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Kleegrassilagevorlage in den Faeces von Sauen auf Betrieb A bis D.....	64
Abbildung 15: tatsächlicher Arbeitsplan unter Berücksichtigung jeglicher Änderungsbescheide sowie der Verlängerung des Projektes zur Fertigstellung des Abschlussberichtes bis Ende Öktober 2010.....	73
Abbildung 16: Anteil von Gesamtstickstoff (Nges), Gesamtkohlenstoff (Cges) sowie das C/N Verhältnis im Kot von Sauen mit und ohne Raufutternvorlage auf Betrieb A bis D.....	104

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: SOLL- Zeitplan des Teilprojektes zur Raufutternvorlage bei tragenden Sauen	4
Tabelle 2: Energiebedarf (MJ ME) für tragende Sauen (vierter Wurf) in Abhängigkeit der Trächtigkeitsphase	6
Tabelle 3: Rohfasergehalt sowie Gehalt an Neutral Detergent Fibre (NDF), Acid Detergent Fibre (ADF), Zellulose, Hemizellulose und Acid Detergent Lignin (ADL) verschiedener Raufuttermittel aus Lipiec et al. (1994)	7
Tabelle 4: Futteraufnahmemengen für verschiedene Raufuttermittel aus der Literatur	11
Tabelle 5: Chemische Zusammensetzung der Krafffutternration der tragenden Sauen in g/kg Frischmasse	19
Tabelle 6: Zusammensetzung der Versuchsrationen bei der Vorlage von Stroh (S), Heu (H), Kleegrassilage (Kg), Maissilage (M) und Topinamburknollen (T) im Vergleich zur Kontrollgruppe (K)	20
Tabelle 7: Chemische Zusammensetzung des Laktationsfutters in g/kg Frischmasse	20
Tabelle 8: Chemische Zusammensetzung und Gehalt an Umsetzbarer Energie der in der Umsetzungsphase verwendeten Kleegrassilagen A und B in g/kg Frischmasse	21
Tabelle 9: Krafffutter (KF-)vorlage auf den Betrieben 1 bis 4 in Abhängigkeit des ME Bedarfes und Versuchsvariante	22
Tabelle 10: Zusammensetzung des Tragefutters für Betrieb B bis D.....	22
Tabelle 11: Übersicht über die Fütterung der ferkelführenden Sauen auf den Betrieb B bis D	23
Tabelle 12: Kotprobenentnahme (P1, P2, P3) nach Zeitraum der Anfütterung (A) mit Trächtigkeitstagen zum Zeitpunkt der Probe A (niedertragend) und Probe B (hochtragend)	26
Tabelle 13: Übersicht von verwendeten Nährmedien sowie Sauerstoffspannung und Dauer der Beprütung untersuchter Keimspektren	30
Tabelle 14: Frischmassegehalt der verschiedenen Raufuttermittel in g pro Kilogramm Frischmasse	36
Tabelle 15: Gehalt an Umsetzbarer Energie in ME (MJ) pro kg Trockenmasse für die verschiedenen Raufuttermittel, berechnet nach Kirchgessner u. Roth (1983)	37
Tabelle 16: Gesamtzucker- und Inulingehalt in g je Kilogramm Trockenmasse sowie prozentualer Anteil des Inulins am Gesamtzucker	39
Tabelle 17: <i>In vitro</i> Verdaulichkeit der Organischen Masse für die Raufuttersubstrate und Krafffutter in Prozent für die verschiedenen Abbauphasen und Inocula	39
Tabelle 18: Verlust der Organischen Masse in Prozent über alle Substrate und Abbauprozesse sowie Mittelwert für die Raufutteraufnahmebestimmung nach Piasentier et al. 1995	40
Tabelle 19: Aufnahme (IN) in mg Frischmasse sowie Ausscheidung (OUT) in mg Organische Masse für von Titan(IV)oxid und die verschiedenen Raufuttermittel (n=24 pro Gruppe)	40
Tabelle 20: Futteraufnahmemengen verschiedener Raufuttermittel in kg Frischmasse von nieder- und hochtragenden Sauen (n=24 pro Gruppe)	41

Tabelle 21: AEC Gehalte im Kot von Sauen der verschiedenen Raufuttergruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe.....	43
Tabelle 22: Anzahl nachgewiesener Virulenzfaktorgene von <i>E.coli</i> für die verschiedenen Raufuttergruppen in Trage- und Säugezeit	49
Tabelle 23: Gehalte an Endoxinen in log EU/ml Milch.....	49
Tabelle 24: Gehalt an CRP, aerobe GKZ und <i>E. coli</i> im Sauenkolostrum	50
Tabelle 25: CRP- Gehalt in µl/ml im Serum von 4 und 10 Tage alten Saugferkeln.....	51
Tabelle 26: Gehalt an IgA-, IgM- und IgG-anti-LPS <i>E. coli</i> J5 in RE/ml im Serum von 4 Tage alten Saugferkeln.....	53
Tabelle 27: Leistungsdaten der verschiedenen Raufuttergruppen im Vergleich zur Kontrolle sowie konventionellen Kontrolle.....	55
Tabelle 28: Ferkelverluste in Abhängigkeit der Fütterung der Sau in der Tragezeit in Prozent.....	57
Tabelle 29: Arbeitszeit, Vorlagefrequenz, Masse der Vorlageneinheit und Gruppengröße bei der Vorlage der verschiedenen Raufuttermittel	59
Tabelle 30: Futteraufnahme in kg Frischmasse von Kleegrassilage auf den verschiedenen Praxisbetrieben.....	59
Tabelle 31: Leistungsdaten der Ferkel für die verschiedenen Fütterungsgruppen auf den vier Praxisbetrieben	65
Tabelle 32: Behandlungshäufigkeiten, -weise und -grund von Sauen, die in der ersten Woche der Säugezeit erkrankten.....	66
Tabelle 33: Vor- und Nachteile der eingesetzten Raufuttermittel.....	67
Tabelle 34: Übersicht über die in der Studie untersuchten landwirtschaftlichen Betriebe	89
Tabelle 35: Inhaltsstoffe von Stroh (S), Heu (H), Kleegrassilage (Kg), Maissilage (M) sowie Topinamburknollen (T) in g pro Kilogramm Trockenmasse, (XA = Rohasche, XP = Rohprotein, XX = Rohfett, XF = Rohfaser, S = Stärke, Z = Zucker, NfE = N-freie Extraktionsstoffe, OM = Organische Masse, OR = Organischer Rest)	90
Tabelle 36: Gehalte der Faserfraktionen NDF, ADF, ADL, Hemizellulose und Zellulose sowie der Nichtfaser-Kohlenhydrate (NFC) in g/kg Trockenmasse für Stroh (S), Heu (H), Kleegrassilage (Kg), Maissilage (M) sowie Topinamburknollen (T).....	91
Tabelle 37: Gehalte an N ges, C ges in Prozent bezogen auf Trockenmasse sowie das C/N- Verhältnis von Stroh (S), Heu (H), Kleegrassilage (kg), Maissilage (M) und Topinamburknollen (T).....	91
Tabelle 38: Gehalte an N ges, C ges in Prozent bezogen auf Trockenmasse sowie das C/N Verhältnis in Faeces von tragenden Sauen bei einer Vorlage Stroh (S), Heu (H), Kleegrassilage (Kg), Maissilage (M) und Topinamburknollen (T) im Vergleich zur Kontrollgruppe (K) und konv Kontrollgruppe (K konv)	92
Tabelle 39: Gehalte an AMP, ADP und ATP in nmol/g TM im Kot von Sauen mit und ohne Raufutternvorlage in der Tragezeit für die verschiedenen Gruppen ..	93
Tabelle 40: aerobe Gesamtkeimzahl in log KbE pro g Frischkot in der Trage- sowie Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen	93
Tabelle 41: Gesamtkeimzahl an <i>E. coli</i> in log KbE pro g Frischkot in der Trage- sowie Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen	94

Tabelle 42: Anaerobe Gesamtkeimzahl in log KbE pro g Frischkot in der Trage- sowie Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen	95
Tabelle 43: Gehalt an Cl. perfringens in log KbE pro g Frischkot in der Trage- sowie Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen	96
Tabelle 44: Gehalt an Laktobazillen in log KbE pro g Frischkot in der Trage- sowie Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen	97
Tabelle 45: Gehalt an Hefen in log KbE pro g Frischkot in der Trage- sowie Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen.....	98
Tabelle 46: Endotoxingehalt in EU/g Frischkot mit und ohne Raufutternvorlage im Kot von Sauen zu verschiedenen Zeitpunkten ante bzw. post partum.....	99
Tabelle 47: Körpergewicht, BCS und Rückenspeckdicke in der Mitte der Trächtigkeit sowie in der Säugezeit.....	100
Tabelle 48: Gehalt an IgA-, IgM-,IgG-anti LPS E.coli J5 in RE/ml im Serum von 10 Tage alten Saugferkeln.....	101
Tabelle 49: Behandlungshäufigkeiten, -weise und -grund von erkrankten Sauen in der ersten Woche der Säugezeit.....	102
Tabelle 50: Nges, Cges und C/N- Verhältnis in Prozent der Trockenmasse im Kot der Sauen auf den vier Praxisbetrieben	102
Tabelle 51: aerobe GKZ in log pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage auf vier unterschiedlichen Praxisbetrieben in den Faeces von Sauen	105
Tabelle 52: anaerobe GKZ in log pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage auf vier unterschiedlichen Praxisbetrieben in den Faeces von Sauen	106
Tabelle 53: Escherichia coli in log pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage auf vier unterschiedlichen Praxisbetrieben in den Faeces von Sauen	107
Tabelle 54: Laktobazillen in log pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage auf vier unterschiedlichen Praxisbetrieben in den Faeces von Sauen	108
Tabelle 55: Ferkelverluste (%) in Abhängigkeit der Fütterung der Sau während der Tragezeit für die verschiedenen Betriebe.....	109

1 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

In der ökologischen Schweinehaltung ist die tägliche Vorlage von Raufutter gesetzlich vorgeschrieben (EG-Nr. 889/2008, Abschnitt 2, Artikel 20.3). Für die meisten Betriebe bedeutet jedoch die tägliche Raufutternvorlage einen Mehraufwand an Arbeit, der kaum finanziell honoriert wird. Daher kommt die überwiegende Anzahl der Betriebe den gesetzlichen Anforderungen dahingehend nach, die vorhandene Stroheinstreu als Raufutternvorlage zu verstehen. Dies ist allerdings aus futtermittelhygienischer Sicht kritisch zu bewerten (Werner und Sundrum 2008).

Gerade Sauen eignen sich für die Verfütterung rohfasergehaltiger Futtermittel aufgrund der physiologischen Größe des Magen-Darm-Trakts und der besseren Verwertbarkeit von Rohfaser im Vergleich zu anderen Altersklassen (Jost 1985). Als mögliche Raufutternkomponenten kommen neben Stroh und Heu auch Saffutternmittel wie Klee gras-, Maissilage und Futterrüben in Betracht. Bis dato wurde in wissenschaftlichen Arbeiten die Erhöhung des Rohfasergehaltes in der Futternration von Schweinen zumeist über die Zusammensetzung des Kraffutterns gesteuert. Wissenschaftlich nachgewiesene Effekte einer rohfasergehalten Fütterung auf Tiergesundheit und -leistung beruhen auf Basis dieser Fütterungsstrategie. Wissenschaftliche Erkenntnisse über die Aufnahmemengen von separat vorgelegten Rohfaserkomponenten, wie sie für die ökologische Schweinehaltung vorgeschrieben ist, und deren Effekte auf die Leistung und Gesundheit von Sauen und Ferkeln sind in der Literatur bisher nicht zu finden.

Mit dem Forschungsvorhaben sollen die Futteraufnahme von unterschiedlichen Raufutternmitteln und die Effekte ihrer Verabreichung an tragende Sauen auf die Stabilität der intestinalen Mikroflora erfasst und der potentielle Nutzen als Präventivmaßnahme gegen Erkrankungen der Sauen *post partum* (insb. Puerperalsyndrom) sowie der Saugferkel (Durchfallerkrankungen) ermittelt werden. Des Weiteren soll der Arbeitszeitbedarf für die Vorlage von Raufutter quantifiziert werden. Die Ergebnisse sollen dazu beitragen, die Verfütterung von Raufutter an tragende Sauen in ökologisch wirtschaftenden Ferkelerzeuger-betrieben hinsichtlich ihres gesundheitsfördernden Potentials und dem damit verbundenen Aufwand quantifizieren zu können. Das Projekt unterstützt dabei die einschlägigen Ziele des Bundesprogramms Ökologischer Landbau zur Optimierung von Fütterungsstrategien sowie der Entwicklung und Verbesserung präventiver Tiergesundheitskonzepte.

Aus dem Forschungsziel ergaben sich folgende Arbeitshypothesen:

- Die Raufutternvorlage stabilisiert die Hauptflora im Darm der Sauen und verringert damit das Risiko für die Bildung einer pathogenen Restflora sowie die Endotoxin-Ausscheidung über Milch und Kot.
- Die Verringerung der pathogenen Restflora reduziert die Keimbelastung sowie die Erkrankungsinzidenzen der Saugferkel.
- Die Verfütterung von Raufutter an tragende Sauen erhöht die Futteraufnahme nach der Geburt und wirkt über eine verbesserte Nährstoffaufnahme einer übermäßigen Abmagerung und Fettmobilisation der Sauen entgegen.

1.1 Planung und Ablauf des Projektes

Das Projekt war in zwei Phasen unterteilt: In die Exaktversuchsphase, in der verschiedene Raufuttermittel auf einem Versuchsbetrieb an tragende Sauen verfüttert wurden und auf ihre Effekte auf die Tiergesundheit und -leistung von Sauen und deren Ferkel untersucht wurden. Sowie in die Umsetzungsphase, in der die effektivste Raufuttervariante aus der Exaktversuchsphase auf Praxisbetrieben implementiert und evaluiert wurde.

Das Projekt war dabei wie folgt geplant: Die Exaktversuchsphase sollte auf einem ökologisch wirtschaftenden Ferkelerzeugerbetrieb in Willebadessen (NRW) durchgeführt werden. Mit der dort vorliegenden Bestandsgröße von 170 Sauen sollte eine genügend hohe Zahl an Versuchstieren pro Variante und Durchgang sichergestellt werden.

Die Raufuttermittel sollten an tragende Sauen verfüttert werden. Neben einer Kontrollgruppe (ohne Raufuttergabe) sollten vier Versuchsgruppen (je $n = 12$) in zwei Durchgängen in den Versuch einbezogen werden, denen jeweils eine von vier Raufuttervarianten mit unterschiedlichen Rohnährstofffraktionen vorgelegt werden sollte:

- Stroh *ad libitum* (Cellulose und Hemicellulose)
- Heu *ad libitum* (Cellulose und Hemicellulose)
- Maissilage *ad libitum* (Stärke, Cellulose, Hemicellulose)
- Topinamburknollen *ad libitum* (Inulin und Fructooligosaccharid)

Die Raufutter sollten in einer Raufe im Auslauf des Wartestalls im Zeitraum von der Umstallung vom Deckzentrum in den Wartebereich bis zur Umstallung vom Wartebereich in den Abferkelstall angeboten werden. Die Vorlage des Kraffutters für die Raufuttergruppen sollte restriktiv erfolgen. Die auf dem Betrieb verwendete Stroheinstreu sollte alternativ durch Sägespäne ersetzt werden, um dem potentiellen Einfluss der Einstreu auf die Aufnahme des während des Versuchs angebotenen Raufutters entgegenzuwirken.

Dabei sollten folgende geplante Untersuchungen auf dem Versuchsbetrieb durchgeführt werden (Projektantrag vom 17.08.2006 sowie Vorlage des überarbeiteten Projektantrages vom 19.03.2007):

- Bestimmung der Futteraufnahme sowie der *in vitro*-Verdaulichkeit der Raufuttermittel nieder- und hochtragender Sauen
- Bestimmung des C/N-Verhältnisses im Futter und im Kot der Sauen
- Messung der Adenylate (AMP, ADP, ATP) zur Bestimmung der mikrobiellen Aktivität im Kot
- Mikrobiologische Untersuchungen von Kotproben der Sauen
- Analyse von Milch- und Kotproben der Sauen hinsichtlich der Ausscheidung von freien Endotoxinen
- Bakteriologische Untersuchung der Sauenmilch
- Bestimmung immunologischer Parameter im Blut der Ferkel
- Konditionsbeurteilung der Sauen in Trage- und Säugezeit

Begleitend sollte eine Auswertung von Leistungs- und Gesundheitsdaten (Anzahl lebend-/totgeborener Ferkel/ Wurf, abgesetzte Ferkel, aufgezogene Ferkel, Inzidenz des

Puerperalsyndroms, Erkrankungsraten Ferkel etc.) sowie des Geburtsverlaufes stattfinden. Die Aufnahme von Kraftfutter über restriktive Zuteilung während der Säugezeit sollte ebenfalls ausgewertet werden. Zusätzlich sollten die Ferkel unmittelbar nach der Geburt sowie beim Absetzen gewogen werden, um zu überprüfen, ob die Raufuttergabe an die Sauen Auswirkungen auf die Geburtsgewichte sowie auf die Zunahmen der Ferkel in der Säugezeit hat. Des Weiteren sollte der Arbeitszeitbedarf für die Vorlage der Raufuttermittel erfasst werden.

Aufgrund neueren Erkenntnissen und aktueller Entwicklungen während der Laufzeit der Exaktversuchsphase wurden folgende Änderungen bzw. Ergänzungen im Versuchsablauf beantragt, die auch bewilligt wurden:

- Untersuchung der Sauenmilch auf C-reaktives Protein (CRP) (Änderungsbescheid vom 28.11.2007)
- Beschränkung der Milchprobengewinnung bei Sauen auf den Zeitpunkt der Geburt (Änderungsbescheid vom 28.05.2008)
- Erweiterung der Exaktversuchsphase um die Variante Kleegrassilage (Änderungsbescheid vom 20.08.2008)
- Bestimmung der Virulenzfaktorgene von *E. coli* im Sauenkot mittels multiplex-PCR von 12 Sauen je Fütterungsvariante (Änderungsbescheid vom 20.08.2008)
- Hinzunahme einer Kontrollgruppe mit 6 Jungsauen ohne Einstreu (Kontrolle konventionell) (Änderungsbescheid vom 25.06.2009)

Im zweiten Teil des Projektes, der Umsetzungsphase, sollte aus dem vorliegenden Teilprojekt die effektivste Raufuttervariante auf 6 Praxisbetrieben Anwendung finden. Die Betriebe sollten mindestens 70 Sauen halten, um eine adäquate Anzahl an Abferkelungen in die Studie einbeziehen zu können. Dabei sollten pro Betrieb A2 Sauen pro Versuch und Kontrolle untersucht werden. Von den o.g. Untersuchungen sollten auf den Betrieben folgende durchgeführt werden:

- Bestimmung der Futteraufnahme der Raufuttermittel
- Bestimmung des C/N-Verhältnisses im Kot der Sauen
- Messung der Adenylate (AMP, ADP, ATP) zur Bestimmung der mikrobiellen Aktivität im Kot
- Mikrobiologische Untersuchungen von Kotproben der Sauen auf *E. coli* und Lactobacillen
- Bestimmung immunologischer Parameter im Blut der Ferkel
- Endotoxinbestimmung in der Sauenmilch
- Wiegen der Sauen in der Trage- und Säugezeit

Aufgrund nachfolgender Änderungsbescheide kam es in der Umsetzungsphase zu folgenden Abweichungen geplanter Vorhaben:

- Beschränkung der Milchprobenentnahme bei Sauen sowie der Blutprobenentnahme bei Ferkeln auf die Exaktversuchsphase (Änderungsbescheid vom 20.08.2008)
- Durchführung der Untersuchung auf 4 anstatt 6 Praxisbetrieben (Änderungsbescheid vom 25.06.2009)
- Verzicht auf die Messung der Adenylate (AMP, ADP, ATP) zur Bestimmung der mikrobiellen Aktivität (Änderungsbescheid vom 25.06.2009)

- Verzicht der Sauenwiegungen (inkl. Messung der Rückenspeckdicke) sowie der Wiegungen der Ferkel beim Absetzen (Änderungsbescheid vom 25.06.2009)

Die Tabelle 1 zeigt den anvisierten Zeitplan des Teilprojektes 07OE026:

Tabelle 1: SOLL- Zeitplan des Teilprojektes zur Raufutternvorlage bei tragenden Sauen

Jahr	2007		2008				2009				2010		
	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III
Exaktversuchsphase													
Vorbereitung, Futterbergung und –bereitstellung													
Fütterung verschiedener Raufutter und Analysen von Kot- und Milchproben 1. Durchgang				X1									
Fütterung verschiedener Raufutter und Analysen von Kot- und Milchproben 2. Durchgang													
Umsetzungsphase													
Datenauswertung Exaktversuch, Vorbereitung Umsetzungsphase							X2	X3					
Implementierung eines „erfolgreichen“ Raufutters auf 6 Praxisbetrieben													
Auswertung der Ergebnisse, Anfertigung des Schlussberichtes													X4

Meilensteine:

- X1: 31. Mai 2008: Der Zwischenbericht 1 ist erstellt.
- X2: Ende März 2009: Die Daten aus dem Exaktversuch sind ausgewertet. Ein Raufuttermittel ist für die Umsetzungsphase bestimmt
- X3: 31. Mai 2009: Der Zwischenbericht 2 ist erstellt.
- X4: 31.08.2010: Die Datenauswertung ist abgeschlossen. Der Endbericht ist erstellt.

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

1.2.1 Gesetzliche Vorgaben zur Raufutternvorlage unter Berücksichtigung der Tiergerechtheit

Durch die Intensivierung in der Schweineproduktion in den letzten Jahrzehnten ist die Möglichkeit für Schweine, ihr arteigenes Verhalten auszuleben, stark limitiert (Andresen und Redbo 1999). In den herkömmlichen Haltungssystemen bietet sich kaum noch die Möglichkeit zur Nahrungssuche (de Jong et al. 2008). Des Weiteren werden die meisten Schweine restriktiv durch das Angebot von konzentriertem Krafffutter, welches maximal zweimal täglich vorgelegt wird, gefüttert (Lawrence und Terlouw 1993). So

verbringen Sauen in herkömmlichen Haltungssystemen nicht mehr als 12 bzw. 18 Minuten am Tag mit der Futteraufnahme (Brouns et al. 1992, Braund et al. 1998).

Hausschweine zeigen analog zu ihren wilden Artgenossen, den Wildschweinen, bis heute die gleichen Verhaltensweisen hinsichtlich des Nahrungsaufnahme-verhaltens (Stolba und Wood-Gush 1989). So verbringen Hausschweine unter semi-natürlichen Bedingungen zwischen 40 - 70 % der Tageslichtzeit mit der Futtersuche (Gustafsson et al. 1999, Jensen 2002). Die meiste Zeit des Nahrungsaufnahmeverhaltens wird dabei mit Wühlen, Kauen und Schnuppern verbracht (Gustafsson et al. 1999, Jensen 2002) und ist durch ein weites Nahrungsspektrum charakterisiert (Stolba und Wood-Gush 1989).

Die tiergerechte Fütterung von Schweinen soll neben den arteigenen Ansprüche an das Futteraufnahmeverhalten auch physiologische Gegebenheiten berücksichtigen (Drochner 1999) und der Gesundheitsprophylaxe durch die Vermeidung von bakteriellen Überwüchsen der pathogenen Restflora im Magen-Darm-Trakt dienen (Krüger 2005). In den letzten 15 Jahren ist dabei Rohfaser als Nahrungskomponente verstärkt ins Blickfeld geraten (Bindelle et al. 2008). Zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten konnten belegen, dass eine erhöhte Rohfaserbeigabe einer tiergerechten Fütterung von tragenden Sauen entgegenkommt und Verhaltensstörungen entgegenwirkt (Whittaker et al. 1998, Menieur-Salaün 1999, Bergeron et al. 2000). Weiterhin wurden Effekte auf die Tiergesundheit (Pejsak und Tarasiuk 1989, Göransson 1989, Farmer et al. 1995) sowie auf die Gewichtsentwicklung und die Leistung (Calvert et al. 1985, Holzgrafe et al. 1986,; Guillemet et al. 2007, Veum et al. 2009) untersucht.

Nach D'Eath et al. (2009) nahm die Politik in Europa die Ergebnisse verschiedener wissenschaftlicher Studien zum Anlass, mit der EU- Richtlinie 2001/88/EC zu den Mindestanforderungen in der Haltung von Schweinen die Vorlage von mehr Rohfaser gesetzlich verpflichtend vorzuschreiben. Mit der Überführung in nationales Recht durch die Tierschutz-Nutztierhaltungs-verordnung (TierSchNutzVO, 2009), die sowohl für konventionell wirtschaftende Betriebe als auch ökologisch wirtschaftende Betriebe gilt, sind in Deutschland trächtige Jungsauen und Sauen bis eine Woche vor dem voraussichtlichen Abferkeltermin mit Alleinfutter mit einem Rohfasergehalt in der Trockenmasse von mindestens 8 Prozent oder so zu füttern, dass die tägliche Aufnahme von mindestens 200 Gramm Rohfaser je Tier gewährleistet ist (§ 25, Absatz 6). Für ökologisch wirtschaftende Betriebe ist mit der EG-Öko-Basis-Verordnung 834/2007 (Artikel 14, Abschnitt 1d (iii)) die Raufuttergabe oder ständiger Zugang zu Weidegang für alle Schweinehalter verpflichtend. Mit der Durchführungsverordnung zur ökologischen Tierhaltung (EG-Nr. 889/2008, Abschnitt 2, Artikel 20.3) wird die tägliche Vorlage von Raufutter in frischer, siliierter oder getrockneter Form obligatorisch vorgeschrieben.

1.2.2 Raufutterfütterung von tragenden Sauen in der ökologischen Schweinehaltung

1.2.2.1 Verwendung des Begriffs Raufutter in der ökologischen Schweinehaltung

Raufuttermittel im Sinne der EG-Öko VO Nr. 889/2008 werden im Anhang V, Abschnitt 1.6. definiert. Zu ihnen zählen Rau- bzw. Grünfuttermittel wie Luzerne (-grünmehl), Klee (-grünmehl), Grünfutter (gewonnen aus Futterpflanzen), Grünmehl, Heu, Silage, Getreidestroh und Wurzelgemüse für Grünfutter. Obwohl es sich aus futtermittelkundlicher Sicht bei Silagen, Grünfutter oder Wurzelgemüse vorrangig um Saffuttermittel handelt und diese nicht den Raufuttermitteln zugeordnet werden, sind sie in der EG-Öko VO Nr. 889/2008 als gemeinsamer Begriff unter "Raufutter" geführt. Abweichend der wissenschaftlichen Bezeichnungen wird daher in vorliegender Untersuchung der Begriff "Raufutter" gemäß der EG-Öko VO Nr. 889/2008 verwendet und schließt somit die Saffuttermittel als mögliche Raufuttermittel für die tägliche Vorlage in der ökologischen Schweinehaltung ein.

1.2.2.2 Rohfaser und andere Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP) in der Fütterung von tragenden Sauen

Das Ziel der Fütterung von tragenden Sauen stellt die Erhaltung einer konstanten Körperkonstitution dar (Menieur-Salaün 1999). Neben der Deckung des Energiebedarfs kommt dem Aufbau von Körperreserven für die Säugezeit eine große Bedeutung zu (Rodehutschord 2004). Zudem steht die Fütterung von tragenden Sauen im Zusammenhang mit deren Reproduktionsleistungen (Mahan und Mangan 1975, Coffey et al. 1994, Ziron 2005). Vor dem Hintergrund ihres geringen Nährstoffbedarfs (siehe Tabelle 2) im Vergleich zu säugenden Sauen und Mastschweinen (Honeyman und Zimmermann 1991) eignen sich tragende Sauen aufgrund ihres großen Volumens des Magen-Darm-Traktes besonders für die Verwertung von Rohfaser (Jost 1985).

Tabelle 2: Energiebedarf (MJ ME) für tragende Sauen (vierter Wurf) in Abhängigkeit der Trächtigkeitsphase

	niedertragende Sauen (1. bis 83. Tag)	hochtragende Sauen (84. bis 115. Tage)
Fütterungsfibel Öko 2005	28 MJ ME	33 MJ ME
GfE 2006 ¹	31 MJ ME	37 MJ ME

Rohfaser befindet sich dabei vorrangig als Inhaltsstoff in Raufuttermitteln (Jeroch et al. 1993) und wird in drei Kategorien eingeteilt: In die Neutrale Detergent Fiber (NDF), die mit den Hemizellulosen, Lignin und der Zellulose im Wesentlichen die Gesamtheit der pflanzlichen Zellwände darstellt, die Acid Detergent Fiber (ADF) mit Zellulose und Lignin sowie das Acid Detergent Lignin (ADL), das ausschließlich das nahezu unlösliche Lignin beinhaltet (Van Soest et al. 1991). Obwohl Lignin kein Kohlenhydrat ist, sondern

¹ Angaben für ausgewachsene Sauen ohne maternale Zunahmen. Je 1 kg LM Verlust in der vorangegangenen Säugezeit ist der Bedarf an ME um 0,2 MJ pro Tag zu erhöhen.

aus Derivaten des Phenylpropans besteht, ist es in sogenannten "Kohlenhydrat-Lignin-Komplexen" an die NSP gebunden und kann aus Sicht der Tierernährung in den Begriff "Rohfaser" integriert werden (Cummings 1981). In der Tabelle 3 sind Rohfasergehalte sowie der Gehalt an NDF, ADF und ADL verschiedener Raufuttermittel bzw. Saftfuttermittel aufgeführt.

Tabelle 3: Rohfasergehalt sowie Gehalt an Neutral Detergent Fibre (NDF), Acid Detergent Fibre (ADF), Zellulose, Hemizellulose und Acid Detergent Lignin (ADL) verschiedener Raufuttermittel aus Lipiec et al. (1994)

	XF	NDF	ADF	Zellulose	Hemiszellulose	ADL
Gerstenstroh	485	828	565	454	264	111
Haferstroh	444	778	560	440	218	120
Wiesenheu	365	648	428	267	220	61
Rotkleeheu	271	567	334	260	233	74
Maissilage	253	598	344	272	254	72
Grassilage	277	605	369	264	236	105

NSP kommen hauptsächlich als Zellwandbestandteile und in geringem Umfang als Speicherpolysaccharide in pflanzlichen Zellen vor (Bach Knudsen 2001). Zu den NSP zählen nach Ulbrich et al. (2004) Zellulose, Hemizellulose, β -Glucane, Pentosane, Pektine, Galactane und Fructane. Bedeutendstes Polyfructan ist Inulin, welches als Nicht-Stärke-Speicherpolysaccharid in Pflanzenzellen vor allem in Korbblütlern, wie u.a. Topinambur, Zichorien, Dahlie, Artischocke, aber auch in Doldenblütlern, wie Pastinake vorkommt (Incoll und Bonnet 1993).

Rohfaserhaltige Futtermittel bzw. Einstreustroh sorgen für eine Weitung des C/N Verhältnisses (Emanuel 1992, Hoitink und Boehm 1999). Die Verwertung von Wirtschaftsdünger durch Pflanzen bzw. Mikroorganismen ist einerseits an das C/N Verhältnis und andererseits an den Anteil von anorganischem zu organisch gebundenen Stickstoff gebunden. Einstreu sowie die Verfütterung von rohfaserhaltigen Futtermitteln haben dabei auch immer einen Einfluss auf die Kompostqualität und die N- Verfügbarkeit für die Pflanzen (Fauci et al. 1999, Gagnon und Simard 1999). Vu et al. (2009) konnten dabei sogar einen Zusammenhang zwischen dem C/N Verhältnis und dem Gehalt an Rohfaser in der Ration bei Mastschweinen feststellen. Einen weiteren Einfluss auf den Gehalt an N hat das Rohproteinangebot im Futter. Durch ein reduziertes Rohproteinangebot wurde auch die N- Konzentration im Kot bei Schweinen gesenkt (Le et al. 2009). Dabei wird zur Produktion von Wirtschaftsdünger ein C/N Verhältnis von 30:1 als optimal angegeben, wobei bei den weiteren C/N Verhältnissen der Abbauprozess verzögert und die Nährstoffe für Pflanzen schwerer zugänglich, bei engen C/N Verhältnissen die Nährstoffe schneller pflanzenverfügbar sind (LfL 2009).

Die Beigabe von Rohfaser in die Ration von tragenden Sauen dient vor allem einer längerfristigen Sättigung (Ziron 2003), wobei die Faserkomponenten direkt ans Tier oder indirekt über die Beigabe ins Kraftfutter angeboten werden (Meunier-Salaün et al. 2001). Faserkomponenten besitzen eine diätischen Wirkung (Crenshaw 2005) und führen durch die Energiereduzierung des Kraftfutters (Ziron 2005) zu einer erhöhten Aufnahme an Futter (Meyer 2001).

Die indirekte Beigabe eines hohen Rohfasergehaltes ins Kraftfutter erfolgt mittels der Alleinfuttermethode (Bindelle et al. 2008), wogegen sich die direkte Vorlage von Faserkomponenten mit dem Konzept der kombinierten Fütterung erreichen lässt (Kamphues et al. 2009). Nach Burgstaller (1991) können bei tragenden Sauen große Mengen Kraftfutter durch Grundfutter ersetzt werden. So kann Grundfutter den Energiebedarf von tragenden Sauen zwischen einem Drittel (Burgstaller 1991) bis maximal 50 % (Lindermayer et al. 2005) decken. Nach Bussemas (2006) ist die Nährstoffversorgung zu 25 % durch Grundfutter für niedertragende Sauen möglich.

1.2.2.3 Raufuttermittel für tragende Sauen

Als Raufuttermittel kommen nach der EG-ÖKO VO verschiedene Substrate in Betracht. Obwohl entgegen den gesetzlichen Vorgaben noch nicht alle ökologisch wirtschaftenden Betriebe Raufutter vorlegen (Löser und Deerberg 2004), werden von Ferkelerzeugern am häufigsten Silage, frisches Gras und Heu verwendet (Löser und Deerberg 2004, Göbel 2009). Im Folgenden werden mögliche Raufuttermittel, die in der Fütterung von tragenden Sauen eingesetzt werden können, vorgestellt.

1.2.2.3.1 Stroh

Obwohl Stroh primär als Einstreu in der ökologischen Tierhaltung genutzt wird, hat es dennoch als Futtermittel eine gewisse Bedeutung, weil es in geringen Mengen über die Einstreu aufgenommen wird (Kamphues et al. 2009). Charakteristisch für Stroh ist der hohe Gehalt an Rohfaser und der niedrige Energiegehalt (Sundstøl und Owen 1984). Nach LfL (2008) beträgt der durchschnittliche Energiegehalt von Stroh 2,1 MJ ME/kg TM. Zudem ist Stroh eiweiß-, phosphor- und vitaminarm (≈ 564 - Kamphues 2009). Aufgrund der geringen Energie- und Nährstoffgehalte spielt Stroh bei tragenden Sauen vorwiegend als Sättigungsmittel eine Rolle (Lindermayer et al. 1994). Darüber hinaus dient Stroh aber auch als Beschäftigungsmaterial zur Verhinderung von Stereotypen (Spoolder et al. 1995; Whittaker et al. 1999, Stewart und Boyle 2008). Futterstroh für tragende Sauen hat optimalerweise einen Trockensubstanzgehalt von mehr als 84 % und ist frei von Mykotoxinen (Jeroch et al. 1993), welche sich gerade bei tragenden Sauen negativ auf die Fruchtbarkeit und Gesundheit auswirken können (Gutzwiller 2001). Nach Kamphues et al. (2009) richtet sich der Futterwert zudem nach Ausgangsmaterial und Relation Stengel zu Blätter, wobei Hafer- und Gerstenstroh einen höheren Futterwert als Weizenstroh besitzen (Dias-Da-Silva und Guedes 1990).

1.2.2.3.2 Heu

Heu wird bei tragenden Sauen ebenfalls als Sättigungsmittel betrachtet, da es wie Stroh eine geringe Nährstoffkonzentration besitzt (Burgstaller 1991, Lindermayer et al. 1994). Heu ist im Vergleich zu Stroh proteinreicher, wobei Leguminosen im Heu einen höheren Proteingehalt (15-25 %) als Gräser (10-20 %) aufweisen (Lyttleton 1973). Die Verabreichung von Heu als Rohfaserträger erfolgt in der konventionellen Schweinehaltung überwiegend in Form von Luzerneheu (Pollmann et al. 1980) bzw. Luzernegrünmehl (Wallace et al. 1974, Calvert et al. 1985, Abel et al. 2005) oder aber als Leguminose-Gras-Gemenge (Holzgrafe et al. 1986). Trotz des höheren Rohproteingehaltes von Luzerne im Vergleich zu Klee grasgemengen erfolgt deren Anbau in der ökologischen Landwirtschaft in geringem Umfang (Loges et al. 2001, Loges et al. 2002). In der

ökologischen Landwirtschaft eignen sich neben reinen Grasbeständen auch Rotklee, Luzerne- und Wickgras für die Verfütterung. Allerdings führt die Trocknung von blatt- und kräuterreichen Beständen zu hohen Bröckelverlusten, die mit mindestens 25 % Verlust an umsetzbarer Energie und an Protein einhergehen (Kolbe et al. 2006).

1.2.2.3.3 Kleegrassilage

Klee gras ist eine der wichtigsten Futterpflanzen und gleichzeitig tragendes Glied in einer nachhaltigen Fruchtfolge in der ökologischen Landwirtschaft (Winter 1992). Bussemas (2008) empfiehlt die Silierung von Klee gras für Schweine. Klee grassilage für Sauen sollte feuchter (25 - 35 % TM) als in der Milchviehfütterung üblich siliert werden (Jost 1985, Burgstaller 1991), da trockene Silagen von Sauen nicht gern aufgenommen werden (Burgstaller 1991, Schubbert und Werner 2009). Einen grossen Einfluss auf die Verdaulichkeit der organischen Masse sowie auf den Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten hat der Schnitzeitpunkt von Silagen (Kramer 2010). Zur Herstellung gleichzeitig energiereicher Silagen sollte der Schnitzeitpunkt daher zu Beginn des Ährenschiebens der Gräser erfolgen. Klee grassilagen sind reich an Protein und stellen eine alternative Eiweißversorgung bei Sauen (Jost 1984) und Mastschweinen (Urdl 2009) dar. Zudem sind Aufwüchse von Klee gras calciumreich (Leisen 2003). Seine Feuchtkonservate besitzen im Vergleich zu anderen Futterkomponenten einen relativ hohen Lysingehalt (Jost 1985). Der Gehalt an Umsetzbarer Energie wird von Sappock et al. (2008) mit 7,1 MJ/kg TM angegeben.

1.2.2.3.4 Maissilage

Maissilage eignet sich ebenfalls als Grundfutter für tragende Sauen (Lindermayer et al. 1994). Im Gegensatz zur konventionellen wird in der ökologischen Schweinehaltung vorrangig Ganzpflanzensilage eingesetzt, da weder die Größenordnungen bei den Tierbeständen noch die Spezialisierungs- bzw. Technisierungsgrade erreicht werden, die den Einsatz von CCM (Corn-Cob-Mix) wirtschaftlich werden lässt (Sundrum 2002). Bei der Verfütterung von Maissilage an Sauen sollte die Entnahmemenge aus dem Silo im Winter mindestens 5 cm, im Sommer 10 cm betragen, um Schimmelbildung und Nacherwärmung zu vermeiden (Lindermayer et al. 1994). Gerade nacherwärmte Silage stellt ein Gesundheitsrisiko für tragende Sauen dar, welches zu sehr hohen Raten an Puerperalerkrankungen führen kann (Schafzahl 2008). Kollé (2008) führt an, dass erst bei Sauenbeständen ab 400 Tieren ein nötiger Vorschub von wöchentlich 2,50 bis 3 m im Flachsilo erreicht wird. Da dies in den oftmals kleineren ökologischen Ferkelerzeugerbetrieben nicht erreicht wird, empfiehlt sich das Silieren in Rundballen durch spezialisierte Lohnunternehmer (Schubbert und Werner 2009).

Nach Sundrum (2002) handelt es sich bei Maissilage aufgrund des hohen Stärkegehaltes um ein sehr energiereiches Futter. Nach DLG 1991 beträgt der Energiegehalt von Maissilage in der Milchreife bei mittlerem Kolbenanteil (25-35%) 8,7 MJ ME /kg TM. Zudem ist Maissilage im Vergleich zu Klee grassilage rohproteinärmer, wobei der Rohproteingehalt abhängig ist vom Anteil der Kolben in der Silage (Gatel et al. 1988) und dem Erntezeitpunkt bei Ganzpflanzensilage (Filya 2004). Weiterhin ist Maissilage arm an Mineralien (Wilkinson 1976).

1.2.2.3.5 Topinamburknollen

Neben der Verfütterung von Silagen an tragende Sauen besteht die Möglichkeit der Verfütterung von Knollen und Wurzeln (Kirchgeßner et al. 2008). Unter mitteleuropäischen Bedingungen spielen die Kartoffel und die Brassica-Rüben sowie die Mohrrübe die größte Rolle (Jeroch et al. 1993). Topinamburpflanzen werden in Deutschland dagegen nur selten angebaut (Stolzenburg 2002), dienen jedoch als Futter- und Nahrungsmittel sowie als nachwachsender Rohstoff (Kosaric et al. 1984). Als Futterpflanze wird es entweder als Grünfutter, in silierter Form (Bosticco et al. 1989) oder als Knollen vorgelegt (Ly et al. 1994). Die Ernte der Knollen liegt in Abhängigkeit der Sorte zwischen Dezember und März (Kosaric et al. 1984, Stolzenburg 2002, Baldini et al. 2004). Frische Topinamburknollen lassen sich jedoch im Vergleich zu Kartoffelknollen nach der Ernte aufgrund ihres hohen Wassergehaltes nur für eine relativ begrenzte Zeit lagern (Stolzenburg 2002). Dabei nimmt Dauer und Temperatur der Lagerung einen Einfluss auf den Polymerisationsgrad der enthaltenen Fructooligosaccharide (Modler et al. 1993).

Charakteristischer Inhaltsstoff von Topinambur ist das Polyfructosan Inulin, welches als Reservekohlenhydrat vor allem in den Knollen gespeichert wird (Stolzenburg 2002) und als prebiotisches Supplement eine bedeutende Rolle in der Tierernährung spielt (Houdijk et al. 2002). Darüber hinaus ist Topinambur reich an Kalium, Rohzucker und Vitaminen, wobei der jeweilige Nährstoffgehalt vom Vegetationsstadium abhängt (Stolzenburg 2002, Kosaric et al. 1984). Der Gehalt an Umsetzbarer Energie liegt nach der DLG (1991) bei 12,9 MJ/kg TM.

1.2.2.4 Futteraufnahmemengen und *in vitro* Verdaulichkeit der Organischen Masse von Raufuttermitteln

1.2.2.4.1 Methoden zur Schätzung der Futteraufnahme

Die Rationsplanung für Schweine basiert auf den Inhaltsstoffangaben von Futtermitteln und der Ergänzung um die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe aus Futterwerttabellen (Henry et al. 1988) mit dem Ziel, den Gehalt an Umsetzbarer Energie einer Ration nach den Formeln der GfE (2008) berechnen zu können. Weiterhin bedarf es zur möglichst genauen Schätzung der bedarfsgerechten Versorgung von Sauen zusätzlich Kenntnis über die einsetzbaren Futteraufnahmemengen von Futtermitteln (Burgstaller 1991). Bisher ist die Planung einer Ration mit darin integrierten Raufuttermitteln kaum möglich, da einzusetzende Grundfuttermengen aus der Literatur nicht in Fütterungsversuchen erfasst wurden bzw. breit schwanken (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Futteraufnahmemengen für verschiedene Raufuttermittel aus der Literatur

<i>Raufuttermittel</i>	<i>Futteraufnahme pro Tag in FM</i>	<i>Literaturquelle</i>
Stroh	0,5 kg	Lindermayer et al. 1994
Heu	0,7 - 2 kg	Lindermayer et al. 1994, Götz 2003
Kleegras- bzw. Grassilage	4 - 12 kg	Lindermayer et al. 1994, Bussemas 2006
Maissilage	3 - 9 kg	Lindermayer et al. 1994, Büenefeld und Schneider 1983
Zuckerrüben	12 kg	Kirchgeßner et al. 2008

Überall dort, wo die Futteraufnahmemengen nicht direkt durch die Bilanzierung von Aufnahme und Ausscheidung erfasst werden können, kommen hauptsächlich Methoden zur Schätzung der Futteraufnahme vor. Am häufigsten wird dabei die indirekte Bestimmung mittels sogenannter "animal-based-measurements" durchgeführt (Penning 2004). Neben der n-Alkan-Methode (Doppelmarkermethode) (Unal und Garnsworthy 1999, Peters 2008, Piasentier et al. 1995) wird die Bestimmung der Futteraufnahme durch die Ermittlung der Verdaulichkeit des Futtermittels mit Hilfe eines internen Markers (Lignin (Momont et al. 1994), säureunlösliche Asche (Ohajuruka und Palmqui 1991), Chromoxid (Ferreira et al. 2004) oder die *in vitro* Verdaulichkeitsbestimmung plus dem Einsatz eines externen Markers zur Ermittlung der Höhe der Kotalausscheidung beschrieben (Dove et al. 1990, Piasentier et al. 1995, Malossini et al. 1996, Ferreira et al. 2004). Externe und interne Markersubstanzen müssen dabei nach Maynard et al. (1979) vier wesentliche Eigenschaften besitzen: ein "idealer Marker" (1) darf nicht verdaulich und absorbierbar sein, (2) den Verdauungstrakt und die darin befindlichen Mikroorganismen nicht beeinflussen und auch von ihnen unbeeinflusst bleiben, (3) nicht ungleichmäßig den Magen-Darm-Trakt passieren, (4) mittels präziser Methodik leicht nachweisbar sein sowie (5) vorzugsweise natürlich im Futter vorkommen. Dabei stellt die Wiederfindungsrate einer Markersubstanz, welche definiert ist als Verhältnis zwischen der im Kot wiedergefundenen Markermenge und der Markermenge, die verabreicht wurde, ein wichtiger Indikator für die Wirksamkeit einer Markersubstanz dar (Jagger et al. 1992). Als externer Marker zur Bestimmung der Futteraufnahme mittels der Verdaulichkeit der Futtermittel wird in Versuchen mit Schweinen überwiegend Chrom(III)oxid (Cr_2O_3) eingesetzt (Low 1982), obwohl die Wiederfindungsraten stark variieren (Moore 1957). Darüber hinaus steht noch Titan(IV)oxid (TiO_2) als Marker für Schweine zu Verfügung (Jagger et al. 1992).

Methoden zur Schätzung der Futteraufnahme werden überwiegend zur Futteraufnahmebestimmung bei Wiederkäuern (Piasentier et al. 1995, Unal und Garnsworthy 1999, Valiente et al. 2003), aber auch bei weidenden Sauen eingesetzt (Rivera Ferre et al. 1999, Wilson et al. 1999). So setzten Rivera Ferre et al. (1999) und Wilson et al. (1999) die n-Alkan-Methode zur Bestimmung der aufgenommenen Kleegrasmenge in der Freilandhaltung von Sauen ein.

1.2.2.4.2 Methoden zur Schätzung der *in vitro* Verdaulichkeit

Der Einsatz von Raufuttermitteln kann am besten als direkte Vorlage in der kombinierten Fütterung erfolgen (Kamphues et al. 2009), bei der wirtschaftseigenes Grundfutter zu einem Ergänzungsfutter vorgelegt wird (Lindermayer et al. 1994). Dabei richtet sich die eingesetzte Menge an Ergänzungsfutter nach der Qualität und Verdaulichkeit des Grundfutters (Kirchgeßner 2008 et al.). Fehlen Verdaulichkeitsangaben, erfolgt deren Ermittlung mittels Methoden zur Schätzung von Verdaulichkeiten (GfE 2006).

Das klassische Verfahren zur Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen ist der Tierversuch (*in vivo*-Methode) (Kirchgeßner et al. 2008). *In vivo* erfolgt die Bestimmung der Verdaulichkeitswerte entweder quantitativ (Sammeltechnik) bzw. nicht-quantitativ (Indikatormethode) nach Standardverfahren der Gesellschaft für Ernährung (GfE) mit Schweinen, die eine Lebendmasse zwischen 30 und 90 kg aufweisen (GfE 2005).

In vivo Methoden sind jedoch sehr kostspielig und zeitaufwendig. Außerdem existieren Futtermittel oder Futterrationskomponenten, deren alleiniger Einsatz in *in vivo* Verdaulichkeitsuntersuchungen den Nährstoff- oder Energiebedarf der Tiere nicht decken kann. Es wurden daher *in vitro* Methoden entwickelt, mit denen es möglich ist, schnell, zuverlässig und tierunabhängig, die Verdaulichkeit von Rohnährstoffen zu bestimmen (Boisen und Fernández 1997). Die derzeit existierenden *in vitro* Methoden imitieren dabei die Abbauprozesse im Darm nur unvollständig, wie z.B. Boisen und Fernández (1997) oder beschränken sich auf die Verdauung im Dickdarm wie die Gas-Produktions-Technik von Williams et al. (2005). Eine erste Kombination beider Methoden wurde von Bauer et al. (2003) und Sappock et al. (2009) durchgeführt, um die enzymatischen sowie die mikrobiellen Verdauungsprozesse *in vitro* nahezu vollständig abbilden zu können.

1.2.2.5 Arbeitszeitbedarf und Fütterungseinrichtungen für die Raufuttermittellage

Die Raufuttermittellage bringt nicht unerhebliche Nachteile in Form von arbeitswirtschaftlichen und monetären Mehraufwendungen für Anbau, Ernte und Lagerung des Futters sowie für die tägliche Futtermittellage und die Beseitigung von Restfutter mit sich (Werner und Sundrum 2008). Auch Löser und Deerberg (2004) sehen in der gesetzlich verpflichtenden Raufuttermittellage in ökologisch geführten Ferkelerzeugerbetrieben einen Faktor für den arbeitswirtschaftlichen Mehraufwand, der in der ökologischen Landwirtschaft im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft zu leisten ist. In der aktuellen Literatur finden sich keine Daten zum Arbeitszeitbedarf der kombinierten Fütterung von tragenden Sauen. Von Seiten der KTBL (2005) steht lediglich ein ermittelter Arbeitsbedarf für den Einsatz von Raufutter in der Schweinemast mit 12,8 Akmin pro Mastplatz und Jahr zur Verfügung.

Die tägliche Vorlage von frischem, getrocknetem oder siliertem Grundfutter stellt viele Tierhalter vor große technische Herausforderungen (Schubbert und Werner 2009). Einerseits werden nur selten geeignete Vorlagesysteme für Raufutter bei Stallneubauten mit eingeplant, andererseits fehlen bisher schweinegerechte Fütterungssysteme

zur Raufuttervorlage auf dem Markt, weswegen auf Eigenbaulösungen zurückgegriffen werden muss.

Bisher ist es in der ökologischen Ferkelerzeugung noch häufig Praxis, Stroheinstreu als Raufutter zu definieren (Werner und Sundrum 2008). Dies birgt jedoch nicht nur tiergesundheitsliche Probleme (Werner und Sundrum 2008), sondern sorgt auch für Unruhe im Stall, da die Funktionsbereiche Ruhen und Fressen vermischt werden (Schubbert und Werner 2009, Götz oJ). Nach Bussemas (2008) und Stewart et al. (2008) sollte die Vorlage von Raufutter bei Schweinen in Raufen erfolgen. Diese sollten im Auslauf platziert werden, um mögliche Futterreste beim Entmisten problemlos entfernen zu können. Weiterhin ist die einfache Befüllung von außen möglich (Bussemas 2008). Damit das Raufutter auch in der Raufe verbleibt, müssen diese über Längsstreben verfügen. Querstreben werden nach Bussemas (2008) nur als Steighilfen genutzt. Götz (oJ) und Stewart et al. (2008) verwendeten Raufen mit Gitterplatten. Beide Raufen wurden jedoch nur im Rahmen einer Beschäftigung und nicht für die Fütterung verwendet. Nach KTBL (2010) sollte aufgrund der im Wachstumsverlauf veränderten Kopfbreiten eine Anpassung der Stababstände an die unterschiedlichen Altersstufen erfolgen. Die optimale Stababstandsbreite (Achismaß) für Sauen beträgt 11- 13 cm bei einer Fressplatzhöhe von 40 - 45 cm. Für die Fütterung von tragenden Sauen empfehlen sich vorwiegend Schwenktorraufen und Trennwandraufen, wie sie in KTBL (2010) beschrieben sind.

1.2.3 Einfluss der Raufutterfütterung auf die Tiergesundheit und die Leistung von Sauen und deren Ferkel

1.2.3.1 Einfluss auf die Magen-Darm-Flora sowie auf die mikrobielle Aktivität

Der Verdauungstrakt beim Schwein wird im Wesentlichen in Kopfdarm, Magen, Dünndarm und Dickdarm unterteilt (Wenk 2001). Der vorab im Magen mechanisch verdaute Futterbrei wird vorwiegend im Dünndarm enzymatisch aufgeschlossen (Lindermayer et al. 1994). Durch die enzymatische Verdauung im Dünndarm werden die meisten Nährstoffe (Protein, Kohlenhydrate, Fett, Mineralien, Vitamine) dort direkt absorbiert (Wenk 2001). Die unverdauten Futterkomponenten, wie Rohfaser, Fette mit hohem Schmelzpunkt und unlösliche Proteine gelangen in den Dickdarm und werden dort von Mikroorganismen fermentiert (Wenk 2001). Nach Krüger (2005) setzt sich die Mikrobiota im Gastrointestinaltrakt (GIT) aus der autochthonen Flora, die tierartspezifisch und mukosaassoziiert ist, der allothonen Flora im Lumen des GITs sowie der pathogenen Restflora zusammen (Krüger et al. 2002). Aus ernährungsphysiologischer Sicht treten die Mikroorganismen als Antagonisten oder Synergisten auf (Williams et al. 2001). Während im Dünndarm überwiegend fakultative Anaerobier wie Laktobazillen, Enterokokken, Streptokokken, Staphylokokken und coliforme Keime siedeln und dort um die Nährstoffe mit dem Wirt konkurrieren, treten im Dickdarm strikt anaerobe Bakterien, wie Bifidobakterien, Eubakterien, Clostridien und Gram-negative Anaerobier, welche mit dem Wirt kooperieren, auf (Krüger 2005). Die Flora im GIT besteht zu 90 % aus gram-positiven Bakterien (Salanitro et al. 1977). Nach Wenk (2001) beträgt die Populationsdichte im Dickdarm bis zu 10^{10} Koloniebildende Einheiten (KbE) oder mehr pro g Digesta, im Magen und Dünndarm bis zu 10^8 KbE pro g Digesta (Jensen und Jørgen-

sen 1994). Die Gesamtanzahl an Bakterien im Kot beträgt 10^{10} bis 10^{12} KbE pro ml (Eastwood 1992) und umfasst mehr als 500 Spezies (Moore et al. 1987).

Die Hauptenergiequelle für die Mikroflora im Dickdarm stellen die Fraktion der Polysaccharide dar (Bach Knudsen et al. 1991). Nach Williams et al. (2001) stimuliert der Kohlenhydratanteil der Ration das Wachstum bestimmter Mikroorganismen. Weiterhin können Oligosaccharide von bestimmten Bakterienspezies (Bifidobakterien, Peptostreptokokken und *Klebsiella pneumonia*) verwertet werden, jedoch nicht von *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Streptococcus faecalis*, verschiedenen Salmonella-Serotypen und *Lactobacillus acidophilus* (Bolduan et al. 1993). Varel und Pond (1985) beobachteten einen Anstieg zellulolytischer Spezies, die bis zu 10 % der kultivierbaren Flora betragen konnten, nach Verfütterung hoher Mengen an Rohfaser. May et al. (1994) stellten auch einen Anstieg der Laktobazillen und Bifidobakterien nach Zusatz verdaulicher Fasern fest. Durch die Erhöhung des Rohfaseranteils von 3,4 auf 12,3 % erzielten Rekiel et al. (2005) die Erhöhung von Lactobacillen und anderen probiotisch wirkenden Bazillen sowie die Verringerung von *E. coli* und *Staphylococcus cohnii* sp. *cohnii* im Schweinedarm.

Die Effekte von Inulin auf die Mikrobiota im GIT von Schweinen sind sehr inkonsistent. Nach Lynch et al. (2009) führte die Inulinsupplementierung in einer Laktosebeinhaltenen Ration zu mehr Laktobazillen sowie zu einer Reduzierung von Enterobakterien bei Absetzerferkeln im Vergleich zur Kontrollration. Kleessen et al. (2005) ermittelten bei 28 sowie 42 Tage alten Absetzerferkeln einen signifikant höheren Gehalt an Enterokokken und Laktobazillen im Kot durch die Vorlage von Topinamburmehl im Vergleich zu einer Kontrollgruppe. Keinen Einfluss auf die Mikrobiota hatte eine Inulinsupplementierung in den Studien von Loh et al. (2006) und Branner et al. (2004).

Die Verfütterung hoher Mengen an fermentierbarer Substrate hat zudem einen Einfluss auf die mikrobielle Aktivität im Darm, die durch den Adenylate Energy Charge (AEC) ausgewiesen und durch die Messung der Adenosylphosphate (Bach Knudsen et al. 1991) oder durch die Gasproduktion (Jensen und Jørgensen 1994) erfolgt. So stellten Bach Knudsen et al. (1991) die Abhängigkeit des AEC Gehaltes von dem zur Verfügung gestellten Substrat fest. Jensen und Jørgensen (1994) konnten nach einer erhöhten Rohfaserzulage um 5,5-fach höhere ATP-Gehalte sowie einen 5- bis 9-fachen Anstieg der CO₂ (Kohlendioxid)- und CH₄ (Methan)-Produktion im Gastrointestinaltrakt von Schweinen nachweisen.

1.2.3.2 Einfluss auf die Tiergesundheit von Sauen und deren Ferkeln nach der Geburt

Besonders bei Sauen spielt die Beeinflussung der intestinalen Mikroflora eine bedeutende Rolle, da bakterielle Endotoxine Auslöser von Puerperal-erkrankungen sein können (Pejsak und Tarasiuk 1989). Diese können eine Immunparalyse bewirken, die zu einer Vermehrung und Virulenzsteigerung von ursprünglich als Kommensalen lebenden Bakterien und damit zu einer Schädigung des Makroorganismus führt (Krüger et al. 2003). Weiterhin wird durch eine vertikale Übertragung von Endotoxinen über die Milch auf die Saugferkel deren Darmepithel geschädigt und durch eine hämatogene Infektion Läsionen in Leber und Lunge gesetzt. Halloy et al. (2005) beobachteten auf-

grund der Belastung mit Endotoxinen ein gehemmtes Wachstum von Ferkeln und die Anfälligkeit für persistierende Lungenentzündungen.

Als mögliche Beteiligung an der Entstehung von Puerperalerkrankungen wird eine Verstopfung bei Sauen um den Geburtszeitraum angesehen (, Bergner 1982). Die Erhöhung von Rohfaser in der Ration führte bei tragenden Sauen zu einer erhöhten Passagerate des Futters (Boulduan et al. 1984, Le Goff et al. 2002), wodurch pathogenen Krankheitserregern die Möglichkeit zur Vermehrung genommen wird (Hellwig und Kleine Klausing 2008). Ebenso können sich Endotoxine ansammeln, die zusammen mit Mikroorganismen durch die Darmwand in den Organismus übertreten und das Tier gesundheitlich stark belasten können (Hellwig und Kleine Klausing 2008). Göransson (1989) wies für Sauen um den Geburtszeitraum, denen eine rohfaserreiche und niederenergetische Ration mit Weizenkleie und Luzernemehl verabreicht wurde, eine tendenziell geringere Häufigkeit von Puerperalerkrankungen nach. Farmer et al. (1995) ermittelten, dass die Erhöhung des Rohfaseranteils im Kraftfutter im Zeitraum der Trächtigkeit die Anzahl der Sauen reduziert, die eine erhöhte Körpertemperatur *post partum* als Indiz einer Puerperalerkrankungen aufwiesen.

Die Immunisierung von Ferkeln in den ersten Lebenstagen erfolgt passiv durch maternale Antikörper (Butler 1998). Vor der Kolostrumaufnahme verfügen die Ferkel über sehr geringe Gehalte an Immunoglobulinen (Miller et al. 1961). Die maternalen Antikörper werden jedoch abgebaut oder verbraucht. Gleichzeitig produzieren Ferkel eigene Antikörper nur sehr langsam. Bisher ist über den Einfluss der Immunoglobulinkonzentration auf die Krankheitshäufigkeit bei Ferkeln wenig bekannt. Das Kolostrum ist durch seinen Gehalt an Antikörpern und bioaktiven Komponenten am Aufbau der MDF sowie des Immunsystems der Ferkel beteiligt (Bauer et al. 2006). Ein immunologischer Parameter im Kolostrum stellt das C-reaktive Protein (CRP) dar. Dieses ist in der Lage, durch Opsonierung sowie durch die Aktivierung des Komplementsystems die Elimination von pathogenen Keimen zu stimulieren. Nach Krüger et al. (2002) und Schrödl et al. (2003) kann durch die Bestimmung des CRP im Blut der Saugferkel eine Belastungssituation dargestellt werden. Auch Frank et al. (2005) bestimmten CRP im Blut von Schweinen nach einem LPS-Challenge. Sie konnten jedoch eine Erhöhung von CRP nicht nachweisen, wobei sich die Probenentnahme allerdings auf eine Probe am Tag 2 nach der LPS-Injektion beschränkte. Kostro et al. (2003) stellten hingegen bei an Puerperalstörungen erkrankten Sauen eine 16mal höhere CRP-Konzentration im Sauenblut fest als bei der Kontrollgruppe. Nach ihrer Meinung eignet sich CRP gut als diagnostischer Parameter für Puerperalerkrankungen von Sauen, wenn noch keine klinischen Anzeichen vorhanden sind.

1.2.3.3 Einfluss auf die Reproduktionsleistungen der Sauen

Der Einfluss von Rohfaser bzw. NSP auf die Gewichtsentwicklungen während der Trächtigkeit sowie Reproduktionsleistungen wurden verschiedentlich untersucht. Beim Verfüttern einer Ration mit 46% Luzernegras ließ sich nach Holzgrafe et al. (1986) kein Einfluss auf die Reproduktionsleistung feststellen, allerdings kam es zu beträchtlichen Gewichtsverlusten während der Laktation und geringeren Gewichtszunahmen während der Trächtigkeit. Calvert et al. (1985) weisen ebenfalls auf das Problem der energetischen Unterversorgung bei einer rohfaserreichen Fütterung (50%-95% Luzerne) hin.

Peltoniemi et al. (2009) erzielten dagegen durch die *ad libitum*- Vorlage von Rohfaser signifikant höhere Sauengewichte und Rückenspeckdicken über drei Würfe im Vergleich zu den Kontrollsauern beim Absetzen. Danielsen und Vestergaard (2001) stellten für die Sauen mit rohfaserreicher Fütterung nach dem Abferkeln einen höheren Gewichtsverlust gegenüber den Kontrollsauern fest, bei gleichzeitig höheren Gewichtszunahmen der Sauen mit rohfaserreicher Fütterung in der Trächtigkeit. Renteria-Flores und Johnston (2008) stellten keinen höheren Gewichtsverlust nach dem Abferkeln fest im Vergleich zu Kontrollsauern.

Neben den Einflüssen der Rohfasererhöhung auf die Gewichtsentwicklung der Sau hat die Vorlage einer rohfaserreichen Ration Einfluss auf die Leistung von Sau und Ferkel. So berichtete Crenshaw (2005) durch die Erhöhung des Rohfasergehaltes in der Ration von bis zu 0,3 und Veum et al. (2009) sogar von bis zu 0,51 mehr abgesetzte Ferkel pro Sau und Jahr im Vergleich zu den Kontrollsauern erzielen. Nach Veum et al. (2009) hatten die Sauen mit erhöhtem Rohfaseranteil in der tragenden Ration ein 0,87 kg höheres Wurfgewicht. Die Ferkel dieser Sauen erzielten eine mit 13,5 % höhere Wachstumsrate in der ersten Lebenswoche und konnten mit einem um 3,59 kg erhöhten Gewicht abgesetzt werden. Auch in der Untersuchung von Guillemet et al. (2007) tendierten die Ferkel zu einem höheren Absetzgewicht.

2 Material und Methoden

2.1 Versuchsbetriebe

2.1.1 Exaktversuchsphase

Die Exaktversuchsphase fand auf einem Ferkelerzeugerbetrieb in NRW statt. Der Betrieb wird seit seiner Gründung im Jahr 1999 ökologisch geführt und ist dem Naturlandverband angeschlossen. Neben dem Betriebsleiter sind auf dem Betrieb zwei weitere Arbeitskräfte beschäftigt. Der Betrieb bewirtschaftet derzeit 45 ha Ackerfläche und hält knapp 170 produktive DAN Hybridsauen (Dänische Hybridsau). Die Tiere der Herde sind in 7 Gruppen á 24 Tiere unterteilt. Jedes Tier zieht durchschnittlich 19,1 Ferkel/Jahr auf, bei 2,1 Würfen/Sau/Jahr und 11,9 lebend geborenen Ferkeln pro Wurf (Produktionsdaten des Betriebs für 2007/08). Die Jungsauern remontiert der Betrieb aus eigener Nachzucht. Der Produktionszyklus des Betriebs beträgt 3 Wochen. In der ersten Woche nach dem Absetzen erfolgt die Belegung (überwiegend künstliche Besamung (KB)) der Sauen im Deckstall. Nach ca. einer Woche verlassen die Sauen den Deckstall und kommen in den Wartestall. Dort erfolgt um den 28. und 49. Trächtigkeitstag die Ermittlung der Gravidität mittels Trächtigkeitsuntersuchung per Ultraschall. Am 110. Trächtigkeitstag wurden die tragenden Sauen in den Abferkelstall gestallt. Die Ferkel aller Gruppen säugen durchschnittlich 40 Tage an der Mutter und gehen dann in die Ferkelaufzucht, von wo aus sie mit einem Durchschnittsgewicht von 25 kg an den Mäster weiterverkauft werden.

2.1.2 Umsetzungsphase

Die Umsetzungsphase fand auf vier verschiedenen Praxisbetrieben statt. Beim Betrieb A handelt es sich um denselben Betrieb, in dem die Exaktversuchsphase durchgeführt wurde.

Betrieb B ist ein landwirtschaftliches Hofgut unter diakonischer Leitung. Die ökologische Schweinehaltung besteht seit 2000 und dient der Erzeugung von Ferkeln sowie Mastschweinen. Auf dem Betrieb arbeiten 4 hauptamtliche Mitarbeiter sowie 13 Beschäftigte. Seit 2001 wirtschaftet der Betrieb nach den Richtlinien des Bioland-Anbauverbandes.

Der Betrieb besitzt 45 Muttersauen der Herkunft Dänische Hybridsau. Jedes Tier zieht 18,8 Ferkel/Jahr auf, bei 1,9 Würfen/Sau/Jahr und 12,9 lebend geborenen Ferkeln pro Wurf (Produktionsdaten des Betriebs für 2008/09). Der Betrieb verfolgt einen 3 Wochen Absetzrhythmus. In der ersten Woche nach dem Absetzen erfolgt die Belegung (überwiegend KB) der Sauen im Wartestall. Jungsauen werden ebenfalls eigenremontiert. Alle Sauen werden um den 28. und 49. Trächtigkeitstag für die Ermittlung ihrer Gravidität per Ultraschall gescannt. Am 110. Trächtigkeitstag werden die tragenden Sauen in den Abferkelstall gestellt. Die Ferkel aller Gruppen säugen durchschnittlich 40 Tage an der Mutter und gehen dann in die Ferkelaufzucht.

Bei Betrieb C handelt es sich um einen hessischen Naturland-Familienbetrieb, der seit 2000 ökologische Schweineproduktion betreibt. Der Betrieb hält 65 Sauen der Herkunft Dänische Hybridsau. Auf dem Betrieb arbeiten 1,5 Arbeitskräfte. Auch hier beträgt der Produktionszyklus 3 Wochen. In der ersten Woche nach dem Absetzen erfolgt die Belegung der Sauen im Wartestall überwiegend künstlich mit HaDu (Hampshire x Duroc). Jungsauen werden eigenremontiert. Die Trächtigkeitsuntersuchung erfolgt um den 28. Trächtigkeitstag mittels Ultraschall. Am 110. Trächtigkeitstag werden die tragenden Sauen in den Abferkelstall gestellt. Die Ferkel aller Gruppen säugen durchschnittlich 40 Tage an der Mutter und gehen dann in die Ferkelaufzucht.

Beim Betrieb D handelt es sich ebenfalls um einen hessischen Naturland-Familienbetrieb. Seit 2007 betreibt der Betrieb ökologische Ferkelerzeugung. Der Betrieb hält 47 Sauen der Herkunft Dänische Hybridsau und arbeitet mit einer Arbeitskraft. Der Betrieb betreibt Ferkelerzeugung. Der Betrieb verfolgt einen 3 Wochen Absetzrhythmus. In der ersten Woche nach dem Absetzen erfolgt die Belegung der Sauen im Wartestall. Die Belegung der Sauen erfolgt überwiegend künstlich mit Duroc. Die Trächtigkeitsuntersuchung erfolgt um den 28. Trächtigkeitstag. Am 108. Trächtigkeitstag wurden die tragenden Sauen in den Abferkelstall gestellt. Die Ferkel aller Gruppen säugen durchschnittlich 40 Tage an der Mutter und gehen dann in die Ferkelaufzucht.

Eine Gegenüberstellung der betrieblichen Strukturen auf den verschiedenen Betrieben ist in Tabelle 34 im Anhang zu finden.

2.2 Versuchstiere

2.2.1 Exaktversuchsphase

In der Exaktversuchsphase fand die Untersuchung in zwei Durchgängen statt. Pro Durchgang wurde eine Kontrollgruppe (100 % Krafffutter) plus fünf Versuchsgruppen (restriktive Krafffutterfütterung plus Raufutter) geführt. Die Untersuchung wurde mit einem komplett neuen Bestand an Jungsauen begonnen, da der Betrieb vorab aufgrund eines positiven Dysenteriebefundes eine Sanierung seines Bestandes im Januar 2008 vorgenommen hat. Für die Untersuchung standen somit standardisierte Bedingungen zur Verfügung, wobei für den ersten Durchgang nur Jungsauen und im zweiten Durchgang nur Sauen mit Wurfnummer 1 ausgewählt wurden.

Mit der ersten Probennahme wurden alle 24 Tiere einer Gruppe beprobt. Die Auswahl von 12 Versuchstieren plus 3 Reservesauen pro Gruppe erfolgte überwiegend in Abhängigkeit der Belegungserfolge nach der ersten Trächtigkeitsuntersuchung (durchschnittlich 28 Tage nach Belegung) mit dem Postitivscan „tragend“ sowie im zweiten Durchgang zusätzlich unter voranstehender Prämisse (nur Sauen 1. Wurf). Die 3 Reservesauen wurden mitgeführt, um nach der Trächtigkeitsuntersuchung spätere Umräucher bzw. Sauen mit Aborten innerhalb der Versuchsgruppen austauschen zu können.

2.2.1.1 Haltung und Fütterung der tragenden Sauen

Der Versuchsbetrieb besaß für die tragenden Sauen insgesamt fünf Abteile mit eingestreutem Liegebereich und Auslauf. Ein Abteil war 13,20 m lang sowie 8,20 m breit, wobei der Auslauf eine Fläche von 5,60 x 13,20 m hatte. Pro Sau standen damit 4,5 m² zur Verfügung, was den Richtlinien der EG Durchführungsverordnung Nr. 889/2008 entspricht. Um einer zusätzlichen Aufnahme von Stroheinstreu in den verschiedenen Fütterungsgruppen vorzubeugen, wurden die Abteile für den Versuchszeitraum mit Sägespänen eingestreut.

Im Rahmen des Versuches erfolgte die *ad libitum* Vorlage von Stroh, Heu, Maissilage, Topinamburknollen sowie Kleegrassilage bei restriktiver Krafffuttergabe im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mit 100 % Krafffutter. Bis dato wurde Raufutter auf dem Betrieb nicht extra vorgelegt, sondern über die Stroheinstreu verabreicht. Während des Versuchszeitraumes bekamen alle Versuchsgruppen mit Ausnahme der Kontrolle ab Einstallung in den Wartestall über die gesamte Trächtigkeit Raufutter *ad libitum* vorgelegt. Die Krafffuttergabe erfolgte mittels Abrufstation, wobei pro Bucht zwei Stationen zur Verfügung standen (Fressplatzverhältnis von 1:12). Die Abrufstation konnte von allen Tieren an ca. 20 h pro Tag (Nachtpause) bedient werden, bis das tägliche Mengenkontingent pro Tier verbraucht war. Die individuelle Tiererkennung erfolgte an der Abrufstation mittels Transponder. Alle Tiere hatten ständigen Zugang zu Wasser, das sie über Nippeltränken aufnahmen. Die Unterbringung der konventionellen Kontrollgruppe ohne Einstreu erfolgte separat in einem Flächenabteil ohne Auslauf im Wartestall. Allen Tieren stand eine Abrufstation zur Verfügung. Die Wasserversorgung war über eine Nippeltränke gewährleistet.

Die Kraffuttermischung des Versuchsbetriebes setzte sich im Zeitraum der Untersuchung wie folgt zusammen:

- 30 % Gerste
- 13 % Weizen
- 19 % Erbsen
- 15 % Hafer
- 4 % Kartoffeleiweiß
- 2,5 % Curonativ S AFB (Mineralfutter)
- 0,5 % Sonnenblumenöl

Die Kraffuttermischung wurde vorwiegend aus hofeigenen Komponenten alle 7-10 Tage für die tragenden Sauen vom Betrieb selbst gemischt. Zwei verschiedene Kraffutterproben wurden vor dem Versuch zur Ermittlung des durchschnittlichen Energiegehaltes unter Anwendung der NIRS (Nahinfrarotspektroskopie) im eigenen Labor des Fachgebietes Tierernährung und Tiergesundheit analysiert und anhand der neuen Schweinemischfutterformel (GfE 2008) mit einem durchschnittlichen Energiegehalt von 12,6 MJ ME/kg FM ausgewiesen. Die Zusammensetzung der Kraffuttermischung wurde im Verlauf des Versuches weiterhin kontinuierlich überprüft. Die durchschnittliche chemische Zusammensetzung ist der Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 5: Chemische Zusammensetzung der Kraffuttermischung der tragenden Sauen in g/kg Frischmasse

Anzahl	ME MJ	TS	XA	XP	XL	XF	OM	Stärke	Zucker
n =16	12,6	855,4	44,5	120,4	29,9	40,8	810,9	466,2	25,1

Die Vorlage der Rau- und Saftfuttermittel erfolgte in Großraumraufen, die speziell für den Versuch von der Beratung Artgerechte Tierhaltung (BAT e.V.) geplant und vom Fachgebiet Tierernährung und Tiergesundheit gebaut wurden. Die Raufen wiesen eine Freßplatzhöhe von 42,5 cm und ein Achsmaß der Stababstände von 13 cm auf und wurden somit den Anforderungen der Schweine gerecht. Sie verfügten weiterhin über ein Regendach, wodurch sie im Auslauf des jeweiligen Wartestallabteils aufgestellt werden konnten. Pro Raufe konnten 10-12 Sauen gleichzeitig Raufutter fressen. Stroh, Heu, und Klee gras- wurden in Form von Rundballen vorgelegt. Im ersten Durchgang wurde Maissilage aus einem Silo verfüttert, im zweiten Durchgang wurde sie ebenfalls in Rundballen vorgelegt. Die Topinamburknollen wurden lose in die Raufen eingefüllt. Stroh und Topinambur wurden auf dem Versuchsbetrieb erzeugt, während Maissilage, Heu und Klee grassilage von anderen ökologisch wirtschaftenden Betrieben zugekauft wurden.

Die Energieversorgung für die Fütterungsvariante Stroh wurde zu 95 % aus dem Kraffutter gedeckt. Die Sauen in den Versuchsgruppen Heu, Mais- und Klee grassilage sowie Topinamburknollen konnten ihren Energiebedarf zu 75 % aus dem Kraffutter decken. Die zugeteilten Kraffuttermengen pro Sau wurden unter Verwendung der Bedarfswerte für niedertragende (28 MJ ME) und hochtragende (33 MJ ME) Sauen nach Lindermayer et al. (2005) berechnet. Zudem wurde jeweils 1 MJ ME pro Sau zusätzlich veranschlagt, um bekannte betriebsspezifische Schwankungen an Inhaltsstoffen bei

Selbstmischern im Vorfeld aufzufange. Die Fütterung der konventionellen Versuchsgruppe erfolgte analog zur eingestreuten Kontrollgruppe.

Die verschiedenen Rationen gestalteten sich unter Verwendung des durchschnittlichen Energiegehaltes des Krafftutters von 12,6 MJ ME/kg FM für die Versuchsvarianten wie folgt.

Tabelle 6: Zusammensetzung der Versuchsrationen bei der Vorlage von Stroh (S), Heu (H), Kleegrassilage (Kg), Maissilage (M) und Topinamburknollen (T) im Vergleich zur Kontrollgruppe (K)

	K	S	H	Kg	M	T
Prozent Krafftutter	100	95	75	75	75	75
MJ ME niedertragend	29	29	29	29	29	29
MJ ME hochtragend	34	34	34	34	34	34
Krafftutter niedertragend (kg/Sau und Tag)	2,3	2,1	1,7	1,7	1,7	1,7
Krafftutter hochtragend (kg/Sau und Tag)	2,7	2,5	2,1	2,1	2,1	2,1
Rau- bzw. Saffutter	-	ad lib	ad lib	ad lib	ad lib	ad lib

2.2.1.2 Haltung und Fütterung der ferkelführenden Sauen

In der Exaktversuchsphase erfolgte die Haltung der Sauen im Abferkelbereich in Einzelaufstallung. Die beiden Abferkelställe waren zueinander über die Ausläufe torständig positioniert. Pro Stall waren 24 Buchten vorhanden, die in ihrer Bauweise der FAT II Bucht zuzuordnen sind, jedoch fehlen die Türen. Eine Abferkelbucht war 7,5 m² groß und verfügte über einen 5,5 m² großen Auslauf. Der Platzbedarf pro Sau entsprach damit den Richtlinien der EG Durchführungsverordnung 889/2008. Die Ausläufe waren zu 95 % teilüberdacht und eingestreut. Das innen liegende Ferkelnest besaß eine Fußbodenheizung. Eine zusätzliche Infrarotwärmelampe wurde den Saugferkeln nur in den ersten Tagen der Geburt angeboten. Im Ferkelnest bestand die Möglichkeit der Anfütterung der Ferkel über einen Trog.

Mit der Einstellung in den Abferkelstall verfütterte der Betrieb A 20 MJ ME pro Sau und Tag der tragenden Ration bis zur Geburt an zwei Mahlzeiten in den Trog per Hand. Unmittelbar nach der Geburt erhielten die säugenden Sauen das Laktationsfutter, welches dreimal täglich von anfänglich 2,0 auf 8,0 kg innerhalb der ersten zwei Wochen gesteigert wurde. Bis zum 21. Tag p.p. wurde die Krafftuttermenge noch einmal bis auf 10 kg pro Sau und Tag gesteigert. Die Verabreichung erfolgte über Volumendosierer in den Trog. Das Laktationsfutter wurde alle 10 Tage neu gemischt. Alle Sauen hatten freien Zugang zu Wasser. Während der Säugezeit wurde kein Raufutter vorgelegt.

Die Tabelle 7 zeigt die chemische Zusammensetzung des Laktationsfutters.

Tabelle 7: Chemische Zusammensetzung des Laktationsfutters in g/kg Frischmasse

MJ ME	TS	XA	XP	XL	XF	OM	Stärke	Zucker
13,4	878,2	37,3	175,63	68,9	34,1	840,8	365,4	49,01

2.2.2 Umsetzungsphase

In der Umsetzungsphase erfolgte die Auswahl der Versuchstiere auf den Betrieben kontinuierlich unter Berücksichtigung der jeweiligen dreiwöchigen Absetzrhythmen. Nach dem Absetzen wurden alle Tiere einer Gruppe als Versuchssauen geführt und in Abhängigkeit der Belegungserfolge nach der ersten Trächtigkeitsuntersuchung (durchschnittlich 28 Tage nach Belegung) mit dem Positivscan „tragend“ als Versuchssauen weitergeführt. Umrauscher und nicht tragend gescannte Sauen wurden nach der Trächtigkeitsuntersuchung aus den Versuchsgruppen aussortiert. Pro Variante sollten auf Betrieb A 24 Tiere und auf den Betrieben 2 bis 4 jeweils 12 Tiere beprobt werden. Die Wurfnummer blieb während der Umsetzungsphase unberücksichtigt.

2.2.2.1 Haltung und Fütterung der tragenden Sauen

Die Haltung der tragenden Sauen auf Betrieb A erfolgte wie in 2.2.1.1 beschrieben. Auf Betrieb B erfolgte die Unterbringung der tragenden Sauen in einem Mehrflächenbuchtstall mit Einzelfressständen sowie eingestreuten Liegenischen und einstreutem Auslauf. Der Platzbedarf pro Sau im Wartestall betrug 5,7 m². und entsprach damit den Richtlinien der EG-Öko Durchführungsverordnung 889/2008. Die Haltung der tragenden Sauen auf Betrieb C erfolgte in einem Altgebäude mit Einzelfressständen, planbelegtem Laufgang und eingestreuten Ausläufen. Der Platzbedarf pro Sau im Wartestall betrug 4,7 m². Auf Betrieb D waren die tragenden Sauen in einem Altgebäude mit eingestreuter Liegefläche sowie Fressständen und Auslauf untergebracht. Der Platzbedarf pro Sau im Wartestall betrug 4,4 m².

Aufgrund der vorläufigen Ergebnisse der Exaktversuchsphase wurde als Raufuttermittel in der Umsetzungsphase Kleegrassilage auf allen vier Betrieben eingesetzt. Bis dato fütterten C der D Betriebe Raufutter in Form von Heu bzw. Kleegrassilage zu. Im Betrieb B wurde für den Versuch die betriebseigene Silage verwendet (Kleegrassilage A). Für Betrieb A, C und D wurde biozertifizierte Kleegrassilage zugekauft (Kleegrassilage B). Die Tabelle 8 zeigt die durchschnittliche chemische Zusammensetzung sowie den Gehalt an Umsetzbarer Energie der Kleegrassilage-Varianten A und B.

Tabelle 8: Chemische Zusammensetzung und Gehalt an Umsetzbarer Energie der in der Umsetzungsphase verwendeten Kleegrassilagen A und B in g/kg Frischmasse

	Kleegrassilage A (n = 2)	Kleegrassilage B (n = 4)
TS	240,8 ± 144,5	250,7 ± 37,1
XA	26,7 ± 5,1	28,1 ± 3,5
XP	29,0 ± 6,9	44,9 ± 7,6
XL	2,9 ± 2,4	5,1 ± 3,1
XF	73,0 ± 50,9	73,5 ± 9,3
ADF	83,3 ± 63,3	79,2 ± 10,4
NDF	100,6 ± 69,6	111,3 ± 18,5
Stärke	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Zucker	6,3 ± 6,8	4,3 ± 2,1

OM	214,1 ± 139,3	222,5 ± 38,3
----	---------------	--------------

Als Fütterungseinrichtungen wurden die Einrichtungen verwendet, die auf den Betrieben vorhanden waren. Dabei legte nur ein Betrieb die Silage in Raufen vor. Zwei Betriebe fütterten die Tiere überwiegend auf der Auslauffläche. Der vierte Betrieb bot die Klee-grassilage über den Trog an. Die Vorlage der Klee-grassilage erfolgte auf Betrieb A *ad libitum*, auf Betrieb B bis D rationiert. Dabei wurden in der rationierten Fütterung mindestens 5 kg/Sau und Tag bezogen auf die Frischmasse vorgelegt.

Die Vorlage des Kraftfutters erfolgte in Anlehnung an die energetischen Bedarfsnormen für tragende Sauen wie folgt:

Tabelle 9: Kraftfutter (KF-)vorlage auf den Betrieben 1 bis 4 in Abhängigkeit des ME Bedarfes und Versuchsvariante

	Betrieb Nr.			
	A	B	C	D
ME (MJ) Gehalt des Futters, Erstbeprobung	12,8	12,3	12,3	12,6
ME-Bedarf (MJ) niedertragend / Sau / Tag	29	28	28	28
KF- Vorlage (kg) Kontrollgruppe	2,3	2,3	2,3	2,2
KF-Vorlage (kg) Klee-grassilagegruppe	1,7	1,7	1,7	1,6
ME-Bedarf (MJ) hochtragend / Sau / Tag	34	33	33	33
KF-Vorlage (kg) Kontrollgruppe	2,6	2,7	2,7	2,6
KF-Vorlage (kg) Klee-grassilagegruppe	2,0	2,1	2,1	2,0

Die Zusammensetzung des Kraftfutters für Betrieb A ist 2.2.1.1 zu entnehmen. Die Zusammensetzungen des Kraftfutters zum Zeitpunkt der Untersuchung ist für Betrieb B bis D in Tabelle 10 aufgeführt.

Tabelle 10: Zusammensetzung des Tragefutters für Betrieb B bis D

	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
Ration	47 % So-Gerste 10 % Ackerbohne 30 % Weizen 10 % Kleie 0,5 % Öl (Sonnenbl.) 2,5 % Mineralfutter	12 % Ackerbohne 50 % Gerste 23 % Weizen/Tritikale 12 % Hafer 3 % Mineralien	35 % Gerste 28,5% Weiz./Tritikale 15 % Hafer 20 % Ergnzer 0,5 % Öl (Sonnenbl.) 1,0 % Mineralfutter
Inhaltsstoffe	n = 19	n = 8	n= 14
ME MJ	12,5	12,3	12,6
TS	859,8	856,7	860,8
XA	47,8	44,9	46,5
XP	108,9	103,7	120,7
XL	34,7	27,4	38,0

XF	43,9	44,1	43,84
OM	812,0	811,8	814,3
Stärke	460,9	465,9	418,3
Zucker	28,6	26,8	28,1

2.2.2.2 Haltung und Fütterung der ferkelführenden Sauen

Die Haltung der Ferkel führenden Sauen auf Betrieb A ist Kapitel 2.2.1.2 zu entnehmen.

Auf Betrieb B erfolgte die Haltung der ferkelführenden Sauen in HeKu-Abferkelbuchten, wobei die Abferkelbucht pro Sau innen 7,7 m² und der Auslauf 4,6 m² Fläche bot und damit den Richtlinien der EG Verordnung entsprach. Nach 10-14 Tagen wurden die Sauen mit ihren Ferkeln ins Gruppensäugen umgestallt. Das Platzangebot pro Sau dort betrug 11,5 m² und entsprach ebenfalls den gesetzlichen Regelungen.

Die Haltung der ferkelführenden Sauen auf Betrieb C erfolgte in Kastenständen, wobei die Bewegungsfläche pro Sau 4,8 m² betrug und damit nicht richtlinienkonform war. Nach 10-14 Tagen wurden die Sauen mit ihren Ferkeln ins Gruppensäugen umgestallt. Das Platzangebot pro Sau betrug 11,7 m² pro Sau und entsprach damit den Vorgaben der Öko-VO. Für die ferkelführenden Sauen und ihre Ferkel stand allerdings zu keinem Zeitpunkt ein Auslauf zur Verfügung, wofür der Betrieb aber über eine Ausnahmege-
nehmigung verfügte.

In Betrieb D waren die ferkelführenden Sauen ebenfalls in den ersten 10 bis 14 Tagen in Kastenständen untergebracht. Die Sauen waren darin in den ersten 10 Tagen p.p. überwiegend fixiert. Die Bewegungsfläche pro Sau betrug 6,7 m² und lag damit unterhalb den Richtlinien. Nach 10-14 Tagen wurden die Sauen mit ihren Ferkeln ins Gruppensäugen umgestallt. Hier betrug das Platzangebot pro Sau richtlinienkonforme 12,2 m². Ein Auslauf stand nur im Gruppensäugen zur Verfügung.

Die Fütterung der ferkelführenden Sauen auf den Betrieben B bis D ist in der Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Übersicht über die Fütterung der ferkelführenden Sauen auf den Betrieb B bis D

	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
Ration	32 % Winterweizen 36 % Sommergerste 22 % Ackerbohnen 5 % Kartoffeleiweiß 3 % Mineralfutter 2 % Sonnenblumenöl	21,5 % Legumino- sen-Getreide- Gemenge 30 % Gerste 30 % Triticale 8 % Hafer 2,5 % Mineralfutter	33 % Gerste 33 % Weizen 30 % Ergänz- er 2 % Kartoffelei- weiß 1 % Sonnenblu- menöl
Fütterung	2,5 bis 3,0 kg NT (Tra- gefutter), 0,75 kg ab Geburt bis 80 ME MJ	2,5 bis 3,0 kg NT (Tragefutter), ab Geburt vermisch	2,5 bis 3,0 kg NT (Tragefutter), ab Geburt vermisch

	nach 7 Tagen	mit Laktationsfutter bis 5,0 bis 6,0 kg nach 7 Tagen	mit Laktationsfut- ter bis 5,0 bis 6,0 kg nach 7 Tagen
Inhaltstoffe	n = 2	n = 3	n = 2
ME MJ	12,8	13,2	13,2
TS	859,8	863,5	873,0
XA	48,6	37,4	49,5
XP	127,2	153,9	156,3
XL	36,9	36,1	43,6
XF	40,0	37,8	40,7
OM	811,2	826,0	823,5
Stärke	460,6	449,2	411,5
Zucker	29,4	30,2	30,2

2.3 Untersuchungskriterien

2.3.1 Exaktversuchsphase

2.3.1.1 Futtermittelanalysen

Um die verschiedenen Raufuttermittel hinsichtlich ihres Einsatzpotentials für die kombinierte Fütterung beurteilen zu können, wurden neben Krafffutterproben von allen Raufuttermitteln im Verlauf der Studie kontinuierlich Futterproben genommen und auf deren Gehalt an Inhaltsstoffen sowie Umsetzbarer Energie untersucht. Die Analysen der Kraft- und Raufuttermittel erfolgten überwiegend im institutseigenen Labor. Neben der Trockenmasse (TM) wurden die Rohnährstoffe Rohasche (XA), Rohprotein (XP), Rohfett (XL), Rohfaser (XF), Stärke und Zucker analysiert. Der Gehalt an Organischer Masse (OM), Organischer Rest (OR), N-freie Extraktionsstoffe (NfE), Nicht-Faser-Kohlenhydrate (NFC) sowie die gesamte Kohlenhydratfraktion wurden rechnerisch bestimmt. Die Rohnährstoffe wurden nass-chemisch nach Weender (Methode nach Naumann und Bassler 1988) bzw. mit Hilfe der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) analysiert. Die NIRS-Messungen wurden mit dem NIRS-Gerät (FOSS 6500) durchgeführt. Die Gehalte an OM, OR, NfE, NFC sowie die Kohlenhydratfraktion wurde nach Kirchgäßner et al. (2008), DLG (1991) sowie LfL (2005) anhand der analysierten Rohnährstoffe nach folgenden Formeln berechnet.

$$OM = \text{Trockenmasse} - \text{Rohasche}$$

$$OR = \text{Organische Masse} - (\text{Rohprotein} + \text{Rohfett} + \text{Rohfaser} + \text{Zucker} + \text{Stärke})$$

$$NfE = \text{Trockenmasse} - (\text{Rohasche} + \text{Rohfaser} + \text{Rohprotein} + \text{Rohfett})$$

$$NFC = \text{Trockenmasse} - (\text{Rohasche} + \text{Rohprotein} + \text{Rohfett} + \text{NDF})$$

$$\text{Kohlenhydrate} = \text{Rohfaser} + \text{NfE}$$

Des Weiteren erfolgte von ausgesuchten Kraffutterproben sowie Raufuttermitteln die Bestimmung des Gehaltes an Acid-Detergend Fibre (ADF), Neutral-Detergend-Fibre (NDF) und Acid Detergend Lignin (ADL) nach Goering und van Soest (1972). Die Gehalte an Hemizellulose und Zellulose wurden nach Kirchgeßner et al. (2008) wie folgt berechnet.

$$\text{Zellulose} = \text{ADF} - \text{ADL}$$

$$\text{Hemizellulose} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

Die Analyse der Topinamburknollen auf Inulin erfolgte bei der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) der Landwirtschaftskammer NRW enzymatisch nach ASU L 00.00-94 mod. und anschließender Messung mittels HPLC (high performance liquid chromatograph).

Ebenso wurde in allen Raufuttermitteln das C/N Verhältnis nach Rumm (1999) bestimmt.

Zur Abschätzung der Umsetzbaren Energie auf Basis der Rohnährstoffe wurde unter Berücksichtigung des ADF-Gehaltes der Raufuttermittel die nachstehende Formel nach Kirchgessner und Roth (1983) verwendet.

$$\begin{aligned} ME \text{ (MJ / kg)} = & 0,0218 \times \text{Rohprotein} + 0,0314 \times \text{Rohfett} + 0,0171 \times \text{Stärke} \\ & + 0,0169 \times \text{Zucker} + 0,0081 \times \text{Organischer Rest} - 0,0066 \times \text{ADF} \end{aligned}$$

Die üblicherweise verwendete Schweinemischfutterformel (GfE 2006) konnte aufgrund des hohen Rohfasergehaltes (≥ 80 g/kg TM) in den untersuchten Raufuttermitteln nicht angewendet werden. Für die Energieberechnung von Einzelfuttermitteln für Schweine nach der Einzelfutterformel der GfE (2006) müssen die Verdaulichkeiten von Rohfett, Rohprotein und Organischer Masse bekannt sein. Diese Daten liegen jedoch für die verschiedenen Raufuttermittel bei Schweinen nicht vor, so dass auch diese Formel nicht genutzt werden konnte.

2.3.1.2 Bestimmung der Futteraufnahme sowie der *in vitro* Verdaulichkeit der Organischen Masse von Raufuttermittel

Die Bestimmung der Raufutteraufnahme erfolgte in Anlehnung an Methoden zur Schätzung der Futteraufnahme bei Weidetieren nach Piasentier et al. (1995). Dazu waren zwei Analyseverfahren notwendig, die im Folgenden näher beschrieben werden.

2.3.1.2.1 Quantifizierung der Kotalausscheidung mit Hilfe einer Markermethode

Als externer Marker wurde Titan(IV)oxid (TiO_2) verwendet, der sich als inerter Marker bei Schweinen empfiehlt (Jagger et al. 1992). TiO_2 wurde in einer 0,1%igen Konzentration (1g TiO_2 pro kg Kraffutter) bei der Herstellung des Kraffutters in der hofeigenen Futtermischanlage des Versuchsbetriebes eingemischt und über 10 Tage (5 Tage vor Beginn der Probenahme) zur Kraffutter-Ration gegeben wird. Dieses TiO_2 -haltige Kraffutter wird der Kontroll- sowie den Versuchsgruppen verabreicht. Zur Erfassung

der Höhe der Kotausscheidung von TiO_2 wurde von jeder Versuchssau an zwei unterschiedlichen Terminen während der Tragezeit Kotproben rektal entnommen. Die Probennahme A (niedertragende Sauen) fand vier Wochen (35. bis 44. Trächtigkeitstag) nach Einstellung der Sauen in den Wartestall statt. Probennahme B (hochtragende Sauen) wurde 2 Wochen vor der Umstallung in den Abferkelstall (94. bis 103. Trächtigkeitstag) durchgeführt. Nach einer 5-tägigen Anfütterungsphase (Jagger et al. 1992) wurden an 3 Tagen (6./7.Tag (P1), 9. (P2) und 10. Tag (P3) nach Anfütterung) Kotproben entnommen. Der rektal entnommene Kot wurde luftdicht in 100 ml Schraubbecher der Firma Sarstedt, Deutschland, (REF 75.563 und REF 76.564) abgefüllt und bis zur Analyse bei -20° tiefgefroren.

Tabelle 12: Kotprobenentnahme (P1, P2, P3) nach Zeitraum der Anfütterung (A) mit Trächtigkeitstagen zum Zeitpunkt der Probe A (niedertragend) und Probe B (hochtragend)

	A	A	A	A	A	P1	P2	P3
Probennahmetag	1	2	3	4	5	6/7	9	10
Trächtigkeitstag – Probe A	35	36	37	38	39	41	43	44
Trächtigkeitstag – Probe B	94	95	96	97	98	99	102	103

Für alle Versuchsgruppen wurden über beide Beprobungszeiträume jeweils für 10 Tage (Zeitraum Anfütterung plus Probennahme) Fressprotokolle von der Abruffütterungssoftware (PCB Win, Mannebeck GmbH, Version 1.1) aufgezeichnet. Somit standen für den Beprobungszeitraum genaue Angaben über die von den Sauen nicht abgerufenen Kraftfuttermengen an der Abrufstation zur Verfügung.

Die Quantifizierung der Kotausscheidung mittels Marker erfolgte im institutseigenen Labor, wofür die Zusammenlegung der jeweils einzelnen Proben (P1-P3) zu einer Sammelprobe erfolgte. Die Sammelproben wurden zunächst bei 105°C bis zur Gewichtskonsistenz (maximal 48 h) einer Trockenmassegehaltbestimmung zugeführt und anschließend durch ein 1 mm Sieb in der Labormühle (Firma Retsch) gemahlen. Die gemahlene Proben wurden daraufhin bei 550° für 8 h im Muffelofen verascht und der Rohaschegehalt nach Naumann und Bassler (1988) im Kot bestimmt. Der übrige Teil der Proben wurde in Anlehnung an Brandt und Allam (1987) der Bestimmung des Gehaltes TiO_2 im Kot mit Kjeldahlaufschluss zugeführt. Hierfür wurden 2 g TM trockener in ein stickstoffreies Wägeschiffchen eingewogen. Der Einwaage wurden 10 g Kaliumsulfat, 2 Siedeperlen, 50 ml H_2SO_4 und 2,5 ml 10 % Kupfersulfatlösung zugefügt. Anschließend erfolgte der Kjeldahlaufschluss. War der Aufschluss nach 8 h klar, wurde weitere 2,0 bis 2,5 h (Kraftfutter) gekocht. Nach dem Abkühlen wurden die Proben quantitativ in 250 ml Messkolben mit bi. dest. H_2O überspült. Da sich das Medium stark erwärmte, kamen die Kolben zum Abkühlen ins Wasserbad, bevor sie mit destilliertem H_2O aufgefüllt wurden. Anschließend erfolgte die Filtration der Kjeldahlösung in 300 ml Flaschen.

Die Standardlösungen wurden wie folgt angesetzt: Entsprechend des Standards die TiO_2 -Menge in ein stickstoffreies Wägeschiffchen einwiegen und einen Kjeldahlaufschluss mit 50 ml H_2SO_4 , 10 g Kaliumsulfat und 2,5 ml 10 % Kupfersulfatlösung zugeben. Es kommen 5mg, 10 mg, 20 mg und 40 mg Titan(IV)oxid – Standardlösun-

gen zum Einsatz. Für den 40 mg Standard wurde 20 mg TiO₂ eingewogen, mit dest. H₂O auf 250 ml und anschliessend auf 500 ml mit Kjeldahlaufschluslösung (gleiche Herstellung ohne TiO₂) aufgefüllt. Die anderen Lösungen wurden wie folgt hergestellt: 20 mg TiO₂/l Standard = 20 mg TiO₂ Einwaage mit dest. H₂O auf 250 ml und anschließend mit Kjeldahlaufschluslösung auf 1000 ml auffüllen; 10 mg TiO₂/l Standard = 10 mg TiO₂ Einwaage mit dest. H₂O auf 250 ml und anschließend mit Kjeldahlaufschluslösung auf 1000 ml auffüllen. Der 5 mg TiO₂/l Standard wird aus der 10 mg TiO₂/l Standardlösung hergestellt, indem diese Lösung 1 : 1 mit Kjeldahlaufschluslösung verdünnt wird.

Von den Standardlösungen/Probensuspension (Doppelbestimmung) wurden je 5 ml in ein Reagenzglas für den Messwert und für den Blindwert (Einfachbestimmung) abpipettiert. Für jede Probe wurden drei Messwerte ausgewiesen, zwei als Probenwert und einen Blindwert. Zu der Blindprobe wurde 0,5 ml der wässrigen Lösung ohne H₂O₂ und zu den Standards/Proben 0,5 ml der wässrigen Lösung mit H₂O₂ zugefügt. Nach frühestens einer Stunde erfolgte die Messung im Spektralphotometer bei 405 nm gegen destilliertes H₂O in Einmalküvetten.

Die Berechnung des Gehaltes an TiO₂ im Kot erfolgte mittels nachstehender Formel:

$$TiO_2 \text{ in } g / kg = \frac{(A - B) \times F}{\text{Einwaage} \times 4}$$

A = Extinktion der Probe mit H₂O₂

B = Extinktion der Blindprobe ohne H₂O₂

$$F = \frac{\text{Summe der mg TiO}_2 \text{ der Standards (70mg)}}{\text{Summe der Extinktionen der Standards}}$$

Alle Proben wurden anfangs in Doppelbestimmung analysiert und nach Abgleich ($r \geq 0,9$) mit Ausnahme der Variante Topinamburknollen als Einfachbestimmung weitergeführt.

2.3.1.2.2 Bestimmung der *in vitro* Verdaulichkeit der Organischen Masse der Raufuttermittel

Die Bestimmung der *in vitro* Verdaulichkeit der Organischen Masse erfolgte am Institut of Animal Science (WIAS), Animal Nutrition Group der Universität Wageningen in den Niederlanden. Die Analyse der *in vitro* Verdaulichkeit erfolgte in zwei Schritten. Der erste Schritt bestand aus der enzymatischen Inkubation (Pepsin und Pancreatin) in Anlehnung an die Methode von Boisen und Fernández (1997) modifiziert von Sappock et al. (2009). Die enzymatische Fermentation fand dabei mit folgenden Abweichungen statt: Die Inkubationsphase wurde ohne den dritten enzymatischen Abbauschritt (Viscozyme®), wie er von Boisen und Fernández (1997) beschrieben ist, durchgeführt. Der mögliche Effekt von Chloramphenicol auf die Mikroflora wurde als kontraproduktiv für die folgenden Abbauschritte bewertet und ebenfalls weggelassen. Alle weiteren Schritte erfolgten nach Sappock et al. (2009), allerdings mit mehr Laborutensilien. Nach dem Inkubationsprozess wurde das Substrat-Flüssigkeitsgemisch in 200 ml Glaszentrifugenröhren bei 4500 U/min für 10 Minuten zentrifugiert (Labofuge M, He-

raeus, Hanau, Deutschland). Der Überstand, welcher das enzymatisch verdaute Material enthielt, wurde mittels Druckluft abgenommen. Der Bodensatz wurde in Schalen mit durchlässigem Deckel (Alpha I5, Christ, Osterode, Deutschland) umgefüllt und bis zum konstanten Gewicht gefriergetrocknet. Nach dem Gefriertrocknen wurde alle Einzelproben eines Substrates zu einer Sammelprobe zusammengeführt und homogenisiert, wovon ein Teil der Menge der Trockenmasse- sowie Aschebestimmung zugeführt wurde.

In einem zweiten Schritt wurde die Gas-Produktions-Technik (GPT) nach Williams et al. (2005) durchgeführt, welche die Abbildung der Fermentationsprozesse im Dickdarm ermöglicht. Hierbei erfolgte die Vorbereitung der Lösungen und Reagenzien ohne die N-freie Version. Die Fermentationsflüssigkeit beinhaltete: 78 ml Basislösung, 1 ml Vitamin/Phosphat Lösung, 4 ml Bicarbonat Puffer, 1 ml Reduktionsmittel sowie 5 ml Inoculum Lösung pro Flasche. Jedes Substrat wurde in vierfacher Wiederholung gemessen. Die Gas-Produktion wurde wie von Coles et al. (2005) beschrieben erfasst. Dafür wurden 0,5 g Substrat in luftdichte Flaschen mit zweifachem Schraubverschluss abgefüllt, mit Kohlendioxid gespült und mit 89 ml der Fermentationslösung gefüllt. Die Inkubationsdauer erfolgte unter konstanten Bedingungen (40°C) und wurde nach 72 h durch das Umfüllen der Flaschen in ein Eiswasserbad gestoppt, bevor das ganze Substrat verbraucht war. Für weiterführende Details siehe Papke (2010).

Durch die Kombination beider Verfahren war es möglich, die scheinbare Verdaulichkeit der Organischen Masse im gesamten Magen-Darm-Trakt abzubilden. Die Verdaulichkeit der Organischen Masse ging dann in die Berechnungen zu Futteraufnahmebestimmung nach Piasentier et al. (1995) wie folgt ein.

$$\text{Futteraufnahme (kg OM /Tag)} = [D / F - Is(1 - OMDs)] / (1 - OMDh)$$

wobei,

OM = Organische Masse

D = Titan(IV)oxidaufnahme in mg pro Tag

F = Titan(IV)oxid im Kot in mg pro kg OM

Is = Menge des Titan(IV)oxid Supplements (z.Bsp. Kraftfutter) in kg OM pro Tag

OMDs = verdauliche OM des Kraftfutters in Prozent

OMDh = verdauliche OM des Raufuttermittels

Die Futteraufnahme in kg OM wurde mit Hilfe des Gehaltes an Organischer Masse in der Frischmasse (FM) der verschiedenen Raufuttermittel in kg/FM umgerechnet und so in den Ergebnissen ausgewiesen.

2.3.1.3 Bestimmung des C/N- Verhältnisses im Kot der Sauen

Die Bestimmung des C/N- Verhältnisses im Kot der Sauen erfolgte an 3 Terminen während der Trächtigkeit. Dabei wurde zur Longitudinaluntersuchung nach einer Nullprobe (99.Tag a.p. ± 7 Tage), an der kein Raufutter vorgelegt wurde, in der Mitte (55.Tag a.p. ± 8 Tage) und zum Ende (13.Tag a.p. ± 6 Tage) der Tragezeit mit Raufutternvorlage eine Kotprobe pro Sau rektal entnommen. Der rektal entnommene Kot wurde in Stuhl-

röhrchen (REF 80.734) der Firma Sarstedt luftdicht abgefüllt und anschliessend bei -20 °C bis zur weiteren Analyse tiefgefroren.

Die Bestimmung des C/N- Verhältnisses erfolgte an der Universität Hohenheim in der Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie. Die Proben wurden mittels Trockeneis versendet und dort mit einem C/N- Analyser nach Rumm (1999) analysiert. Die Ergebnisse wurden anschliessend für eine Kalibration der NIRS im institutseigenen Labor verwendet.

2.3.1.4 Messung der Adenylate (AMP, ADP, ATP) zur Bestimmung der mikrobiellen Aktivität im Sauenkot

Die mikrobielle Aktivität im Kot der Sauen wurde ebenfalls am 99.Tag a.p. ± 7 Tage (kein Raufutter) sowie am 55.Tag a.p. ± 8 Tage und am 13.Tag a.p. ± 6 Tage in der Tragezeit mit Raufutternvorlage vorgenommen. Die Entnahme des Kots erfolgte wie in 2.3.1.3 beschrieben, allerdings wurde der Kot am nächsten Tag noch frisch und mit Zimmertemperatur der Bestimmung der Adenylate (ATP, ADP und AMP) zugeführt.

ATP, ADP und AMP sind als Energieträger in allen Zellen in relativ konstanter Gesamtmenge erhalten. Als Indikator für den Status der mikrobiellen Aktivität dient der Adenylate Energy Charge (AEC), der wie folgt berechnet wird.

$$AEC = \frac{\frac{1}{2}[ADP] + [ATP]}{[AMP] + [ADP] + [ATP]}$$

Der AEC beschreibt dabei folgende Stadien von mikrobieller Aktivität:

AEC = 0,95 - 0,80 aktive Zellen (mikrobielle Aktivität vorhanden)

AEC = 0,75 - 0,50 ruhende Zellen (statische mikrobielle Aktivität vorhanden)

AEC = 0,50 - 0,00 tote Zellen (keine mikrobielle Aktivität vorhanden)

Zur Bestimmung der Adenylate wurde frischer Kot zu 0,5 bis 0,7 g eingewogen und wie bei Lizama (2005) beschrieben analysiert.

2.3.1.5 Mikrobiologische Untersuchungen von Kotproben der Sauen

Die Kotprobenentnahme erfolgte an 5 Terminen während der Trage- und Säugezeit. Die ersten 3 Beprobungstermine erstreckten sich über den Zeitraum der Tragezeit (siehe Kapitel 2.3.1.3 und 2.3.1.4). Die restlichen beiden Probenahmen wurden in der Säugezeit am 11.Tag p.p. ± 2 Tage und am 33.Tag p.p. ± 5 Tage durchgeführt. Die rektale Kotprobenentnahme erfolgte wie in 2.3.1.3 beschrieben inklusive der Lagerung der Proben bei -20 °C bis zu weiteren Analyse.

Die mikrobiologischen Untersuchungen der Kotproben erfolgte in der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig im Institut für Bakteriologie und Mykologie. Die Proben wurden mittels Trockeneis tiefgekühlt an das Labor versendet und dort für die Analyse aufgetaut. Es erfolgte die Bestimmung der aeroben und anaeroben Gesamtkeimzahl (GKZ) sowie die quantitative Untersuchung der Proben auf *Escherichia coli*, Laktobazillen, *Clostridium perfringens* und Hefen. Dafür wurden 0,5 g aufgetauter Kot

abgewogen und mit 4,5 ml sterilen PBS (Phosphat Buffered Saline, pH 7,4) suspendiert und homogenisiert. Anschließend wurden die Proben in Mikrotiterplatten in 10er Schritten von 10^{-1} zu 10^{-7} verdünnt. 10 μ l jeder Lösung wurden auf verschiedene Nährmedien (Blut, Gassner Agar, Sabouraud 4 % Glucose Agar, Firma SIFIN, Berlin) pipettiert und bei 37 °C je nach untersuchtem Keimspektrum mit den erforderlichen Sauerstoffspannungen und Zeitspannen kultiviert. Anschließend wurden die entsprechenden Kolonien der beiden meist bewachsenen Verdünnungsstufen unter einem Plattenmikroskop Typ 102 (NIKON GmbH, Düsseldorf) ausgezählt. Das arithmetische Mittel wurde unter Berücksichtigung der Verdünnungsstufen gebildet, als koloniebildende Einheiten pro Gramm (KbE g⁻¹) ausgewiesen und nach der Multiplikation mit dem Faktor 100 im dekadischen Logarithmus als log KbE g⁻¹ in Frischkot angegeben.

Tabelle 13: Übersicht von verwendeten Nährmedien sowie Sauerstoffspannung und Dauer der Bebrütung untersuchter Keimspektren

	Nährmedium	Bebrütung	Dauer
Aerobe GKZ	Nähragar 1 + 0,5 % Glukose	aerob	24
Anaerobe GKZ	Columbia Blutagar	anerob	48
<i>Escherichia coli</i>	Gassner Agar	aerob	24
Laktobazillen	MRS Agar	anerob	48
<i>Cl. perfringens</i>	Nähragar 1 + 0,5 % Glukose + 0,1 % Neomycin + 5 % Polymyxin B - 0,1 Rinderblut (eigene Labormischung)	anerob	48
Hefen	Sabouraud 4 % Glucose Agar	aerob	72

2.3.1.6 Untersuchung der isolierten *E. coli* auf das Vorhandensein von Virulenzfaktorgen im Kot von Sauen

Die Kotprobenentnahme für diese Untersuchung fand analog zur Beprobung für die mikrobiologische Untersuchung statt (siehe Kapitel 2.3.2.3). Dabei wurden anstatt 12 nur 6 Sauen pro Gruppe untersucht. Der Kot wurde ebenfalls rektal entnommen, allerdings wurde dieser in sterile 3 ml Cryo Röhren der Firma Greiner Bio-One GmbH, Deutschland, abgefüllt und bei -20°C für die weitere Analyse tiefgefroren. Die Bestimmung der Virulenzfaktorgen von isolierten *E. coli* erfolgte im Hessischen Landeslabor in Gießen mittels der Methode nach Casey und Bosworth (2009). Die im eigenen Institut gelagerten Proben wurden mit Trockeneis tiefgekühlt an das Labor gesendet und dort weiterverarbeitet.

2.3.1.7 Analyse von Milch- und Kotproben der Sauen hinsichtlich der Ausscheidung von freien Endotoxinen

Die Entnahme des Kolostrums erfolgte mit dem Einschiessen der Milch unmittelbar vor der Geburt bis spätestens 12 h nach der Geburt. Vor der Milchentnahme erfolgte die Desinfektion der Gesäugeleiste mittels 96%igem Ethanol. Das Kolostrum wurde möglichst von jeder Seite der Gesäugeleiste aus der vordersten, einer mittig gelegenen sowie aus der letzten Zitze entnommen. Die Kolostrumentnahme erfolgte zunächst, bedingt durch den Zitzenumfang, in 50 ml sterile Eppendorfcups der Firma Sarstedt. Anschließend wurde das Kolostrum in 3 ml kleine sterile Cryoröhren der Firma Grei-

ner Bio-One GmbH, Deutschland, umgefüllt und bei -20°C für die weitere Analyse tiefgefroren. Gemäß der Verordnung zur Ökologischen Tierhaltung (EG-Nr. 834/2007 bzw. 889/2008) erfolgte die Entnahme der Sauenmilch ohne Einsatz von Oxytocin. Bei stark nervösen oder aggressiven Sauen wurde aus Gründen des Tier- und Arbeitsschutzes auf die Milchprobenentnahme verzichtet.

Die Bestimmung der freien Endotoxine im Kot der Sauen erfolgte aus Kotproben, die an den gleichen 5 Terminen wie die Proben für die mikrobiologische Untersuchung entnommen wurden (siehe Kapitel 2.3.2.3). Die Analyse freier Endotoxine erfolgte durch die Firma Biocheck in Leipzig mittels chromogen-kinetischem Limulus-Amöbozyten-Lysat Test (LAL Test). Der Probenversand nach Leipzig erfolgte mittels Trockeneis in das Labor.

Um mögliche Störfaktoren beim Endotoxinnachweis zu eruieren, werden alle Untersuchungsmaterialien in pyrogenfreiem (pf) Wasser suspendiert und alle für den Test verwendeten Materialien depyrogenisiert. Anschliessend wurden 1,0 g Frischkot bzw. 1 ml Kolostrum in 3 Schritten wie folgt gelöst:

- 1: 10 Verdünnung mit Dispergatorlösung = pf Wasser mit 0,05% Tween 20, intensives Mischen, Zentrifugieren bei 1000g für 10 min
- Verdünnen in Tris (0,05 M)-MgCl₂ (0,01 M)-Puffer
- Weiterverdünnen mit pf Wasser) im Verhältnis 1:1 000 000

Alle Endverdünnungen wurden 5 min bei 70°C erhitzt. Der Endotoxingehalt wurde dabei mit Hilfe einer Eichgeraden bestimmt (0,005; 0,5; 5,0; 50 EU/ml) Als Kontrollen dienten pf Wasser als Negativkontrolle und eine Positivkontrolle mit bekannter Endotoxizität. Standards, Kontrollen, Proben und Lysat-Substrat-Lösung werden in Volumina zu 100 μl /Kavität eingefüllt. Der Test wurde in einer Mikrotiterplatte in einem temperierbaren Photometer bei einer konstanten Temperatur von 37°C mit Hilfe der entsprechenden Software (easy Win kinetics, Template: Endosens, Auswertung: Endosens 2) durchgeführt. Der Test gilt als bewertbar, wenn die Negativkontrolle $<0,005\text{ EU/ml}$ und die Positivkontrolle bei 50—100 % ihres Wertes liegt bzw. die Standardkurve monoton ist (Kleessen et al. 2003). Die Analyse erfolgte als Einzelbestimmung. Die Angabe des Endotoxingehalts in den Kotproben erfolgte als Endotoxin Unit (EU) pro Gramm Frischkot bzw. pro ml Sauenmilch.

2.3.1.8 Bakteriologische und Immunologische Untersuchung der Sauenmilch

Neben der Untersuchung des Kolostrums auf freie Endotoxine wurde die aerobe Gesamtkeimzahl (GKZ) in der Milch bestimmt sowie der Gehalt an *Escherichia coli* und als immunologischer Parameter das C-reaktive Protein (CRP) analysiert.

Die Bestimmung der aeroben GKZ sowie die Bestimmung des Gehaltes an *E. coli* erfolgte analog der Kotprobenuntersuchung (siehe Kapitel 2.3.1.5) mit der Einwaage von 1 ml Frischmilch. Die Bestimmung des C-reaktiven Proteins im Kolostrum erfolgte nach der Methodik von Krüger et al. (2002) ebenfalls mit der Einwaage von 1 ml Kolostrum.

2.3.1.9 Bestimmung immunologischer Parameter im Blut der Ferkel

In den Blutproben der Saugferkel wurde der Gehalt an C-reaktivem Protein (CRP) sowie der Gehalt an spezifischen Antikörpern gegenüber *E. coli* J5 (IgA-anti-LPS (*E. coli* J5), IgM-anti-LPS (*E. coli* J5) und IgG-anti-LPS (*E. coli* J5)) bestimmt. Von allen Versuchssauen wurden je zwei Ferkel an zwei Terminen (durchschnittlich 4. Tag \pm 1 Tag und 10. Tag \pm 2 Tage p.n.) geblutet. Dabei wurden pro Wurf jeweils zwei Ferkel ausgewählt, die von durchschnittlicher Größe und Gesundheitszustand waren. Die Auswahl der Ferkel erfolgte visuell. Der Versuchsbetrieb führte regelmäßig unmittelbar nach der Geburt Wurfausgleich durch, weswegen alle Umsetzungen an den Versuchssauen protokolliert und versetzte Ferkel mit Viehspray markiert wurden. So wurde gewährleistet, dass keine versetzten Ferkel geblutet wurden.

Zum Bluten wurden die Ferkel aus der Bucht mittels einer Ferkelzange oder über den Auslauf genommen. Die Ferkel wurden nacheinander einzeln in einen Kastrationsstand eingespannt. Die Blutentnahme erfolgte aus der *Vena auricularis lateralis*, alternativ aus der *Vena auricularis intermedia* überwiegend vom rechten Ohr. Zur Blutgewinnung wurde die Vene durch Fingerdruck und Beklopfen des Ohres angestaut. Anschließend wurde eine sterile Einmalkanüle (Terumo Neolus 20G x 1 1/2 0,9 x 40 mm) in die Vene gestochen, wodurch sich ein Blutropfen bildete, der mittels heparinisierten Hämatokritröhrchen (Firma Brand, Kat.-Nr. 749311) abgenommen wurde. Insgesamt wurden durchschnittlich pro Ferkel 3 – 4 Röhrchen gefüllt und in Zentrifugenröhrchen (13 ml, 95 x 16,8 mm, Firma Sarstedt) gesammelt. Nach der Blutentnahme wurde das Ferkel aus dem Kastrationsstand zurück in die Bucht gesetzt. Am ersten Termin erhielten die Ferkel nach dem Bluten eine Ohrmarke, mittels derer sie am zweiten Termin zur wiederholten Blutprobenentnahme von den restlichen Ferkeln im Wurf unterschieden werden konnten.

Die Hämatokritröhrchen wurden anschliessend in die sterilen Mikro Schraubröhrchen ausgepustet und in der Zentrifuge (Laborfuge, Firma Heraeus Christ) bei 1500 U/min zentrifugiert. Das überständige Serum wurde in sterile 1,5 ml Mikroschraubröhrchen der Firma Sarstedt abpipettiert, im Verhältnis 1:1 mit PBS (Phosphat Buffered Saline, pH 7,4, Firma Sigma, P-3813) konserviert und für die weitere Analyse bei -20°C tiefgefroren.

Die Bestimmung des C-reaktiven Proteins (CRP) sowie der spezifischen Antikörper in den Serumproben erfolgte mittels Enzymgekoppelten Immun-absorptionstests (EIA, auch ELISA) im Institut für Bakteriologie und Mykologie der Veterinärmedizinischen Fakultät Leipzig nach den Methodiken nach Krüger et al. (2002) und Schrödl et al. (2003).

2.3.1.10 Konstitutionsbeurteilung der Sauen in Trage- und Säugezeit

Zum Konstitutionsvergleich zwischen den Gruppen wurden alle Versuchssauen an 3 Terminen gewogen und einer Konditionsbeurteilung mittels BCS (Body Condition Scoring) sowie der Messung der Rückenspeckdicke zugeführt. Die Zeitpunkte der Beurteilungen lagen in der Mitte der Trächtigkeit (49.Tag a.p. \pm 6 Tage), kurz nach der Geburt (2.Tag a.p. \pm 1 Tag) und zum Ende des Versuchs (33.Tag a.p. \pm 5 Tage). Die Daten

der beiden letzten Termine wurden zur Beurteilung des Substanzverlustes in der Säugezeit herangezogen.

Die Wiegung der Tiere erfolgte manuell mittels mobiler Einzeltierwaage. Die Dicke des Rückenspecks wurde mit dem "Lean-Meater" der Firma Renco erfasst. Das Gerät wurde in der Stufe 2 zur Erfassung der ersten und zweiten Speckschicht ohne Berücksichtigung des darunterliegenden Bindegewebes (Stufe 3) verwendet. Am Tier erfolgte die Messung einmalig im Verlauf der letzten Rippe etwa 6 bis 7 cm seitlich der Rückenlinie (P2) nach der Methode von Charette et al. (1996). Die visuelle Beurteilung der Körperkondition (Body Condition Scoring) erfolgte in Anlehnung an Young et al. (2004).

2.3.1.11 Erfassung der Leistungsdaten von Sauen und Ferkeln

Es wurden Leistungsdaten für alle Versuchssauen erhoben. Neben der Anzahl tot und lebend geborener Ferkel wurde das Gesamtwurfgewicht (inklusive Totgeburten) innerhalb der ersten 12 h nach der Geburt erfasst. Über die Säugezeit wurden Versetzungen von Ferkeln zwischen den Sauen notiert und gewogen sowie Verluste und Verlustursachen notiert und tote bzw. getötete Ferkel gewogen. Die Datenerfassung erfolgte nach einer eingehenden Einweisung durch die Projektmitarbeiterin von den Landwirten selbst. Zusätzlich erfolgte zum Versuchsende (35. Tag *p.n.*) die Wiegung des Wurfes jeder Versuchssau durch die Projektmitarbeiterin. Das Wurfgewicht der Ferkel zur Geburt erfolgte auf einer digitalen Plattformwaage der Firma Schippers MS (Wiegekapazität 100 kg). Hierfür wurden alle Ferkel in einen Rundtrog gesetzt, welcher vorher auf der Waage tariert wurde. Die Wiegung von Einzelferkeln fand in 20 kg Scala Babywaagen statt, auf welche Körbe montiert waren, die den Freilauf von Ferkel verhinderten. Die Totgeburten wurden einzeln gewogen und zum Gewicht der lebenden Ferkel addiert. Die abgesetzten Ferkel pro Sau wurden wurfweise auf einer stationären digitalen Viehwaage der Firma Kiefl Stalltechnik vor dem Eintritt in die Ferkelaufzucht gewogen.

2.3.1.12 Erfassung von Behandlungssinzidenzen von Sauen und Ferkeln nach der Geburt

Zur Erfassung von Puerperalerkrankungen wurden von jeder Sau Temperaturdaten protokolliert sowie Krankheitshäufigkeiten über die Säugezeit erfasst. Bis zum 3. Tag *p.p.* sollte jeden Tag seitens des Betriebes die rektale Messung der Körperinnentemperatur jeder Versuchssau erfolgen. Aus den Werten der einzelnen Tiere wurde die maximale Temperatur bis 72 h *p.p.* erfasst und als Kriterium zur Beurteilung des Gesundheitszustandes der Sauen herangezogen. In Anlehnung an Empfehlungen aus der Literatur (Furniss 1987, Waldmann et al. 2004, Krieter und Presuhn 2009) wurden Sauen mit einer Körpertemperatur von $\geq 39,4^{\circ}\text{C}$ ungeachtet klinischer Symptome als an einem Puerperalsyndrom erkrankt eingestuft. Für die Erfassung von Behandlungshäufigkeiten der Versuchssauen über die Säugezeit hinweg wurden die Daten aus dem Stallbuch des Versuchsbetriebes aufgenommen und ausgewertet. Dabei wurden die Anwendungshäufigkeiten allopathischer und homöopathischer Mittel berücksichtigt. Die Auswertung der Behandlungsdaten erfolgte jeweils für die erste Woche nach der Geburt und für den Zeitraum danach bis zum Ende des Versuchs als zweite Auswertungseinheit. Analog zu den Sauendaten wurden die Behandlungshäufigkeiten der Saugferkel ausgewertet.

2.3.1.13 Erfassung des Arbeitszeitbedarfs für die Raufuttermittelvorgabe

Die Messung des Arbeitsaufwands für die Vorgabe der Raufuttermittel erfolgte anhand der Zeitelementmethode. Um die Arbeitszeit zu messen, wurde die Vorgabe jeder Variante auf dem Versuchsbetrieb zweimal mit einer Digitalkamera gefilmt. Anhand der Videoaufzeichnungen wurde der Vorgang dann in Arbeitselemente aufgeteilt, deren Einflussgrößen wurden erfasst und auf dieser Ebene der Zeitbedarf gemessen. Die so erfassten Elementzeiten wurden gemittelt und in ein Arbeitsmodell eingefügt, anhand dessen ein Vergleich der unterschiedlichen Varianten unter gleichen Bedingungen möglich wird.

2.3.2 Umsetzungsphase

2.3.2.1 Bestimmung der Futteraufnahme

Die Futteraufnahmebestimmung in der Umsetzungsphase erfolgte analog derer in der Exaktversuchsphase (siehe Kapitel 2.3.1.2). Über alle vier Betriebe erfolgte die Probennahme der drei Einzelproben der niedertragenden Sauen am 74.Tag \pm 2 Tage *a.p.*, 70.Tag \pm 2 Tage *a.p.* sowie am 69 Tag \pm 2 Tage *a.p.* und für die hochtragenden Sauen am 14. Tag \pm 2 Tage *a.p.*, 12.Tag \pm 2 Tage *a.p.* sowie am 11.Tag \pm 3 Tage *a.p.*

2.3.2.2 Bestimmung des C/N- Verhältnisses im Kot der Sauen

Die Probennahme erfolgte an 3 Terminen in der Tragezeit: am ersten Termin als Nullprobe ohne Raufuttermittelvorgabe (0.Tag \pm 7 Tage *a.p.*) sowie zur Mitte (54.Tag \pm 2 Tage *a.p.*) und Ende der Tragezeit (13.Tag \pm 3 Tage *a.p.*). Die Analyse der C/N- Gehalte erfolgte in der Umsetzungsphase abweichend vom Exaktversuch mittels NIRS nach Aufbau einer Kalibrationsreihe der in der Exaktversuchsphase nach Rumm (1999) analysierten Kotproben.

2.3.2.3 Mikrobiologische Untersuchungen von Kotproben der Sauen

Die mikrobiologische Untersuchung der Kotproben erfolgte in der Umsetzungsphase in reduziertem Umfang. Neben der Bestimmung der aeroben bzw. aneroben Gesamtkeimzahl wurden die Kotproben einer quantitativen Analyse auf *E. coli* und Laktobazillen wie in Kapitel 2.3.2.3 beschrieben unterzogen. Die Probennahme fand zeitgleich mit den Terminen der Bestimmung des C/N- Verhältnisses (siehe 2.3.2.2) sowie zusätzlich am 11.Tag \pm 3 Tage *p.p.* und am 34.Tag \pm 2 Tage *p.p.* statt.

2.3.2.4 Erfassung der Leistungsdaten von Sauen und Ferkeln

Die Erhebung der Leistungsdaten von Sauen und Ferkeln auf den Praxisbetrieben erfolgte vorrangig durch die Betriebsleiter. Neben der Anzahl lebend und tot geborener Ferkel wurde das Wurfgewicht innerhalb von 12 h nach der Geburt erfasst. Darüber hinaus sollten Verluste sowie -ursachen sowie alle Zu- und Versetzungen an die Sauen notiert werden. Die Wiegung der Ferkel zur Geburt erfolgte mittels betriebsinternen Waagen. Zum Versuchsende (35.Tag *p.n.*) wurde weiterhin die Anzahl abgesetzter Ferkel erfasst.

2.3.2.5 Erfassung von Behandlungsinzidenzen von Sauen und Ferkeln nach der Geburt

Über den Verlauf der Säugezeit erfolgte die Auswertung der notierten Krankheitshäufigkeiten sowie Medikamentierungen von Sauen und Saugferkeln sowie die Erfassung und Interpretation der Körpertemperatur der Sauen bis zum 3.Tag *p.p.* wie in 2.3.1.12 beschrieben.

2.4 Statistische Auswertung

2.4.1 Exaktversuchsphase

Für die statistische Datenauswertung wurden beide Versuchsdurchgänge zusammengefasst, so dass insgesamt 24 Tiere einer Gruppen in die statistische Datenanalyse eingingen. Die statistischen Auswertungen erfolgten in SPSS 18. Nach der Überprüfung der Daten auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test erfolgte die statistische Analyse der normalverteilten Daten für die Longitudinaluntersuchung in der Trage- und Säugezeit mittels ANOVA mit Messwiederholungen, wobei als Innersubjektvariablen die Termine und als Zwischensubjektfaktoren die Fütterungsgruppen definiert wurden. Zur Beurteilung der Unterschiede in Trage- und Säugezeit wurden aus beiden Werten der Termine Mittelwerte gebildet und mit Hilfe des T-Tests für verbundene Stichproben analysiert. Gruppenunterschiede wurden für gleichverteilte Stichproben mittels REGWQ und für ungleichverteilte Stichproben mit Hochberg's GT2 post-hoc Test analysiert.

Die Auswertung nicht normalverteilter Daten erfolgte mit Hilfe des Kruskal Wallace Tests für k-unabhängige Stichproben. Die Gruppenunterschiede mittels Mehrfachvergleiche wurden nach dem schrittweisen Step do Verfahren in SPSS 18 für den Kruskal Wallace Test ausgeführt. Unterschiede zwischen Terminen erfolgten wie beschrieben für die normal verteilten Daten mittels Wilcoxon-Mann-Whitney U Test.

Die Auswertung nominaler sowie ordinal skaliertes Parameter (Krankheitshäufigkeiten, AEC Gehalt etc.) erfolgte mittels Chi-Quadrat-Tests. Das Signifikanzniveau, das allen Analysen unterliegt, wird mit $p < 0,05$ angegeben. Unabhängig der Normalverteilung erfolgte die Darstellung der Ergebnisse über Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Extrema (Min, Max) mit Ausnahme für die immunologischen Daten der Sau und für die Ferkel. Hier erfolgte anstatt der Angabe des Mittelwertes die Angabe des Median (Med). Für die ordinal bzw. nominal verteilten Daten erfolgte die Angabe von Häufigkeitszählungen.

2.4.2 Umsetzungsphase

Aufgrund der unterschiedlichen Betriebsstrukturen war ein Betriebsvergleich statistisch nicht möglich. Daher erfolgte der Vergleich zwischen der Kontroll- sowie Kleegrassilagegruppe der jeweiligen Betriebe für normalverteilte Daten nach dem t-Test für unabhängige Stichproben. Unterschiede einer Gruppe zu verschiedenen Probenahmeterminen wurde mittels t-Test für verbundene Stichproben durchgeführt. Die Auswertung nicht normalverteilter Daten erfolgte wie für die Exaktversuchsphase beschrieben. Es erfolgte ebenfalls unabhängig der Normalverteilung die Darstellung der Ergebnisse über Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Extrema (Min, Max). Für die or-

dinal bzw. nominal verteilten Daten erfolgte die Angabe von Häufigkeitszählungen sowie die Signifikanzprüfung mittels Chi-Quadrat Test. Für alle Analysen erfolgte die Überprüfung auf das Signifikanzniveau von $p < 0,05$.

3 Ergebnisse

3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

3.1.1 Exaktversuchsphase

3.1.1.1 Raufuttermittelanalysen

3.1.1.1.1 Frischmassegehalt

Der Frischmassegehalt variierte stark zwischen den Raufuttermitteln, wobei die Topinamburknollen nach der Maissilage am wenigsten Frischmasse aufwiesen. Kleegrassilage nahm mit 54 % Feuchtigkeit die Mittelstellung innerhalb der verschiedenen Raufuttermittel ein. Der Frischmassegehalt aller Raufuttermittel ist in der Tabelle 14 aufgeführt.

Tabelle 14: Frischmassegehalt der verschiedenen Raufuttermittel in g pro Kilogramm Frischmasse

	<i>Stroh</i> (n=13)	<i>Heu</i> (n=16)	<i>Kleegrassilage</i> (n=24)	<i>Maissilage</i> (n=24)	<i>Topinambur</i> (n=14)
Min	870,8	846,1	217,7	222,0	168,8
Max	934,0	904,5	639,6	342,7	299,8
MW	905,8	873,2	455,4	290,6	230,4
SD	20,0	17,7	108,5	30,6	48,5

3.1.1.1.2 Inhaltsstoffe

Der Gehalt an Organischer Masse in der Trockenmasse schwankte zwischen den Raufuttermitteln von 88 bis 95 %, wobei er am niedrigsten bei der Kleegrassilage und am höchsten für die Maissilage war. Der durchschnittliche Rohaschegehalt pro Kilogramm Trockenmasse lag über alle Raufuttermittel bei 8 %. Im Rohproteingehalt differierten die Raufuttermittel um teilweise 14 %. Kleegrassilage hatte dabei mit 17 % in der Trockenmasse den höchsten Gehalt an Rohprotein, wohingegen dieser für Stroh mit 3 % am niedrigsten war. Der höchste Rohfettgehalt in der Trockenmasse wurde für die Maissilage analysiert (4 %). Der Anteil der Rohfaser in der Trockenmasse im Mittel über alle Raufuttermittel betrug 26 %, wobei er für Stroh und Heu mit 48 % und 36 % am höchsten war. Kaum Rohfaser mit 5 % enthielten die Topinamburknollen. Der Gehalt an N-freien Extraktionsstoffen war mit 80 % in der Trockenmasse am höchsten in den Topinamburknollen, wobei die Topinamburknollen gleichzeitig zu 57 % aus Gesamtzucker bestanden. Dagegen wurde kaum Zucker bei den restlichen Raufuttermitteln analysiert. Der Stärkegehalt in der Trockenmasse war für die Maissilage mit 32 % am höchsten. Dieser Wert wurde für keines der anderen Raufuttermittel annähernd erreicht. Der Anteil der Kohlenhydrate (NfE plus Rohfaser) in der Trockenmasse variierte zwischen den Raufuttermitteln zwischen 69 und 90 % und war dabei am niedrigsten

ten bei der Klee-grassilage und am höchsten für Stroh. Die Abbildung 1 zeigt die prozentuale Verteilung der Roh-nährstoffe pro Kilogramm Trockenmasse für die verschiedenen Raufuttermittel. Die ausführlichen Ergebnisse der Futtermittelanalysen in g/kg Trockenmasse sind Tabelle 35 im Anhang zu entnehmen.

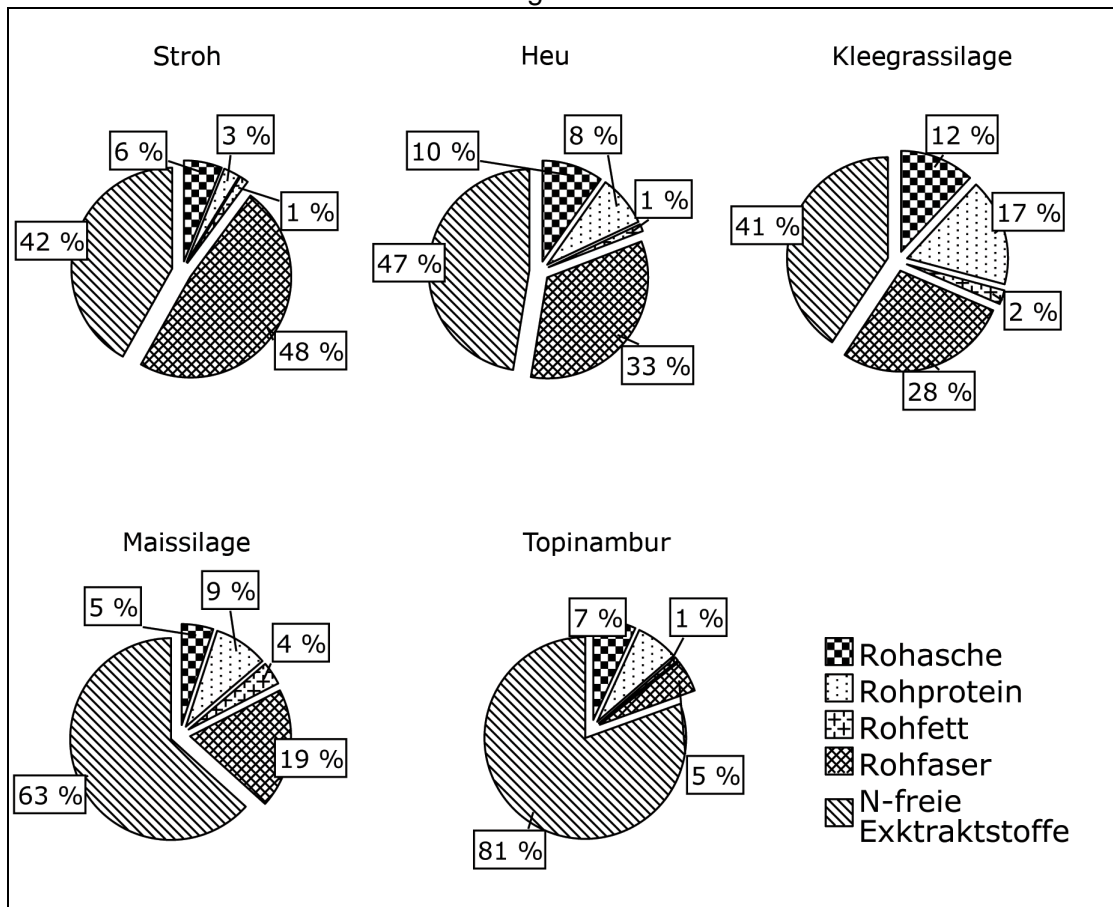


Abbildung 1: Gehalte an Rohnährstoffen von Stroh (S), Heu (H), Maissilage (M), Topinamburknollen (T) sowie Kleegrassilage (Kg) in Prozent

3.1.1.1.3 Gehalte an Umsetzbarer Energie

Die Gehalte an Umsetzbarer Energie in MJ pro Kilogramm Trockenmasse für die verschiedenen Raufuttermittel sind in der Tabelle 15 aufgeführt. Nach der Formel nach Kirchgessner u. Roth (1983) lag der Gehalt an Umsetzbarer Energie für Stroh bei $1,4 \pm 0,6$ MJ/kg TM, für Heu bei $3,9 \pm 0,6$ MJ/kg TM, Kleegrassilage bei $6,3 \pm 0,5$ MJ/kg TM, Maissilage $9,7 \pm 0,8$ MJ/kg TM sowie für Topinambur bei $16,8 \pm 0,5$ MJ/kg TM.

Tabelle 15: Gehalt an Umsetzbarer Energie in ME (MJ) pro kg Trockenmasse für die verschiedenen Raufuttermittel, berechnet nach Kirchgessner u. Roth (1983)

	Stroh (n=2)	Heu (n=2)	Kleegrassilage (n=2)	Maissilage (n=3)	Topinambur (n=3)
Min	1,0	3,4	5,7	8,0	16,3
Max	1,8	4,3	7,3	11,8	17,1
MW	1,4	3,9	6,3	9,7	16,8
SD	0,6	0,6	0,5	0,8	0,5

3.1.1.1.4 Nichtfaser- und Faserkohlenhydrate

Der Gehalt an der Gerüstsubstanz NDF in der Trockenmasse war am höchsten mit 89 % für Stroh und am niedrigsten für Topinambur mit 9 % (vgl. Tab. 21 im Anhang). Der ADF- Gehalt lag mit 52 % ebenfalls am höchsten für Stroh und mit 8 % am niedrigsten für Topinambur. Das schwerverdauliche Lignin wurde am meisten in der Maissilagesilage mit 15 % in der Trockenmasse nachgewiesen. Der Zellulosegehalt war mit 43 % in der Trockenmasse am höchsten für Stroh und mit 5 % am niedrigsten für die Topinamburknollen. Auch der Hemizellulosegehalt in der Trockenmasse war am höchsten für Stroh. Die prozentuale Verteilung der Nichtfaser- sowie Faserkohlenhydrate in der Kohlenhydratfraktion zeigt die Abbildung 2.

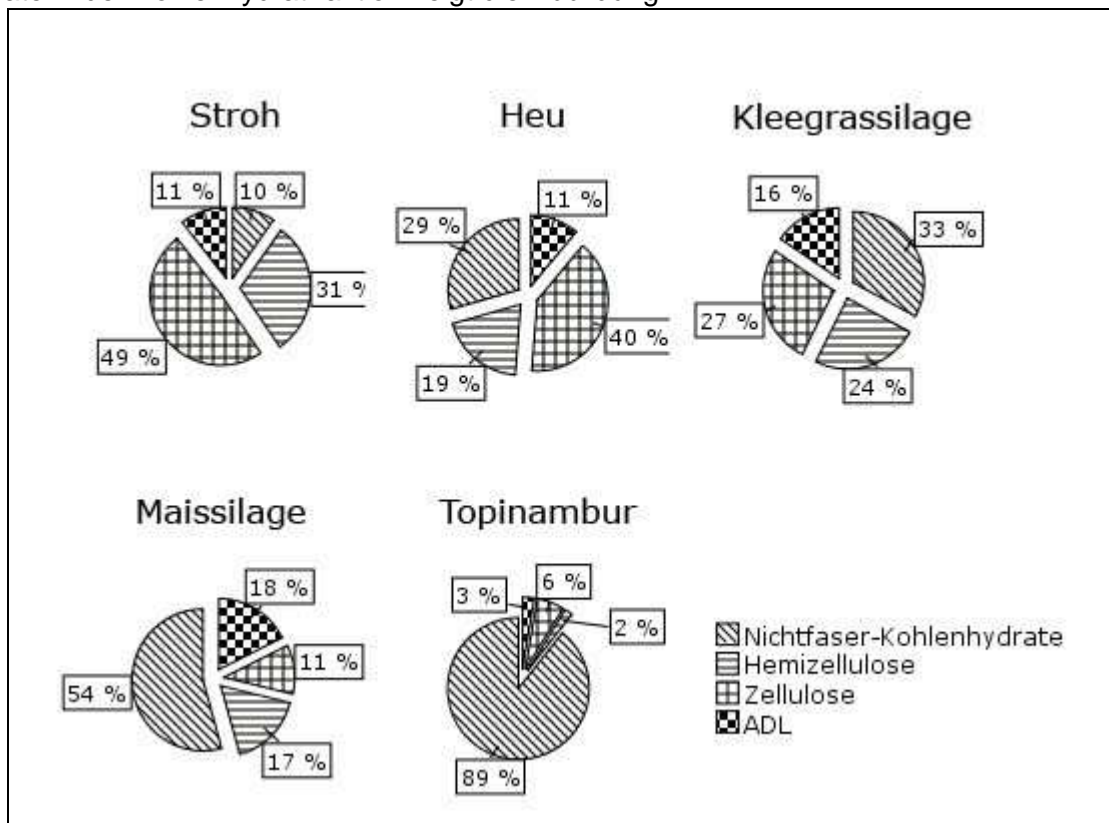


Abbildung 2: Anteil von Acid Detergent Lignin, Hemizellulose und Zellulose an der Neutral Detergent Fibre der verschiedenen Raufuttermittel Stroh (n=2), Heu (n=2), Kleegrassilage (Kg =2), Maissilage (n=3) sowie Topinamburknollen (n=2)

3.1.1.1.5 C/N- Gehalte der Raufuttermittel

Der Gehalt an Gesamtstickstoff (N ges) in Prozent bezogen auf die Trockenmasse betrug im Mittel über alle Futtermittel $1,7 \% \pm 0,7$, wobei am wenigsten Gesamtstickstoff für Heu mit $1,2 \pm 0,1$ und am meisten für Kleegrassilage mit $2,1 \% \pm 0,1$ analysiert wurde. Dagegen lag der Gesamtkohlenstoff (C ges) im Mittel über alle Futtermittel bei $31,1 \pm 15,4$ und war mit $40,1 \% \pm 0,1$ am höchsten bei der Maissilage und am niedrigsten mit $3,7 \pm 0,3$ für Stroh. Das C/N-Verhältnis betrug im Mittel über alle Futtermittel $62:1 \pm 38,5$ und war mit $178:1 \pm 2$ für Stroh am höchsten und mit $18:1 \pm 2$ am niedrigsten für die Kleegrassilage. Die ausführlichen Ergebnisse der C/N-Analyse sind in der Tabelle 37 Anhang aufgeführt.

3.1.1.1.6 Inulingehalt der Topinamburknollen

Der Inulingehalt der untersuchten Topinamburknollen betrug $533,7 \text{ g} \pm 144,0$ je Kilogramm Trockenmasse, wobei der Inulingehalt am Gesamtzuckeranteil der Topinamburknollen durchschnittlich 98 % betrug (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Gesamtzucker- und Inulingehalt in g je Kilogramm Trockenmasse sowie prozentualer Anteil des Inulins am Gesamtzucker

		<i>Gesamtzucker in g</i>	<i>Inulin in g</i>	<i>Prozent Inulin</i>
T (n=3)	Min	539,5	450,0	83 %
	Max	551,7	700,0	127 %
	MW	543,9	533,7	98 %
	SD	6,8	144,0	25 %

3.1.1.2 Bestimmung der Futteraufnahme sowie der *in vitro* Verdaulichkeit der Organischen Masse von Raufuttermitteln

3.1.1.2.1 *In vitro* Verdaulichkeit der Organischen Masse

Die Ergebnisse der *in vitro* Verdaulichkeit der Organischen Masse sind in der Tabelle 17 aufgeführt. Der Verlust an Organischer Masse während der enzymatischen Abbauphase variierte zwischen 11,7 und 29,7 %, wobei für die Topinamburknollen der höchste und für Stroh der niedrigste Wert analysiert wurde. Dabei zeigte sich der enzymatische Abbau der Topinamburknollen zu allen anderen Varianten signifikant ($p < 0,001$).

Tabelle 17: *In vitro* Verdaulichkeit der Organischen Masse für die Raufuttersubstrate und Kraftfutter in Prozent für die verschiedenen Abbauphasen und Inocula

	<i>enzymatisch</i>	<i>Gasproduktion</i>		<i>enzymatisch + GPT</i>	
		$R_{inocula}$	$K_{inocula}$	$R_{inocula}$	$K_{inocula}$
K	15,6 ^{ab}	60,6 ^a	61,6 ^a	76,3 ^a	77,2 ^a
M 1	17,3 ^{bc}	50,3 ^b	47,1 ^b	67,6 ^b	64,3 ^b
M 2	15,4 ^{abc}	42,4 ^c	36,6 ^c	57,7 ^c	51,9 ^c
M 3	18,9 ^{bc}	43,7 ^c	39,0 ^{cd}	62,5 ^d	57,9 ^d
Kg 1	17,2 ^{bc}	43,8 ^c	41,1 ^d	61,0 ^d	58,3 ^d
Kg 2	19,0 ^{bc}	49,7 ^b	45,2 ^b	68,7 ^b	64,2 ^b
H 1	15,6 ^{abc}	31,1 ^d	29,2 ^e	46,8 ^e	44,9 ^e
H 2	19,8 ^c	39,4 ^e	38,5 ^{cd}	59,2 ^c	58,3 ^d
T	29,7 ^d	66,8 ^f	66,4 ^f	96,6 ^f	96,2 ^f
S	11,7 ^a	27,2 ^g	23,4 ^g	39,0 ^g	35,2 ^g

^{a,b,c,d,e,f,g} kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte (univariate ANOVA, $p < 0,05$, post hoc Tukey B)

In der Phase der Gas-Produktion (GPT) variierte der Verlust an Organischer Masse für das Inocula von Sauen mit Raufuttergabe ($R_{inocula}$) zwischen 27,2% (Stroh) und 66,8 % (Topinamburknollen). Für das Inocula konventioneller Herkunft ohne Raufuttergabe ($K_{inocula}$) variierte der Verlust an Organischer Masse zwischen 23,4% (Stroh) und 66,4 % (Topinamburknollen).

Der Verlust an Organischer Masse über beide Phasen (enzymatisch+GPT) für das Inocula $R_{inocula}$ variierte für die Substrate zwischen 39,0 und 96,6 %, wobei der höchste Wert für die Topinamburknollen und der niedrigste Wert für das Strohsubstrat analysiert wurde. Für das Inocula $K_{inocula}$ wurde ebenfalls für Stroh mit 35,2 % der niedrigste Verlust und mit 96,2 % für das Topinamburknollensubstrat der höchste Wert ermittelt. Für weiterführende Details siehe Papke 2010.

Für die anschließende Futteraufnahmebestimmung wurden die Mittelwerte aus den Ergebnissen beider Abbauphasen (enzymatisch+GTP) über die jeweiligen Substrate sowie die beiden Inoculas errechnet. Die Mittelwerte der *in vitro*-Verdaulichkeitsbestimmung sind in der Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 18: Verlust der Organischen Masse in Prozent über alle Substrate und Abbauprozesse sowie Mittelwert für die Raufutteraufnahmebestimmung nach Piasentier et al. 1995

	n	Min	Max	MW	SD
Kontrolle	2	76,3	77,2	76,8	0,6
Stroh	2	35,2	39,0	37,1	2,7
Heu	2	44,9	59,2	52,3	7,5
Kleegrassilage	2	58,3	68,7	63,1	4,5
Maissilage	3	51,9	67,6	60,3	5,6
Topinambur	2	96,2	96,6	96,4	0,3

3.1.1.2.2 Futteraufnahmebestimmung der Raufuttermittel

Neben der Bestimmung der *in vitro* Verdaulichkeit der Organischen Masse ist die Ermittlung der Höhe der Kotalausscheidung des Titan(IV)oxid- Markers für die Bestimmung des Gesamtgehaltes an ausgeschiedener unverdauter Organischer Masse durch das Tier von Bedeutung. In der unverdauten Organischen Gesamtmasse im Kot ist sowohl der Anteil aus dem Kraft- und den Raufuttermitteln enthalten. Nach Berechnung des unverdauten Anteils durch das Krafffutter kann der Gehalt an unverdauter Masse der Raufuttermittel rückgerechnet werden. Die Tabelle 19 zeigt die der Berechnung zugrunde liegenden Aufnahme- und analysierten Ausscheidungsmengen im Kot für den inerten Marker Titan(IV)oxid.

Tabelle 19: Aufnahme (IN) in mg Frischmasse sowie Ausscheidung (OUT) in mg Organische Masse für von Titan(IV)oxid und die verschiedenen Raufuttermittel (n=24 pro Gruppe)

		niedertragend, 71. Tag a.p.				hochtragend, 13. Tag a.p.			
		Min	Max	MW	SD	Min	Max	MW	SD
Stroh	IN	1722,0	1911,0	1816,5	96,5	2175,0	2275,0	2225,0	51,1
	OUT	1490,0	3790,0	2521,7	571,4	1605,7	5057,4	2962,5	820,7
Heu	IN	1462,0	1513,0	1487,5	26,0	2121,0	2275,0	2201,3	78,7
	OUT	1140,0	3900,0	2626,3	704,7	1199,2	3964,9	2547,4	776,0
Kleegrassilage	IN	1479,0	1547,0	1513,0	34,7	1911,0	2400,0	2155,5	249,8
	OUT	420,0	2540,0	1335,4	590,3	1024,4	2919,0	1967,8	538,4

Maissilage	IN	1224,0	1547,0	1385,5	165,0	1911,0	2325,0	2118,0	211,5
	OUT	920,0	4030,0	2308,3	851,8	998,5	3404,9	2444,5	595,1
Topinambur	IN	1479,0	1547,0	1513,0	34,7	1911,0	2175,0	2043,0	134,8
	OUT	790,0	3030,0	2017,1	560,4	1245,7	3736,4	2401,1	737,9

Die nach der Formel im Kapitel 2.3.1.2 ermittelten Futteraufnahmemengen sind in der Tabelle 20 dargestellt. Für die Topinamburknollen konnten allerdings keine Aufnahmemengen ermittelt werden.

Tabelle 20: Futteraufnahmemengen verschiedener Raufuttermittel in kg Frischmasse von nieder- und hochtragenden Sauen (n=24 pro Gruppe)

	niedertragend, 71. Tag a.p.				hochtragend, 13. Tag a.p.			
	Min	Max	MW	SD	Min	Max	MW	SD
Stroh	0,2	1,6	0,8	0,3	0,0	1,8	0,7	0,5
Heu	0,3	2,8	0,9	0,5	0,4	3,6	1,4	0,8
Kleegrassilage	0,7	5,4	2,3	1,1	2,0	11,1	3,9	2,4
Maissilage	2,6	14,8	5,6	3,0	1,6	10,3	4,8	2,5

3.1.1.3 Bestimmung des C/N Verhältnisses im Kot der Sauen

Die Ergebnisse der Kotuntersuchung auf den Gehalt an N gesamt (N ges), C gesamt (C ges) sowie dem C/N Verhältnis sind der Tabelle 38 im Anhang zu entnehmen. Dabei unterschieden sich die Gehalte zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt der Raufutternvorlage unterschiedlich signifikant ($p < 0,05$), wobei sich zwischen Raufutternvorlage in der Tragezeit und am ersten Termin der Probennahme ohne Raufutternvorlage der Gehalt signifikant unterschied ($p < 0,05$) für Stroh (C ges, C/N Verhältnis), Kleegrassilage (C/N Verhältnis) und Topinambur (C/N Verhältnis). Die Abbildung 3 zeigt die unterschiedlichen Gehalte an N ges, C ges sowie dem C/N Verhältnis.

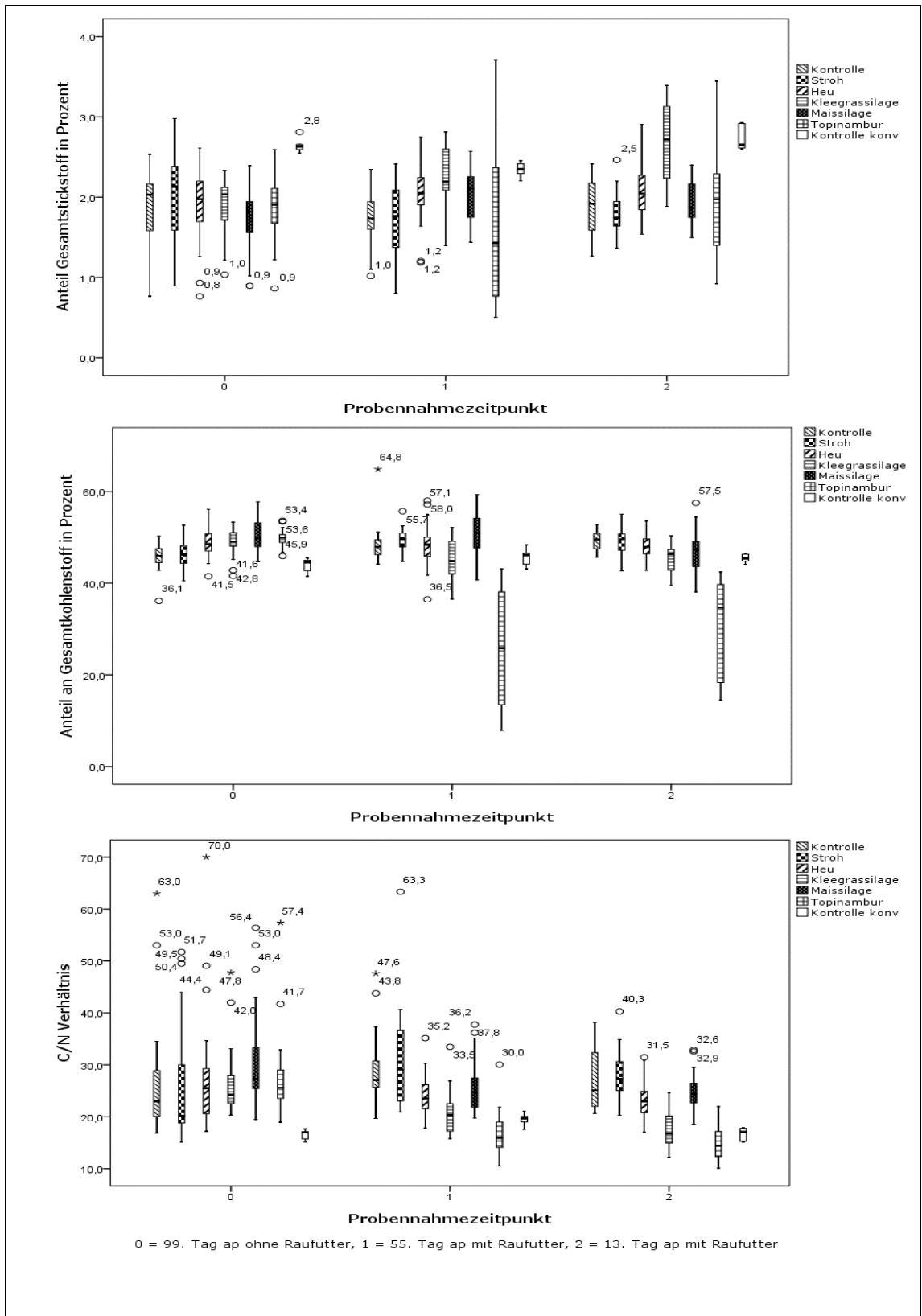


Abbildung 3: Anteil von Gesamtstickstoff (Nges), Gesamtkohlenstoff (Cges) sowie das C/N Verhältnis im Kot von Sauen mit und ohne Raufutternlage

3.1.1.4 Messung der Adenylate (AMP, ADP, ATP) zur Bestimmung der mikrobiellen Aktivität

Die Ergebnisse der Messung der Adenylate (AMP, ADP, ATP) sind in der Tabelle 39 im Anhang ausgewiesen. Alle 3 Parameter zeigten deutliche Schwankungen innerhalb der Raufuttergruppen. Der AEC- Gehalt, ermittelt aus den Gehalten an ADP, AMP sowie ATP, betrug für die Kontrollgruppe durchschnittlich 0,59 (ruhende Zellen) und für die Raufuttergruppen 0,49 (tote Zellen). Damit lag der AEC Gehalt über alle Gruppen zur Nullprobe bei 0,51, in Mitte der Tragezeit bei 0,49 und zum Ende der Tragezeit bei 0,52. Die Gehalte an AEC über die drei Messzeitpunkte zeigt die Tabelle 21. Da die überwiegende Anzahl der Zellen im toten bis inaktiven Zustand war, wurde auf die statistische Auswertung verzichtet.

Tabelle 21: AEC Gehalte im Kot von Sauen der verschiedenen Raufuttergruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe

	n	Min	Max	MW	SD
99. Tag a.p., ohne Raufutter					
Kontrolle	23	0,39	0,85	0,56	0,12
Stroh	21	0,26	0,77	0,50	0,14
Heu	24	0,18	0,82	0,52	0,14
Kleegrassilage	22	0,14	0,80	0,42	0,22
Maissilage	24	0,22	0,80	0,46	0,16
Topinambur	24	0,35	0,77	0,60	0,12
55. Tag a.p., mit Raufutter					
Kontrolle	24	0,36	0,73	0,56	0,09
Stroh	23	0,26	0,69	0,49	0,10
Heu	24	0,20	0,73	0,46	0,18
Kleegrassilage	20	0,41	0,72	0,55	0,09
Maissilage	23	0,24	0,66	0,45	0,10
Topinambur	24	0,26	0,76	0,48	0,16
13. Tag a.p., mit Raufutter					
Kontrolle	19	0,45	0,81	0,62	0,09
Stroh	23	0,17	0,70	0,48	0,14
Heu	21	0,21	0,57	0,41	0,12
Kleegrassilage	18	0,31	0,61	0,51	0,09
Maissilage	24	0,46	0,65	0,53	0,05
Topinambur	22	0,38	0,80	0,58	0,10

3.1.1.5 Mikrobiologische Untersuchungen von Kotproben der Sauen

3.1.1.5.1 Gehalt an aerober Gesamtkeimzahl (GKZ)

Für die Versuchs- sowie Kontrollsaugen wurde über die Trage- und Säugezeit in den Faeces ein Gehalt an aerober GKZ zwischen 10^4 und 10^7 analysiert. Über alle Fütterungsgruppen hinweg war der Gehalt an aerober GKZ in den Proben aus der Säugezeit am niedrigsten ($p < 0,05$). Die Ausnahme bildeten hier die Ergebnisse der 6 Jungsaugen ohne Einstreu (siehe Abbildung 4).

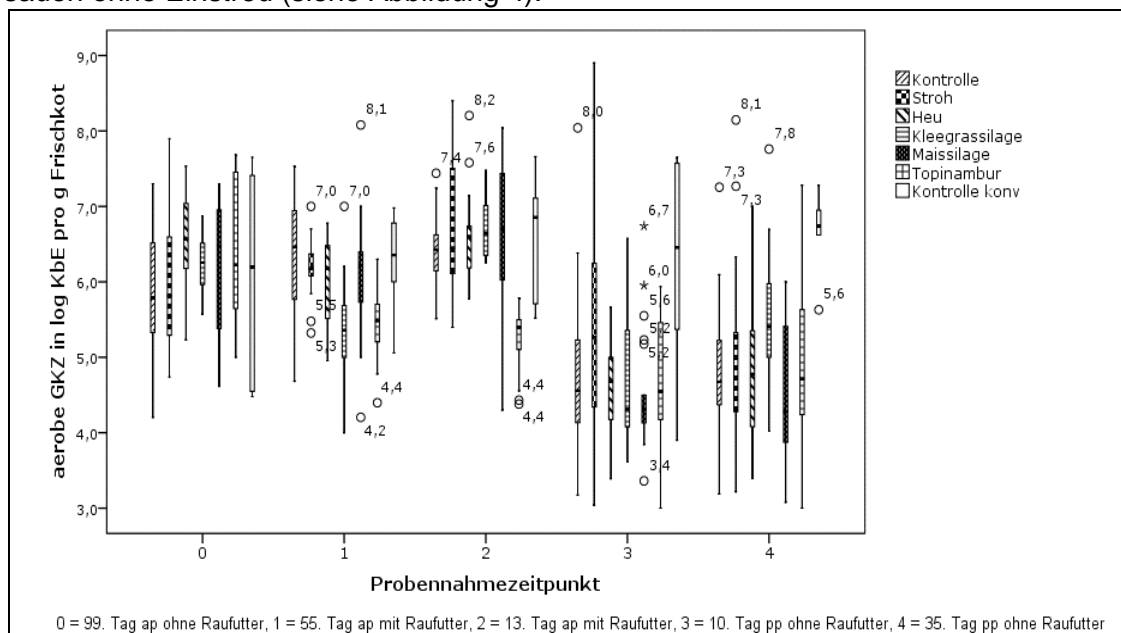


Abbildung 4: Aerobe GKZ in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufuttervorlage in den Faeces von Sauen

In der Tragezeit stieg der Gehalt an Aerobiern für alle Gruppen bis auf die Topinamburgruppe an ($p < 0,05$ über alle Gruppen am 13. Tag *a.p.*). Der Gehalt an Aerobiern im Kot der Sauen, die mit Topinamburknollen gefüttert wurden, unterschied sich dabei zu den schwer verdaulichen (Stroh, Heu) sowie mittelverdaulichen (Klee gras- und Maissilage) Raufutter über den Zeitraum der Trächtigkeit, mit Ausnahme zur Klee grassilage am 99. Tag *ante partum*.

Im Vergleich zur Nullprobe (ohne Raufutterfütterung) kam es innerhalb der Raufuttergruppen nur für die Stroh-, Klee gras- und Topinamburfütterung zu einer signifikanten Erhöhung ($p < 0,05$) im Zeitraum der Tragezeit mit Raufuttervorlage. In der Säugezeit lag der aerobe Gehalt mit Ausnahme für die konventionelle Kontrollgruppe bei allen anderen Gruppen niedriger als im Vergleich zur Tragezeit, was für alle Gruppen signifikant war ($p < 0,05$). Die ausführliche Tabelle zu den Gehalten an aerober Gesamtkeimzahl im Sauenkot im Verlauf des Reproduktionszyklus sowie in Abhängigkeit der Raufuttervorlage befindet sich im Anhang (Tabelle 40).

3.1.1.5.2 Gehalt an *Escherichia coli*

Der durchschnittlich nachgewiesene Gehalt an *E. coli* in den Faeces der Sauen betrug zwischen 10^3 und 10^5 KbE pro g Frischkot (Abbildung 5) und lag damit deutlich unter der von Krüger (2010) angegebenen Referenzgröße von 10^6 bis 10^7 KbE (siehe Tabelle 33 im Anhang). Zwischen der Nullprobe ohne Raufuttervorlage und dem Zeitraum der Raufuttervorlage konnte nur für die eingestreute Kontrollgruppe ein signifikanter Unterschied im Gehalt an *E. coli* nachgewiesen werden. In der Säugezeit konnte für die Klee gras- sowie die Topinamburgruppe ein signifikant niedrigerer Gehalt gegenüber der Tragezeit festgestellt werden ($p < 0,05$).

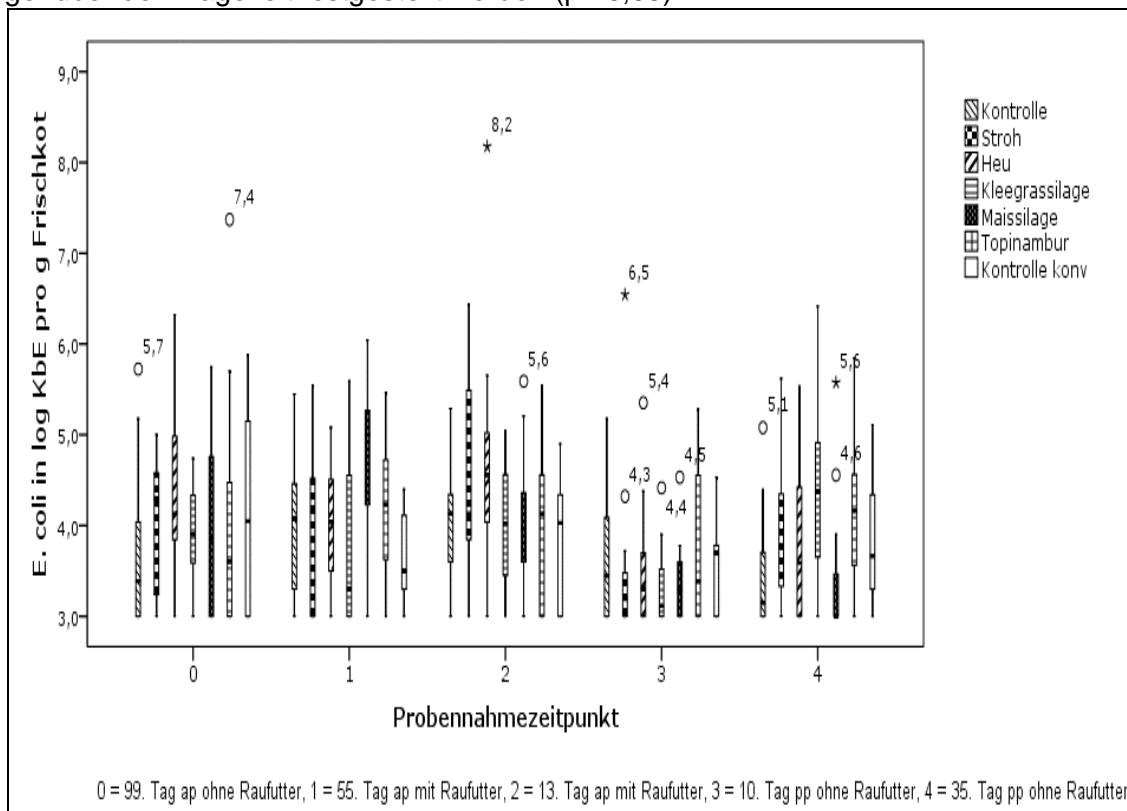


Abbildung 5: Gehalt an *E. coli* in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufuttervorlage in den Faeces von Sauen

3.1.1.5.3 Gehalt an anaerober GKZ

Der Gehalt an anaerober GKZ im Sauenkot betrug im Mittel über alle Gruppen zwischen 10^6 und 10^8 KbE und lag auch hier wieder deutlich unter den von Krüger (2010) angegebenen Referenzwerten von 10^8 bis 10^9 KbE (Abbildung 6). Dabei war der Gehalt mit Ausnahme der eingestreuten Kontrollgruppe sowie der Heugruppe nicht signifikant unterschiedlich zwischen der Trage- und Säugezeit ($p > 0,05$).

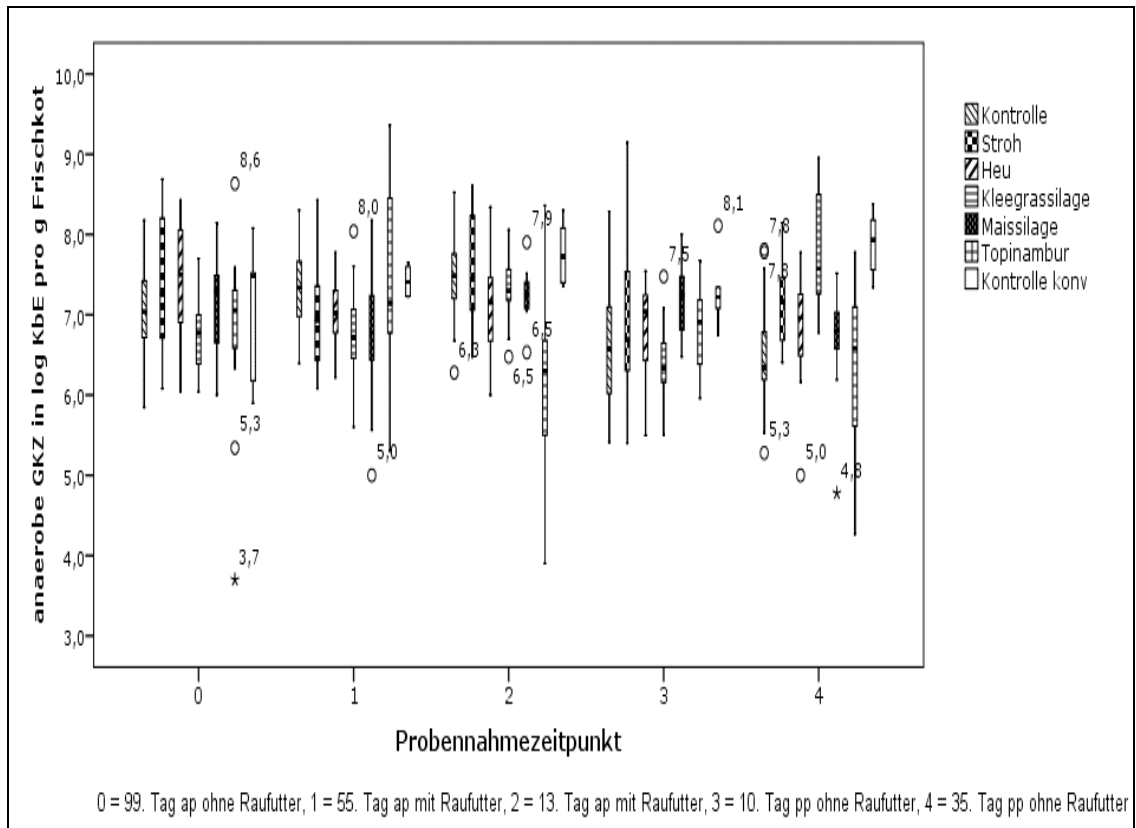


Abbildung 6: Anaerobe GKZ in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufuttervorlage in den Faeces von Sauen

Die Verfütterung von frischen Topinamburknollen führte zum Absinken der anaeroben GKZ, wobei sich der Gehalt zum Ende der Trächtigkeit signifikant zu allen anderen Gruppen unterschied ($p < 0,05$). Die detaillierten Werte sind der Tabelle 42 im Anhang zu entnehmen.

3.1.1.5.4 Gehalt an *Clostridium perfringens*

Der durchschnittliche analysierte Gehalt an *Clostridium perfringens* lag in den untersuchten Kotproben zwischen 10^3 und 10^6 KbE, wobei der höchste Gehalt mit knapp 10^6 in der konventionellen Kontrollgruppe während der Trächtigkeit gemessen wurde (siehe Abbildung 7).

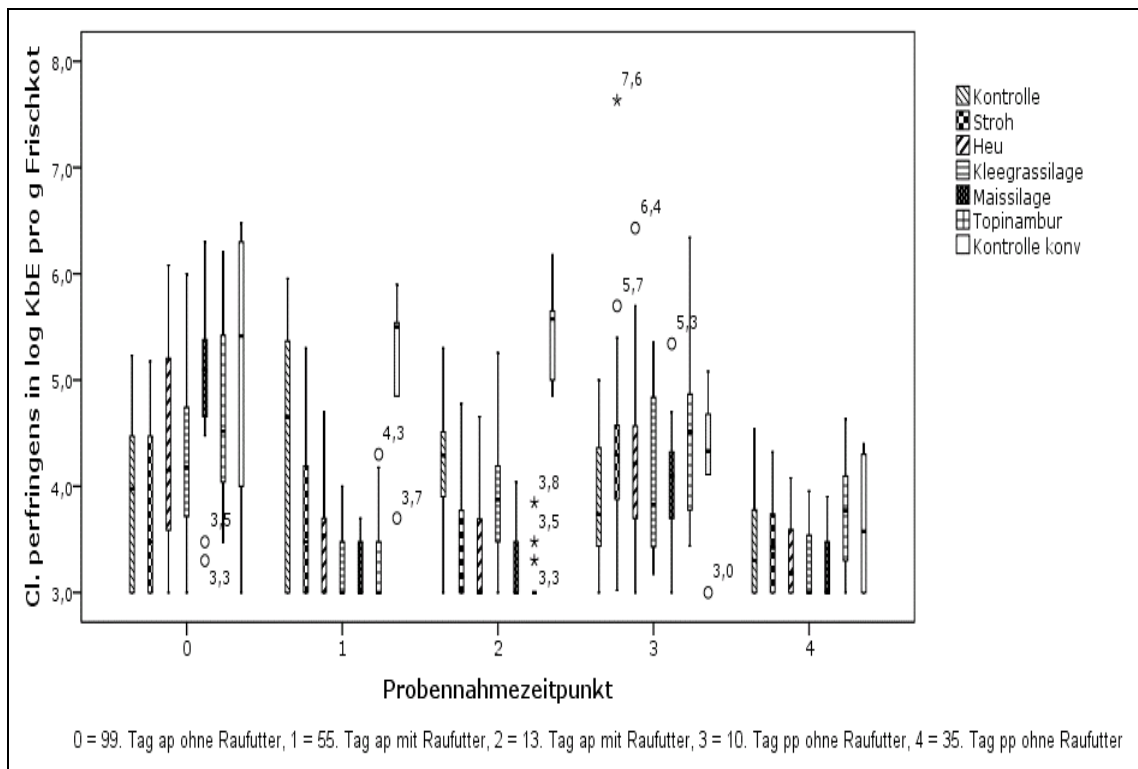


Abbildung 7: Gehalt an *Cl. perfringens* in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufuttervorlage in den Faeces von Sauen

Durch die Raufutterfütterung konnte der Gehalt an *Clostridium perfringens* in den Faeces der Sauen im Verlauf der Trächtigkeit signifikant verringert werden ($p < 0,05$). Dies gelang in der Kontrollgruppe sowie in der Strohhgruppe nicht (vgl. Tabelle 43, Anhang).

3.1.1.5.5 Gehalt an Laktobazillen

Der durchschnittliche Gehalt an Laktobazillen betrug 10^6 und 10^8 KbE (siehe Abbildung 8). Zwischen der Nullprobe zu Beginn der Tragezeit ohne Raufuttervorlage und dem Gehalt an Laktobazillen im weiteren Verlauf der Tragezeit mit Raufuttervorlage konnte für die Raufuttergruppen kein signifikanter Unterschied analysiert werden ($p > 0,05$). Für die eingestreute Kontrollgruppe sank der Gehalt an Laktobazillen im Verlauf der Tragezeit signifikant ($p < 0,05$). In der Säugezeit war der Gehalt an Laktobazillen im Vergleich zur Tragezeit für alle Gruppen mit Ausnahme der Maissilagegruppe signifikant niedriger ($p < 0,05$). Die detaillierten Werte sind der Tabelle 44 im Anhang zu entnehmen.

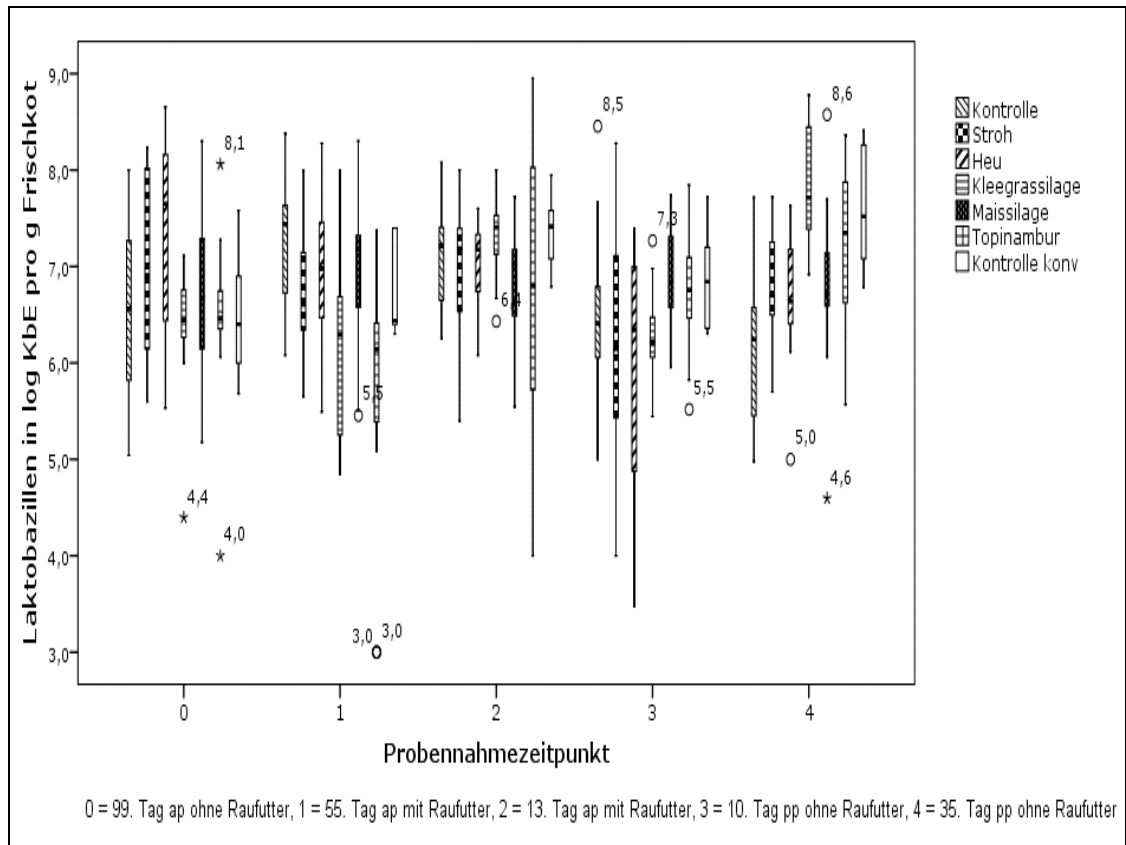


Abbildung 8: Gehalt an Laktobazillen in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen

3.1.1.5.6 Gehalt an Hefen

Über den Versuchszeitraum wurde ein durchschnittlicher Gehalt an Hefen von 10^3 bis 10^4 in den Sauenkotproben nachgewiesen. Durch die Verfütterung von Maissilage kam es dabei zu einem signifikanten Anstieg im Verlauf der Tragezeit im Vergleich zur Nullprobe ohne Raufutternvorlage ($p < 0,05$). Durch die Vorlage von Maissilage und Topinamburknollen nahm der Gehalt an Hefen im Vergleich zur Nullprobe im Verlauf der Tragezeit signifikant ab ($p < 0,05$). Die Gehalte an Hefen zu den verschiedenen Zeitpunkten der Trage- sowie Säugezeit sind in der Tabelle 45 im Anhang ausführlich dargestellt.

3.1.1.6 Bestimmung der Virulenzfaktorgene von isolierten *E.coli* aus Kotproben von jeweils 6 Sauen pro Gruppe und Durchgang

Die meisten *E. coli*-Stämme, die der weiterführenden Untersuchung zugeführt wurden, enthielten keine Virulenzfaktorgene, unabhängig ihrer Gruppenzugehörigkeit und dem Probenahmetermin. Die Virulenzfaktorgene St-Ia und LT-Ia wurden bei keiner Gruppe und an keinem Termin nachgewiesen. Der Virulenzfaktor ST-II wurde bei 8 von insgesamt 300 Sauen gefunden (2,7 %), wobei STx 2 lediglich bei einer Sau isoliert wurde (0,3 %). Auch die Fimbriengene waren bis auf einen positiven Befund für F18 bei einer Sau der Strohgruppe (0,3 %) nicht nachweisbar. Die Tabelle 22 zeigt die Verteilung innerhalb der verschiedenen Gruppen in der Trage- und Säugezeit.

Tabelle 22: Anzahl nachgewiesener Virulenzfaktorgene von *E.coli* für die verschiedenen Raufuttergruppen in Trage- und Säugezeit

	St-Ia	St-II	Stx 2	LT-1	Fimbriengene
Kontrolle	0	0	0	0	0
Stroh	0	2	0	0	1
Heu	0	1	0	0	0
Kleegrassilage	0	2	0	0	0
Maissilage	0	2	0	0	0
Topinambur	0	1	1	0	0

3.1.1.7 Analyse von Milch- und Kotproben der Sauen hinsichtlich der Ausscheidung von freien Endotoxinen

3.1.1.7.1 Gehalte an freien Endotoxinen in Milchproben

Der Gehalt an Endotoxinen betrug im Mittel über alle Gruppen 10^3 EU pro ml Kolostrum. Die einzelnen Werte können der Tabelle 23 entnommen werden. Dabei gab es keinen signifikanten Unterschied im Gehalt zwischen den verschiedenen Fütterungsgruppen.

Tabelle 23: Gehalte an Endotoxinen in log EU/ml Milch

	n	Min	Max	MW	SD
Kontrolle	23	-0,5	4,2	3,0 ^a	1,0
Stroh	24	-0,4	4,6	2,1 ^a	1,5
Heu	21	-0,5	4,7	2,0 ^a	1,3
Kleegrassilage	23	-0,6	4,6	2,5 ^a	1,7
Maissilage	20	-0,5	4,5	1,4 ^a	1,7
Topinambur	21	-0,5	4,8	1,8 ^a	1,7
Kontrolle konv	6	1,2	4,1	2,1	1,1

a,b,c kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte (Kruskal Wallance Test für unabhängige Stichproben mit step-by-step Analyse für den Vergleich von homogenen Untergruppen)

3.1.1.7.2 Gehalt an freien Endotoxinen in Kotproben

Der Gehalt an Endotoxinen in den Faeces der Sauen variierte zwischen den Gruppen von 10^5 bis 10^8 EU/g Frischkot über alle Probenzeiträume. Die niedrigste Endotoxinausscheidung wurde für die konventionelle Kontrollgruppe ermittelt (siehe Abbildung 9).

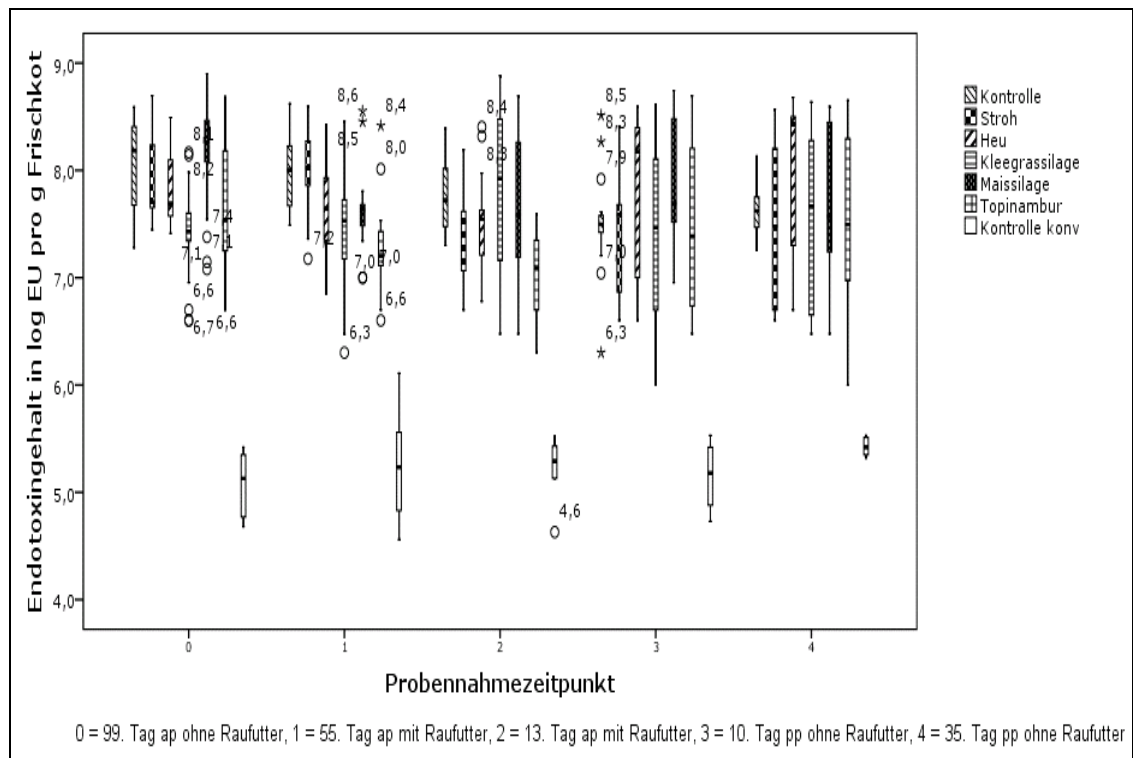


Abbildung 9: Endotoxingehalt in log EU/g im Kot von Sauen für die verschiedenen Fütterungsgruppen sowie in Abhängigkeit der Probennahme

Während sich der Gehalt an Endotoxinen zwischen Säuge- und Tragezeit für die eingestreute Kontroll- sowie die Strohgruppe signifikant ($p < 0,05$) unterschied, konnte für die restlichen Versuchsgruppen kein signifikanter Unterschied der Endotoxinausscheidung im Verlauf des Reproduktionszyklus festgestellt werden.

Der Gehalt an Endotoxinen im Kot war zu beiden Zeitpunkten der Probennahme in der Trächtigkeit signifikant niedriger beim leicht verdaulichem (Topinambur) im Vergleich zu schwer verdaulichem Material (Stroh, Heu) und mittel verdaulichem Substrat (Klee-gras- und Maissilage; Ausnahme Kleegrassilage, 55.Tag a.p.) ($p < 0,05$). Die detaillierten Werte sind der Tabelle 46 im Anhang zu entnehmen.

3.1.1.8 Bakteriologische und immunologische Untersuchung der Sauenmilch

Die bakteriologische und immunologische Untersuchung der Sauenmilch ergab hinsichtlich des Gehaltes an aerober GKZ und *E. coli* keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (siehe Tabelle 24).

Dagegen unterschieden sich die Gruppen im Gehalt an dem Entzündungsparameter C-reaktives Protein (CRP). Der höchste CRP-Gehalt im Kolostrum wurde für die beiden Kontrollgruppen und die Topinamburgruppe analysiert und unterschied sich damit signifikant zu den schwer verdaulichen Substraten Stroh und Heu ($p < 0,05$).

Tabelle 24: Gehalt an CRP, aerobe GKZ und *E. coli* im Sauenkolostrum

		CRP Gehalt	aerobe GKZ	<i>E.coli</i>
Kontrolle	n	23	23	23
	Min	0,8	2,8	0,0
	Max	9,3	5,5	4,1
	MW	3,0 ^{bc}	4,3 ^a	1,2 ^a
	SD	2,3	0,7	1,4

Stroh	n	24	23	23
	Min	0,6	2,3	0,0
	Max	3,6	6,7	4,9
	MW	1,7 ^a	3,9 ^a	1,3 ^a
	SD	0,8	1,1	1,5
Heu	n	21	21	21
	Min	0,8	2,0	0,0
	Max	4,3	5,8	3,2
	MW	1,8 ^{ab}	3,6 ^a	0,7 ^a
	SD	0,8	0,9	1,2
Kleegrassilage	n	23	23	23
	Min	1,0	2,8	0,0
	Max	7,0	5,6	3,6
	MW	2,5 ^{abc}	4,1 ^a	1,1 ^a
	SD	1,3	0,8	1,4
Maissilage	n	20	20	20
	Min	0,9	2,0	0,0
	Max	3,4	5,2	5,0
	MW	1,8 ^{abc}	3,6 ^a	0,6 ^a
	SD	0,8	1,1	1,3
Topinambur	n	21	21	21
	Min	1,0	2,0	0,0
	Max	6,3	5,3	5,0
	MW	2,8 ^c	4,0 ^a	0,9 ^a
	SD	1,5	1,0	1,6
Kontrolle konv	n	6	6	6
	Min	1,5	2,8	1,0
	Max	8,1	3,9	2,2
	MW	3,6	3,3	1,4
	SD	2,3	0,5	0,6

a,b,c, kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte (Kruskal Wallace, $p < 0,05$, Test auf homogene Untergruppen)

3.1.1.9 Bestimmung immunologischer Parameter im Blut der Ferkel

3.1.1.9.1 CRP- Gehalt

In der Tabelle 25 sind die Gehalte der beiden Ferkel/Wurf am 4. sowie 10. Tag *p.n.* dargestellt. Der CRP- Gehalt im Serum des Ferkelbluts lag am 4. Tag nach der Geburt über alle Raufuttergruppen bei durchschnittlich 2,5 $\mu\text{l/ml}$ und war in der konventionellen Kontrollgruppe im Mittel mit 1,0 $\mu\text{l/ml}$ am niedrigsten. Am 10. Tag *p.n.* betrug der CRP- Gehalt über alle Gruppen durchschnittlich 4,7 $\mu\text{l/ml}$. Am niedrigsten war der CRP- Gehalt bei den Ferkeln der beiden Kontrollgruppen, wohingegen der für die Stroh- und Kleegrassilagegruppe am höchsten war ($p < 0,05$).

Ein Vergleich der CRP-Gehalte im Kolostrum der Sauen mit denen im Ferkelblut zeigte, dass zwischen den Werten kein Zusammenhang herstellbar war ($r=0,1$).

Tabelle 25: CRP- Gehalt in $\mu\text{l/ml}$ im Serum von 4 und 10 Tage alten Saugferkeln

		Ferkel 1	Ferkel 2	Ø Ferkel	Ferkel 1	Ferkel 2	Ø Ferkel
		4. Tag pn	4. Tag pn	4. Tag pn	10. Tag pn	10. Tag pn	10. Tag pn
Kontrolle	n	18	19	19	22	22	22
	Min	1,0	0,9	0,9	1,6	1,0	1,3
	Max	20,0	3,2	11,4	24,7	10,0	17,4
	Med	2,3	1,8	2,2^a	3,4	3,0	3,2^a
	SD	4,3	0,7	2,2	5,1	2,4	2,2

Stroh	n	24	24	24	24	24	24
	Min	0,7	0,8	0,8	1,4	0,7	1,3
	Max	68,8	75,4	72,1	28,9	33,4	25,8
	Med	2,2	2,5	2,8^a	6,0	7,6	7,2^{bc}
	SD	13,7	14,9	14,2	6,7	7,8	6,6
Heu	n	22	22	22	22	21	22
	Min	0,7	0,7	0,7	0,9	0,8	0,7
	Max	12,2	48,5	25,8	35,8	26,7	25,8
	Med	1,6	1,9	2,0^a	4,5	4,2	5,4^{abc}
	SD	2,8	9,9	5,3	8,6	6,4	3,7
Kleegrassilage	n	24	24	24	24	24	24
	Min	1,0	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6
	Max	23,1	15,0	16,8	48,4	43,8	43,8
	Med	2,3	2,6	2,6^a	8,2	10,1	9,5^c
	SD	4,7	3,6	3,4	10,9	10,4	11,1
Maissilage	n	24	23	24	18	19	24
	Min	0,8	0,2	0,9	1,3	0,3	0,9
	Max	27,6	81,7	54,6	64,3	22,8	54,6
	Med	2,1	2,3	2,7^a	4,2	4,2	3,8^{abc}
	SD	8,1	20,7	13,6	14,5	5,3	8,4
Topinambur	n	24	24	24	23	24	24
	Min	1,1	1,1	1,7	1,5	0,9	1,7
	Max	13,0	58,8	35,9	22,2	22,2	12,8
	Med	3,0	2,5	2,6^a	3,4	4,1	4,0^{ab}
	SD	2,7	11,7	6,9	4,2	4,3	4,6
Kontrolle konv	n	6	6	6	6	6	6
	Min	0,5	0,4	0,5	1,1	0,9	1,0
	Max	2,2	1,4	1,8	12,3	8,5	10,4
	Med	1,0	0,8	1,0	1,9	1,8	2,1
	SD	0,6	0,4	0,5	4,3	3,3	3,6

a,b,c, kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte (Kruskal Wallace, $p < 0,05$, Test auf homogene Untergruppen)

3.1.1.9.2 Antikörper (IgA-anti-LPS, IgM-anti-LPS, IgG-anti-LPS)

Die Untersuchung des Ferkelblutes auf Antikörper gegen die Lipopolysaccharide von *E. coli* J 5 ergab am 1. Termin der Probennahme (4.Tag *p.n.*) keinen signifikanten Unterschied im Gehalt von IgA-anti-LPS sowie IgM-anti-LPS zwischen den Raufutter- und Kontrollgruppen. Allerdings unterschied sich der Gehalt an IgG-anti-LPS am ersten Termin der Probennahme signifikant zwischen den Gruppen ($p < 0,05$). Dabei war der Gehalt mit 121,7 RE/ml am höchsten für die Topinamburgruppe, welcher sich bis auf die Maissilagegruppe zu allen anderen Gruppen signifikant verhielt ($p < 0,05$). Der geringste Gehalt an IgG-anti-LPS wurde mit 42,0 RE/ml für die Heugruppe ermittelt (siehe Tabelle 26).

Tabelle 26: Gehalt an IgA-, IgM- und IgG-anti-LPS *E. coli* J5 in RE/ml im Serum von 4 Tage alten Saugferkeln

		Ferkel 1, 4. Tag pn			Ferkel 2, 4. Tag pn			ø Ferkel, 4. Tag pn		
		IgA-anti-LPS*	IgM-anti-LPS*	IgG-anti-LPS*	IgA-anti-LPS*	IgM-anti-LPS*	IgG-anti-LPS*	IgA-anti-LPS*	IgM-anti-LPS*	IgG-anti-LPS*
Kontrolle	n	18	18	18	19	19	19	19	19	19
	Min	0,0	3,2	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	25,6
	Max	1840,0	88,5	182,5	857,1	73,6	334,6	1348,5	79,6	258,6
	Med	156,9	26,4	86,4	143,6	20,9	72,8	137,1^a	26,2^a	74,2^b
	SD	411,0	22,2	45,3	199,0	22,9	71,8	293,2	20,2	87,1
Stroh	n	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	Min	0,0	1,2	6,8	0,0	3,7	17,0	0,0	5,4	16,3
	Max	1058,3	96,9	338,5	1220,1	110,5	491,7	1139,2	103,7	415,1
	Med	121,3	25,2	58,8	129,4	25,5	53,8	134,2^a	27,8^a	65,0^{ab}
	SD	236,9	27,1	72,0	268,8	27,3	96,5	208,0	31,6	82,1
Heu	n	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	Min	36,3	0,2	7,5	14,0	0,0	5,4	52,3	4,4	14,9
	Max	711,4	50,5	107,3	1220,1	46,4	124,1	965,7	48,3	97,2
	Med	146,4	15,1	50,5	124,9	13,3	48,8	125,6^a	14,9^a	42,0^a
	SD	196,1	12,6	26,3	278,9	15,2	29,1	219,1	13,2	24,2
Kleegrassilage	n	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	Min	41,0	3,1	11,6	47,3	5,2	30,4	44,2	5,2	23,3
	Max	392,7	101,7	274,7	394,8	173,5	248,3	389,6	128,9	261,5
	Med	166,4	22,2	58,6	169,1	19,7	65,1	160,8^a	21,9^a	65,6^{ab}
	SD	95,9	27,0	60,1	102,7	38,0	53,8	96,1	31,4	55,8
Maisilage	n	24	24	24	23	23	23	24	24	24
	Min	2,2	0,0	3,6	0,2	0,0	2,0	14,5	1,7	16,6
	Max	1821,0	160,8	258,9	1158,7	133,6	214,1	1489,8	146,6	220,5
	Med	160,1	25,3	74,5	135,4	24,4	87,2	154,7^a	20,3^a	89,3^{bc}
	SD	390,9	41,5	55,0	316,3	44,5	60,7	341,7	41,8	50,7
Topinambur	n	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	Min	0,0	0,0	23,0	7,8	0,5	21,4	25,9	0,45	40,0
	Max	2387,2	336,1	456,3	1316,3	261,6	361,8	1851,7	298,8	381,3
	Med	185,5	39,4	116,5	174,8	47,8	120,6	155,2^a	49,8^a	121,5^c
	SD	471,4	82,9	115,3	349,1	62,7	91,7	388,4	71,6	97,9
Kontrolle konv	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Min	98,4	4,6	17,9	7,3	0,4	0,9	60,8	2,5	9,4
	Max	252,5	32,8	134,5	504,2	43,6	128,9	378,3	33,7	131,7
	Med	135,5	24,5	47,9	159,4	29,1	62,4	147,4	29,0	55,2
	SD	64,4	10,0	41,8	183,0	15,7	47,1	122,7	12,2	43,3

a,b,c, kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte (Kruskal Wallace, $p < 0,05$, Test auf homogene Untergruppen)

* - gegen *E.coli* 5

Bei den 10 Tage alten Ferkeln wurde ein signifikanter Unterschied im IgA-anti-LPS sowie IgG-anti-LPS Gehalt festgestellt. Der höchste Gehalt an IgA-anti-LPS wurde für die Topinamburgruppe analysiert. Auch der IgG-anti-LPS Gehalt war mit 44,0 RE/ml am höchsten in der Topinamburgruppe, welcher sich bis auf die Maissilage- sowie eingestreute Kontrollgruppe zu allen anderen Versuchsgruppen signifikant unterschied ($p < 0,05$). Kein signifikanter Unterschied wurde für den Gehalt an IgM-anti-LPS beobachtet (siehe Tabelle 48 im Anhang). Dabei konnte für alle Gruppen die signifikante Abnahme der Immunglobuline zum zweiten Termin der Blutprobenentnahme beobachtet werden ($p < 0,05$).

3.1.1.10 Konstitutionsbeurteilung der Sauen in Trage- und Säugezeit

Die Ergebnisse der Konstitutionsbeurteilung in Trage- und Säugezeit sind der Tabelle 47 im Anhang zu entnehmen. Während der Trächtigkeit konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und den Raufuttergruppen in den Parametern Körpergewicht, Body Condition Scoring oder Rückenspeckdicke festgestellt werden. Der Substanzverlust an Körpermasse in der Säugezeit lag bei allen Versuchstieren unter 5 %. Die Veränderung der Rückenspeckdicke in der Säugezeit unterschied sich nicht signifikant innerhalb der Gruppen. Allerdings konnte ein signifikanter Unterschied im BCS in der Säugezeit zwischen der Topinamburgruppe und der Kontrollgruppe festgestellt werden ($p < 0,05$).

3.1.1.11 Leistungsdaten von Sauen und Ferkeln

Die Anzahl gesamt geborener Ferkel lag bei der Kontrollgruppe bei $14,7 \pm 2,7$ sowie im Mittel über alle Raufuttergruppen bei $14,2 \pm 2,9$. Die 6 Sauen der konventionellen Kontrollgruppe brachten dagegen lediglich $12,0$ Ferkel $\pm 2,0$ lebend zur Welt. Der Anteil tot geborener Ferkel betrug für die Kontrollsaunen $0,4$ Ferkel $\pm 0,7$ und für die Raufuttergruppen im Mittel $1,1$ Ferkel $\pm 1,9$ ($p < 0,05$). Innerhalb der Raufuttergruppen war der Anteil tot geborener Ferkel mit $2,5$ Ferkel $\pm 3,1$ am größten bei der Heugruppe, welche sich neben der Kontrollgruppe zu allen anderen Raufuttergruppen bis auf die Strohhgruppe signifikant unterschied ($p < 0,05$).

Das individuelle Geburtsgewicht der Ferkel betrug für alle Versuchsgruppen $1,4$ kg $\pm 0,2$ (Tabelle 45). Die Anzahl abgesetzter Ferkel lag bei der Kontrollgruppe bei $11,5$ Ferkel $\pm 1,3$. Dagegen betrug die Anzahl abgesetzte Ferkel pro Sau bei den Raufuttergruppen $10,8$ Ferkel $\pm 1,7$ und war mit $0,7$ Ferkel signifikant geringer als für die Kontrollgruppe ($p < 0,05$). Die konventionelle Kontrollgruppe ohne Einstreu setzte lediglich $9,5$ Ferkel $\pm 1,2$ ab. Das Wurfgewicht zum Absetzen war tendenziell höher für die Raufuttergruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe. Das individuelle Ferkelgewicht betrug zum Versuchsende am 35. Tag *p.p.* bei der Kontrollgruppe $7,0$ kg $\pm 1,5$ und über alle Raufuttergruppen $8,3$ kg $\pm 1,6$. Das Einzeltiergewicht abgesetzter Ferkel war dabei im Mittel über alle Raufuttergruppen signifikant höher ($p < 0,05$).

Tabelle 27: Leistungsdaten der verschiedenen Raufuttergruppen im Vergleich zur Kontrolle sowie konventionellen Kontrolle

	Kontrolle (n = 24)		Stroh (n=24)		Heu (n= 22)		Kleegrassilage (n=24)		Maissilage (n=24)		Topinambur (n=24)		Kontrolle konv (n=6)	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
leb geb Ferkel, n	14,3 ^a	2,7	14,3 ^a	3,6	14,0 ^a	1,8	13,8 ^a	3,5	15,0 ^a	2,4	13,8 ^a	2,6	12,0	2,0
tot geb Ferkel, n	0,4 ^a	0,7	1,2 ^{ab}	1,6	2,5 ^b	3,1	0,4 ^a	0,6	0,7 ^a	0,9	1,0 ^a	1,7	1,0	1,3
Anzahl Ferkel ges, n	14,7 ^a	3,0	15,4 ^a	4,0	16,6 ^a	2,8	14,2 ^a	3,5	15,6 ^a	2,5	14,8 ^a	3,0	12,0	2,0
leb geb Ferkel, kg	19,6 ^{ab}	4,0	18,3 ^{ab}	4,9	18,1 ^{ab}	2,7	17,7 ^a	3,4	21,5 ^b	3,8	18,9 ^{ab}	4,4	11,0	1,5
tot geb Ferkel, kg	1,2 ^a	0,7	2,1 ^a	1,6	3,5 ^a	3,6	1,0 ^a	0,5	1,8 ^a	1,0	2,5 ^a	1,5	0,8	1,0
Geburtswurfgewicht, kg	19,8 ^{ab}	4,2	19,3 ^{ab}	4,9	20,9 ^{ab}	3,4	18,0 ^a	3,2	22,3 ^b	3,7	19,8 ^{ab}	4,2	14,6	1,3
indiv. Geburtsgewicht, kg	1,4 ^a	0,2	1,3 ^a	0,2	1,3 ^a	0,2	1,3 ^a	0,3	1,4 ^a	0,2	1,4 ^a	0,2	1,3	0,2
abges Ferkel, n	11,5 ^c	1,3	11,5 ^c	1,4	10,0 ^a	1,6	10,3 ^a	1,9	11,1 ^{ab}	1,3	10,9 ^{ab}	1,7	9,5	1,2
Absetzwurfgewicht, kg	81,0 ^a	20,5	91,5 ^a	17,9	85,9 ^a	20,8	93,4 ^a	27,8	85,9 ^a	14,1	95,1 ^a	28,0	68,2	21,4
indiv. Absetzgewicht, kg	7,0 ^a	1,5	8,0 ^{ab}	1,6	8,5 ^b	1,4	8,7 ^b	1,4	7,7 ^{ab}	1,1	8,7 ^b	2,0	7,6	1,9

Die Ferkelverluste variierten zwischen den Gruppen von 6,8 und 21,4 %, wobei die meiste Anzahl an Ferkel an Erdrückungen verendetet (\bar{x} 6,6 %). Durchschnittlich 2,7 % der Ferkel waren zu lebensschwach, 2,6 % starben an unbekanntem Ursachen sowie 1,6 % an sonstigen Verlustursachen. 0,9 % der Ferkel verendeteten an Durchfallerkrankungen. 0,6 % der Ferkel starben an Unterkühlung und 0,5 % der Ferkel verendeteten aufgrund von Trittverletzungen durch die Sau. Die Verlustursachen für die jeweiligen Fütterungsgruppen sind der Tabelle 28 aufgeführt. Dabei gab es im statistischen Vergleich der Gruppen keinen signifikanten Unterschied in den Ferkelverlusten ($p > 0,05$).

Tabelle 28: Ferkelverluste in Abhängigkeit der Fütterung der Sau in der Tragezeit in Prozent

Verlustgrund	Kontrolle (n = 24)		Stroh (n = 24)		Heu (n = 22)		Kleegrassilage (n = 24)		Maissilage (n = 24)		Topinambur (n = 24)		Kontrolle konv (n = 6)	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
erdrückt	6,4	8,0	5,6	8,3	8,6	10,2	6,8	5,9	7,2	7,9	6,3	6,2	2,8	4,4
getreten	0,3	1,4	0,6	2,2	0,0	0,0	1,7	3,5	0,3	1,5	0,3	1,7	0,0	0,0
lebensschwach	1,4	3,4	0,9	2,4	2,4	4,1	2,9	4,8	5,7	9,6	3,5	7,5	1,3	3,1
unterkühlt	0,3	1,6	0,0	0,0	0,7	2,2	0,2	1,2	0,8	2,2	1,7	5,4	0,0	0,0
Durchfall	1,2	3,4	0,6	2,7	2,2	6,1	1,4	5,3	0,6	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0
unbekannt	2,2	4,7	2,1	4,7	2,9	5,0	6,5	12,4	0,9	2,5	1,2	3,3	2,8	4,4
sonstiges	0,6	2,1	3,8	5,6	1,6	4,7	1,9	3,7	0,6	1,9	1,3	3,1	0,0	0,0
Verluste gesamt	12,6	13,1	13,6	10,7	18,9	11,5	21,4	14,7	16,2	13,6	14,3	13,9	6,8	5,6

3.1.1.12 Behandlungsinzidenzen von Sauen und deren Ferkeln nach der Geburt

3.1.1.12.1 Puerperalerkrankungen

Die Abbildung 10 zeigt die relative Häufigkeit, mit der die erfassten Versuchssauen am Puerperalsyndrom erkrankt sind.

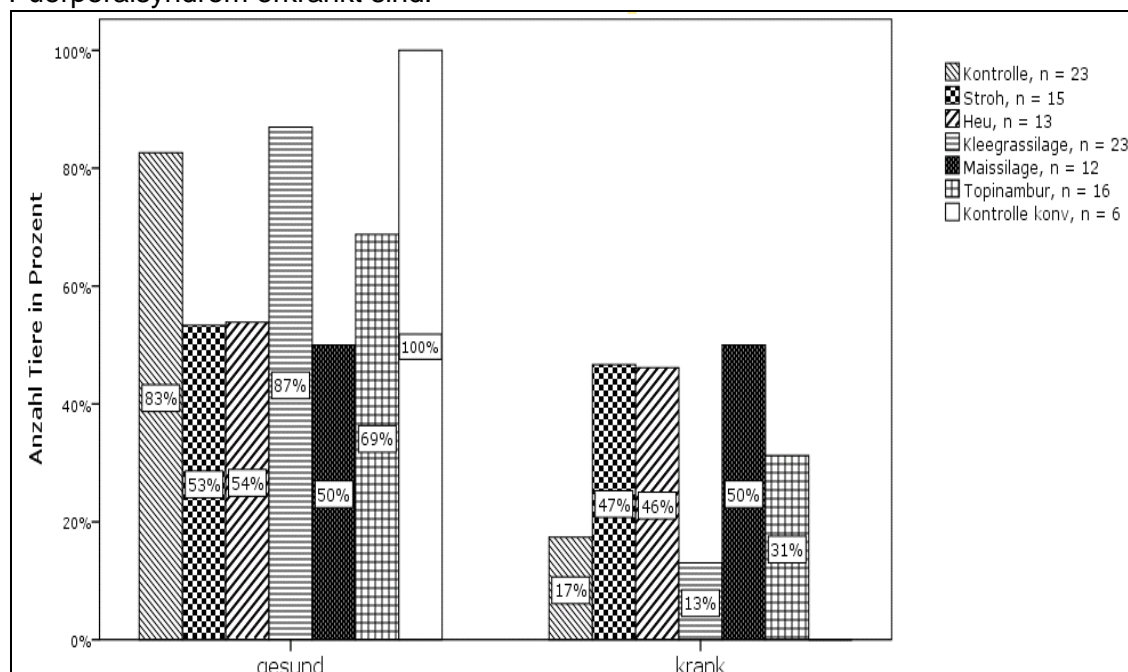


Abbildung 10: Anzahl der Sauen mit einer Körpertemperatur $\geq 39,4^{\circ}\text{C}$ als Kriterium für die Feststellung einer Puerperalerkrankung

Die statistische Datenauswertung ergab keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf das Auftreten von Puerperalerkrankungen in Abhängigkeit der Raufuttermittelsvorlage in der Tragezeit.

3.1.1.12.2 Behandlungshäufigkeiten von Sauen in der Säugezeit

Von den untersuchten Sauen wurden durchschnittlich 13,2 % der Tiere in der ersten Woche der Säugezeit aufgrund verschiedener Erkrankungen behandelt. Am häufigsten wurde das Puerperalsyndrom und Fieber unbekannter Genese behandelt. Dabei kamen allopathische als auch homöopathische Mittel zum Einsatz, die in den meisten Fällen entweder nur einmalig oder zweimal verabreicht wurden. Dabei konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Fütterungsgruppen festgestellt werden. Eine detaillierte Übersicht bietet die Tabelle 49 im Anhang.

3.1.1.12.3 Behandlungshäufigkeiten von Ferkeln in der Säugezeit

Die Bestandsbuchauswertung ergab, dass in der ersten Woche der Säugezeit durchschnittlich zwei Behandlungen pro Wurf durchgeführt wurden, wobei vordergründig allopathisch gegen Durchfall behandelt wurde. Innerhalb der verschiedenen Fütterungsgruppen konnten dabei keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Anzahl der Ferkelbehandlungen pro Wurf sowie Art der Behandlung bzw. Behandlungsgrund festgestellt werden. Für die konventionelle Kontrollgruppe waren keine Behandlungen dokumentiert.

3.1.1.13 Erfassung des Arbeitszeitbedarfs für die Raufuttervorlage

Der ermittelte Zeitbedarf für die Vorlage der verwendeten Raufuttermittel ist in der Tabelle 29 dargestellt. Die Erfassungen auf dem Versuchsbetrieb ergaben, dass der Arbeitsaufwand für die Vorlage von Stroh und Heu mit jeweils 0,31 AKh/Sau/Jahr zu veranschlagen ist. Der Arbeitsaufwand für die Vorlage von Kleegrassilage betrug 0,4 AKh/Sau/Jahr. Die meiste Arbeitszeit erforderte die Vorlage von Topinamburknollen.

Tabelle 29: Arbeitszeit, Vorlagefrequenz, Masse der Vorlageeinheit und Gruppengröße bei der Vorlage der verschiedenen Raufuttermittel

	S	H	Kg	M	T
AKh pro Sau und Jahr	0,31	0,31	0,40	1,31	2,03
AKh/Vorgang	0,53	0,54	0,48	0,58	0,79
Ballen/Woche	0,35	0,37	0,57	1,4	1,76
kg pro Einheit	208	303	681	889	453
Sauen/Bucht	19	21	22	20	22

3.1.2 Umsetzungsphase

3.1.2.1 Bestimmung der Futteraufnahme

Die Aufnahme von Kleegrassilage durch die tragenden Sauen variierte stark innerhalb sowie zwischen den vier Praxisbetrieben (Tabelle 30). Allerdings wurde die Einmischung des Marker ins Kraftfutter durch die Landwirte in der Umsetzungsphase nicht immer im richtigen Mischverhältnis durchgeführt, was in der Anwendung der Schätzformel zur Futteraufnahme mitunter zu extremen Maximalwerten führte.

Tabelle 30: Futteraufnahme in kg Frischmasse von Kleegrassilage auf den verschiedenen Praxisbetrieben

	niedertragend, 71. Tag a.p.					hochtragend, 12. Tag a.p.				
	n	Min	Max	MW	SD	n	Min	Max	MW	SD
Betrieb A	23	4,1	12,6	7,8	2,5	22	5,1	20,0	10,1	3,8
Betrieb B	14	1,0	10,0	3,5	2,3	14	2,6	7,3	4,2	1,6
Betrieb C	10	1,5	4,3	3,0	1,0	10	2,5	13,1	6,1	3,9
Betrieb D	6	6,2	20,7	14,0	5,3	4	2,8	6,7	4,2	1,7

3.1.2.2 Bestimmung des C/N Verhältnisses im Kot der Sauen

Die Ergebnisse der Bestimmung des Gesamtstickstoffs, -kohlenstoff sowie des C/N Verhältnisses sind in der Abbildung 16 im Anhang dargestellt. Der Stickstoffgehalt im Kot der Sauen lag am ersten Termin der Probennahme im Durchschnitt über alle vier Betriebe bei der Kontrollgruppe bei 2,5 % und bei der Kleegrassilagegruppe bei 2,4 %. C gesamt (C ges) betrug für die Kontrollgruppe 44,4 % und für die Kleegrassilagegruppe 44,6 %. Das C/N- Verhältnis lag über alle vier Betriebe bei der Kontrollgruppe bei 1:17,8 und für die Kleegrassilagegruppe bei 18,4.

Am zweiten Termin der Probennahme sank der durchschnittliche Kot-N-Gehalt auf allen vier Betrieben in der Kontrolle um 0,4 %, blieb aber in den Klee grasgruppen nahezu konstant. Der Gehalt an C ges stieg in allen Gruppen geringfügig an, ebenso wie das C/N- Verhältnis (vgl. Tabelle 50 im Anhang).

Zum Ende der Trächtigkeit wurde über alle Kontrollgruppen ein Gehalt an N ges von 2,1 % analysiert. Der N ges- Gehalt in der Trockenmasse lag über alle Kleegrassilagegruppen bei 2,3 %. Der Kohlenstoff-Gehalt im Sauenkot stieg zu diesem Termin in den Klee grasgruppen auf 47,0 %.an. Das C/N- Verhältnis betrug über alle Kontrolltiere 1:22 und bei den Klee grassilagesauen 1:20. Obwohl sich der Gehalt für die einzelnen Betriebe zwischen Kontroll- und Klee grassilagegruppe an verschiedenen Zeitpunkten signifikant unterschied ($p < 0,05$), konnten keine gerichteten Effekte der Fütterung auf die bestimmten Parameter bestimmt werden.

3.1.2.3 Mikrobiologische Untersuchung von Kotproben der Sauen

3.1.2.3.1 Gehalt an aerobe Gesamtkeimzahl

Die Ergebnisse der Analyse der Kotproben von Sauen auf den Gehalt an aerober Gesamtkeimzahl sind in der Abbildung 11 dargestellt. Die Gehalte an aerober GKZ lagen über alle Betriebe und alle Termine im Durchschnitt für die Kontroll- sowie die Klee grasgruppe bei 10^6 KbE pro g Frischkot. In der Trage- als auch in der Säugezeit unterschied sich der Gehalt an aerober GKZ signifikant für Betrieb A und B zwischen Kontrollgruppe und Klee grassilagefütterung ($p < 0,05$).

In der Tragezeit nahm der Gehalt an aerober GKZ in der Klee grasgruppe auf Betrieb A im Vergleich zur Nullprobe ohne Raufuttermvorlage signifikant ab, allerdings mit gleichem Effekt bei der Kontrollgruppe auf Betrieb A. Für alle anderen Betriebe konnte keine signifikante Veränderung im Gehalt an Aerobieren mit der Raufuttermvorlage nach der Nullprobe ermittelt werden. Der Gehalt an Aerobieren in der Säugezeit unterschied sich bei Betrieb A bis C signifikant vom Gehalt im Kot der trächtigen Sauen in der Klee grassilagegruppe. Allerdings konnte auf Betrieb A dieser Effekt auch in der Kontrollgruppe beobachtet werden. Die genauen Analysewerte können der Tabelle 51 im Anhang entnommen werden.

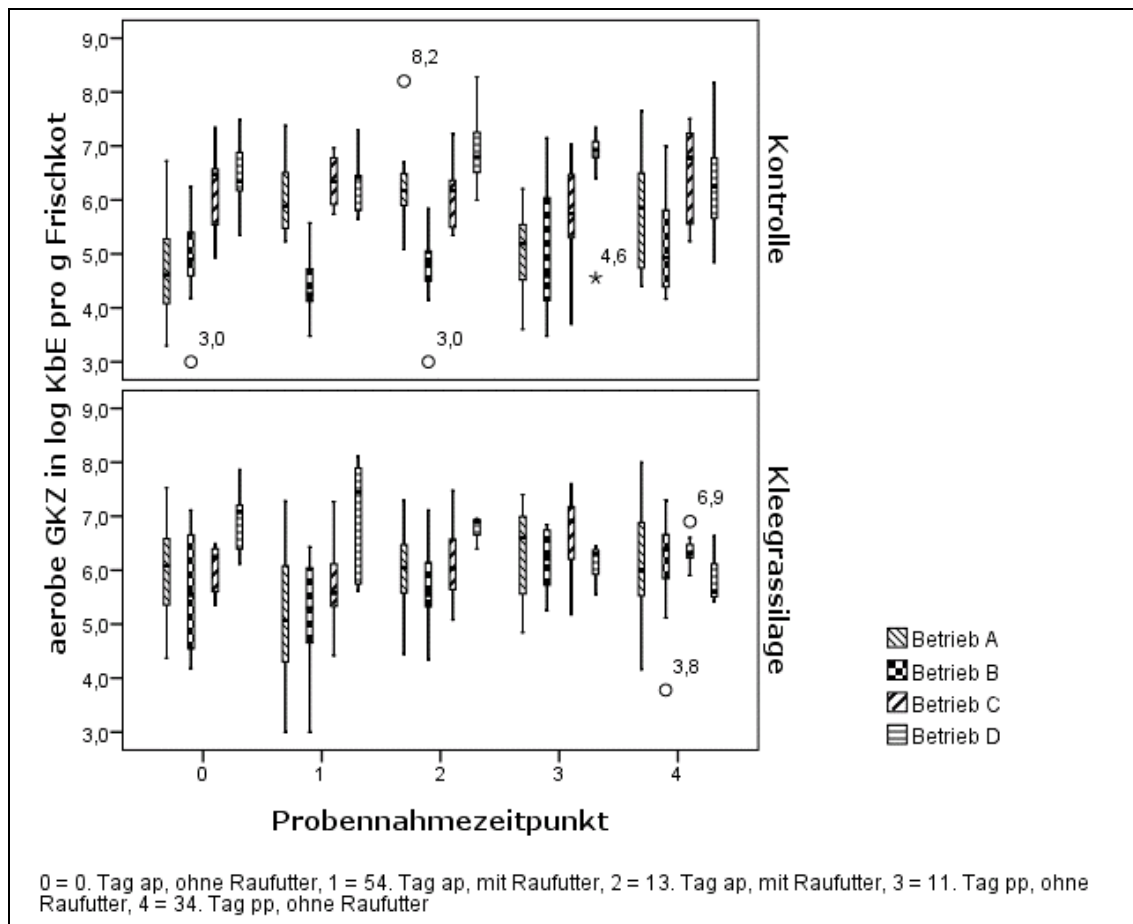


Abbildung 11: Aerobe GKZ in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Kleegrassilagevorlage in den Faeces von Sauen auf Betrieb A bis D

3.1.2.3.2 Gehalt an anaerober GKZ

Der Gehalt an anaerober GKZ lag über alle Betriebe und alle Termine im Durchschnitt für die Kontroll- und die Kleegrassilagegruppe bei 10^7 KbE pro g Frischkot (siehe. Die Ergebnisse der Bestimmung der anaeroben GKZ im Kot von Sauen ist in der Tabelle 52 dargestellt. Der Gehalt an anaerober GKZ unterschied sich zwischen der Kleegrassilagegruppe und Kontrolle signifikant zur Nullprobe und am ersten Termin der Tragezeit bei Betrieb A ($p < 0,05$). Bei Betrieb B unterschied sich der Gehalt zwischen Kontrolle und Kleegrassilage in der Tragezeit signifikant ($p < 0,05$), wohingegen sich der Gehalt an anaerober GKZ auf Betrieb D zwischen Kontrolle- und Kleegrassilagegruppe zu keinem Zeitpunkt der Probennahme signifikant unterschied.

In der Longitudinalbetrachtung konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der Nullprobe (kein Raufutter) und der Tragezeit mit Raufutterfütterung im Gehalt der anaeroben GKZ für die vier Betriebe festgestellt werden. Allerdings unterschied sich der Gehalt an anaerober GKZ im Sauenkot zwischen Trage- und Säugezeit für alle vier Betriebe signifikant ($p < 0,05$).

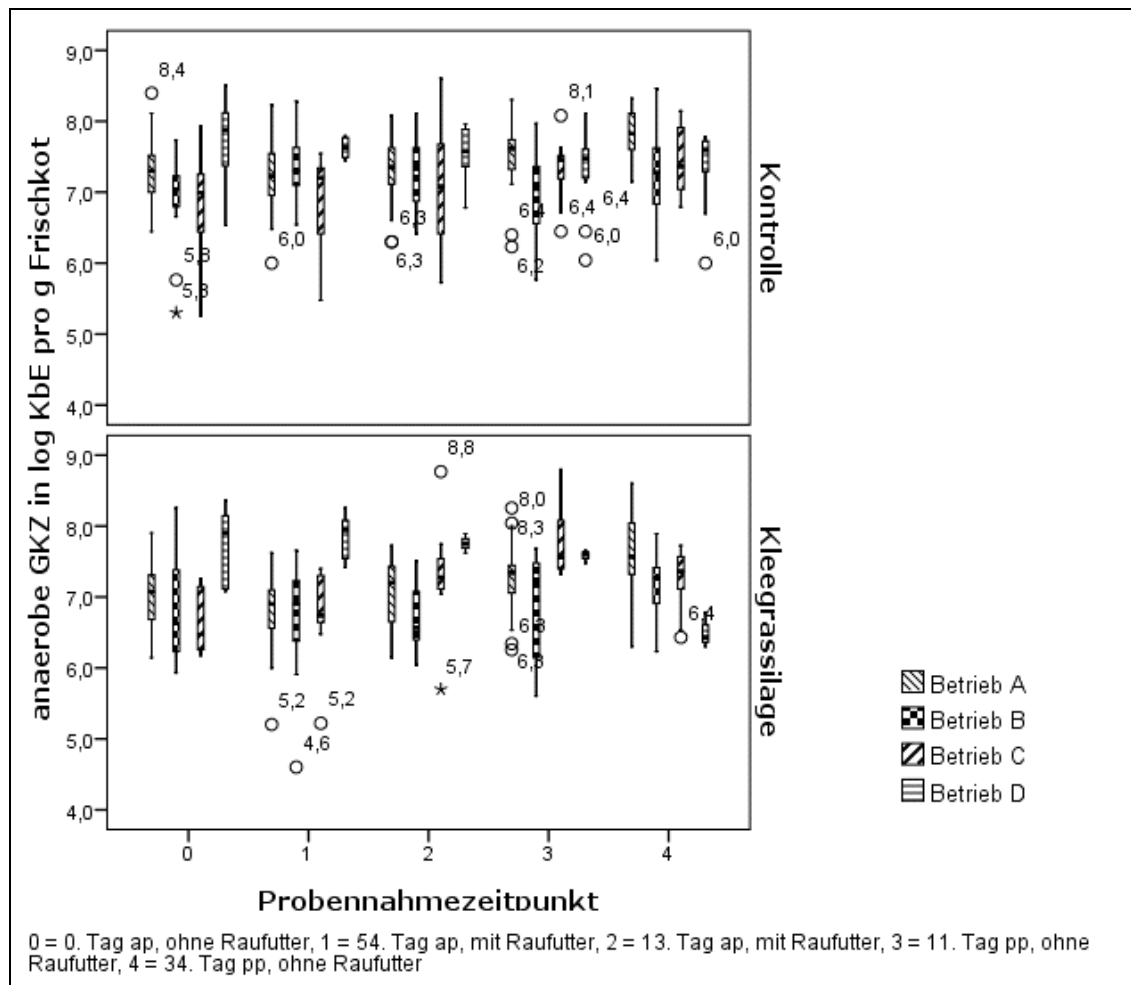


Abbildung 12: Anaerobe GKZ in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Kleegrassilagevorlage in den Faeces von Sauen auf Betrieb A bis D

3.1.2.3.3 Gehalt an *Escherichia coli*

Der durchschnittliche Gehalt an *E. coli* betrug sowohl für die Kontroll- als auch für die Kleegrassgruppe 10^4 KbE pro g Frischkot (siehe Abbildung 12). Dabei unterschied sich deren Gehalt zwischen Kontroll- und Kleegrassgruppe nur auf Betrieb A am Termin der Nullprobe (keine Raufutterfütterung) sowie am Ende der Tragezeit und in der Säugezeit ($p < 0,05$) (Tabelle 53 im Anhang).

Im Probenahmeverlauf wurde lediglich im Betrieb A ein signifikanter Unterschied zwischen den Probezeitpunkten der Tragezeit sowie zwischen Trage- und Säugezeit festgestellt, allerdings in beiden Versuchsgruppen.

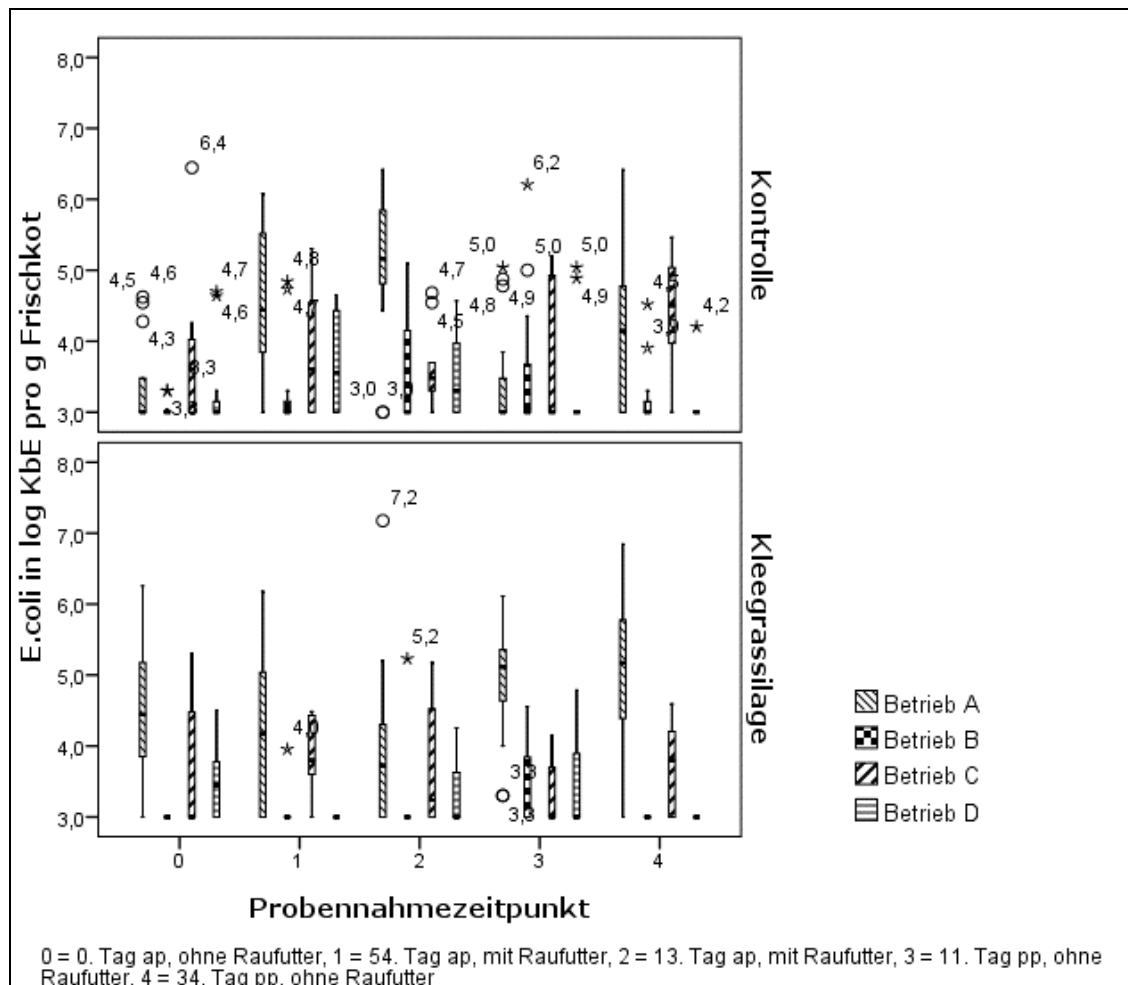


Abbildung 13: E.coli in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Kleegrassilagevorlage in den Faeces von Sauen auf Betrieb A bis D

3.1.2.3.4 Gehalt an Laktobazillen

Der Gehalt an Laktobazillen betrug sowohl für die Kontroll- als auch für die Kleegrassilagegruppe durchschnittlich 10^7 KbE (siehe Abbildung 14). Lediglich im Betrieb A bestand in der Mitte der Tragezeit ein signifikanter Unterschied im Gehalt an Laktobazillen zwischen der Kontroll- und Kleegrassilagegruppe.

Im Verlauf der Probennahmen unterschieden sich alle Betriebe im Gehalt an Laktobazillen signifikant zwischen Tragezeit (mit Raufutterfütterung) und Säugezeit ($p < 0,05$), wobei dieser Effekt auch für die Kontrollgruppen von Betrieb A und C nachgewiesen wurde. Zwischen Nullprobe (keine Raufutterfütterung) und Tragezeit mit Vorlage von Kleegrassilage bestand nur auf Betrieb A ein signifikanter Unterschied, wobei dieser Effekt auch für die Kontrollsauen des Betriebes analysiert wurde. Die analysierten Gehalte an Laktobazillen können der Tabelle 54 im Anhang entnommen werden.

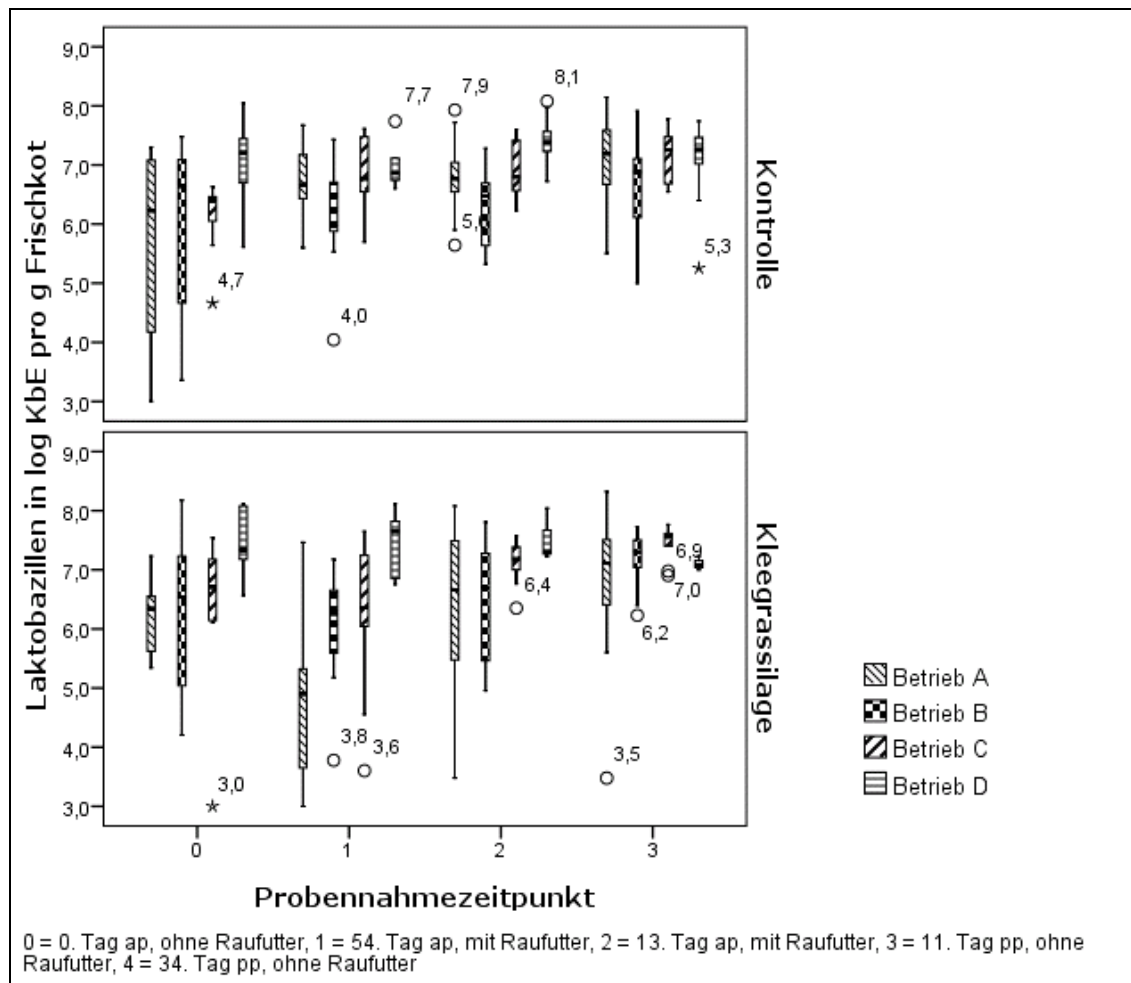


Abbildung 14: Laktobazillen in log KbE pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Kleegrassilagevorlage in den Faeces von Sauen auf Betrieb A bis D

3.1.2.4 Erfassung der Leistungsdaten von Sauen und Ferkeln

Die Anzahl gesamt geborener Ferkel betrug über alle vier Betriebe für die Tiere der Kontrollgruppe $15,6 \pm 5,7$ Ferkel und für die Sauen mit Kleegrassilagefütterung $15,8 \pm 5,4$ Ferkel. Die Anzahl abgesetzter Ferkel lag über alle Betriebe für die Kontrollgruppe bei $9,4 \pm 2,3$ Ferkel und für die Kleegrassilagegruppe bei $10,5 \pm 1,7$ Ferkel. Auf allen Betrieben bestand zwischen beiden Fütterungsvarianten in keinem der genannten Parameter ein signifikanter Unterschied (Tabelle 31). Lediglich auf Betrieb C war das individuelle Ferkelgeburtsgewicht in der Kontrollgruppe signifikant höher als in der Kleegrassilagegruppe.

Tabelle 31: Leistungsdaten der Ferkel für die verschiedenen Fütterungsgruppen auf den vier Praxisbetrieben

	Kontrolle					Kleegrassilage					Sign
	n	Min	Max	MW	SD	n	Min	Max	MW	SD	
Betrieb A											
leb geb Ferkel, n	22	6,0	24,0	17,1	3,9	22	9,0	22,0	15,8	3,2	n.s.
tot geb Ferkel, n	22	0,0	4,0	1,3	1,2	22	0,0	9,0	2,0	2,4	n.s.
ges geb Ferkel, n	22	6,0	26,0	18,4	4,3	22	11,0	23,0	17,8	3,3	n.s.
Geburtswurfgewicht, kg	22	11,8	29,5	22,4	3,9	22	15,0	28,6	20,5	3,7	n.s.
indiv. Geburtsgewicht, kg	22	0,8	2,0	1,3	0,3	22	0,8	1,7	1,2	0,2	n.s.
abges Ferkel, n	22	7,0	12,0	10,2	1,5	22	8,0	14,0	10,5	1,6	n.s.
Betrieb B											
leb geb Ferkel, n	9	4,0	17,0	12,8	3,9	14	6,0	20,0	13,1	3,4	n.s.
tot geb Ferkel, n	11	0,0	16,0	3,6	5,9	14	0,0	7,0	2,1	2,3	n.s.
ges geb Ferkel, n	11	0,0	23,0	11,8	6,7	14	6,0	20,0	15,1	4,0	n.s.
Geburtswurfgewicht, kg	9	9,6	25,8	20,9	5,0	4	16,5	27,0	23,4	4,8	n.s.
indiv. Geburtsgewicht, kg	9	1,1	2,4	1,6	0,4	4	1,1	1,8	1,5	0,3	n.s.
abges Ferkel, n	9	4,0	12,0	9,7	2,7	14	9,0	13,0	10,7	1,1	n.s.
Betrieb C											
leb geb Ferkel, n	11	4,0	15,0	11,5	3,9	10	6,0	18,0	12,3	4,1	n.s.
tot geb Ferkel, n	11	0,0	6,0	1,4	1,7	10	0,0	3,0	1,7	0,9	n.s.
ges geb Ferkel, n	11	4,0	21,0	12,8	5,0	10	6,0	21,0	14,0	4,7	n.s.
Geburtswurfgewicht, kg	11	5,8	26,2	17,2	6,8	10	7,3	22,7	15,1	4,9	n.s.
indiv. Geburtsgewicht, kg	11	0,9	1,6	1,4	0,2	10	0,9	1,3	1,1	0,2	*
abges Ferkel, n	11	6,0	12,0	9,8	2,1	9	9,0	13,0	11,3	1,3	n.s.
Betrieb D											
leb geb Ferkel, n	12	8,0	18,0	13,0	3,1	3	6,0	19,0	10,3	7,5	n.s.
tot geb Ferkel, n	12	0,0	11,0	3,3	4,2	3	0,0	1,0	0,3	0,6	n.s.
ges geb Ferkel, n	12	8,0	25,0	16,3	4,9	3	6,0	20,0	10,7	8,1	n.s.
Geburtswurfgewicht, kg	12	13,4	29,6	22,1	4,4	3	9,2	23,6	14,9	7,6	n.s.
indiv. Geburtsgewicht, kg	12	1,2	1,8	1,4	0,2	3	1,2	2,0	1,6	0,4	n.s.
abges Ferkel, n	12	1,0	10,0	7,1	2,2	3	6,0	9,0	7,0	1,7	n.s.

* =p<0,05, t-Test bzw. Mann-Whitney U Test für unabhängige Stichproben, Vergleich der Mittelwerte (Mediane) in einer Zeile

Die Anzahl an Ferkelverlusten variierte auf den Betrieben für die Kontrollsauen zwischen 10,4 % und 37,2 % und für die Sauen der Kleegrassilagegruppen zwischen 11,7 % und 65,9 %. Anhand der Aufzeichnungen der Landwirte entstanden bei beiden Fütterungsvarianten die meisten Verluste durch Erdrückungen der Ferkel durch die Muttertiere (11,6 % Kontrolle vs. 11,2 % Kleegrassilage). Durchschnittlich 4,4 % der Ferkel verendeten aufgrund von Lebensschwäche, unabhängig der Fütterungsvariante. In den Kleegrassilagegruppen starb lt. den Aufzeichnungen kein Saugferkel an Durchfall, in der Kontrollgruppe waren dies 1,6 % der Ferkel. Die Verlusthäufigkeiten unterschieden sich zwischen den Fütterungsvarianten auf keinem der Betriebe signifikant voneinander (vgl. Tabelle 55).

3.1.2.5 Behandlungsinzidenzen von Sauen und Ferkeln nach der Geburt

3.1.2.5.1 Behandlungshäufigkeiten von Sauen während der Säugezeit

Von den untersuchten Sauen mussten durchschnittlich 35,9 % (38,9 % Kontrolle, 32,7 % Kleegrassilage) der Tiere in der ersten Woche der Säugezeit behandelt werden, vorrangig aufgrund der Diagnose Puerperalsyndrom (Tabelle 32). Die meisten Tiere wurden weniger als 3 Mal (Ausnahme Betrieb B) behandelt, wobei sowohl allopathische als auch homöopathische Mittel eingesetzt wurden. In Bezug auf die dargestellten Parameter bestanden keine Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen.

Tabelle 32: Behandlungshäufigkeiten, -weise und -grund von Sauen, die in der ersten Woche der Säugezeit erkrankten

	Betrieb A		Betrieb B		Betrieb C		Betrieb D	
	K	Kg	K	Kg	K	Kg	K	Kg
Anzahl behandelter Tiere								
gesund	54,5%	77,3%	33,3%	42,9%	100,0%	90,0%	58,3%	33,3%
krank	45,5%	22,7%	66,7%	57,1%	,0%	10,0%	41,7%	66,7%
Behandlungshäufigkeit								
1 Mal	27,3%	22,7%	11,1%	,0%	,0%	10,0%	25,0%	66,7%
2 Mal	18,2%	,0%	22,2%	21,4%	,0%	,0%	16,7%	,0%
3 Mal	,0%	,0%	22,2%	7,1%	,0%	,0%	,0%	,0%
> 3 Mal	,0%	,0%	11,1%	28,6%	,0%	,0%	,0%	,0%
Behandlungsweise								
allo	9,1%	4,5%	,0%	7,1%	,0%	10,0%	41,7%	66,7%
homöo	27,3%	18,2%	27,3%	28,6%	9,1%	,0%	,0%	,0%
beides	9,1%	,0%	18,2%	14,3%	,0%	,0%	,0%	,0%
Behandlungsgrund 1								
Puerperalsyn.	9,1%	,0%	,0%	28,6%	,0%	,0%	41,7%	33,3%
Fieber	4,5%	4,5%	,0%	7,1%	,0%	,0%	,0%	,0%
sonst	31,8%	18,2%	54,5%	21,4%	,0%	10,0%	,0%	33,3%
Behandlungsgrund 2								
Puerperalsyn.	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%
Fieber	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%
sonst	4,5%	,0%	,0%	21,4%	,0%	,0%	,0%	,0%

In der restlichen Säugezeit wurden lediglich auf Betrieb A und B Sauen behandelt, wobei jeweils 1 Tier auf Betrieb A homöopathisch gegen sonstige Krankheitsursachen und auf Betrieb B allopathisch gegen Fieber behandelt wurde.

3.1.2.5.2 Behandlungshäufigkeiten von Ferkeln während der Säugezeit

In der ersten Woche wurden lediglich in den Kontrollgruppen der vier Praxisbetriebe durchschnittlich 5,7 % Ferkelbehandlungen vorgenommen. Für die Kleegrassilagegruppen wurden keine Behandlungen protokolliert. Die meisten Behandlungen wurden aufgrund des Krankheitsbildes „Ferkeldurchfall“ durchgeführt, teilweise (Betrieb B) unter Anwendung von Homöopathika.

In der restlichen Säugeperiode wurden von den Betrieben A, B und D keine Behandlungen von Saugferkeln protokolliert. Nur Betrieb C führte demnach Behandlungen von älteren Ferkeln durch, die an Durchfall erkrankt waren. Dabei gab es keine signifikanten Unterschiede in den Behandlungshäufigkeiten zwischen Kontrolle und Kleegrassilagegruppe.

3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; ggf. Angaben zu Erfindungen/Schutzrechten; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

3.2.1 Verwertbarkeit der Ergebnisse

3.2.1.1 Exaktversuchsphase

Die Vorgaben der EG-Öko-Verordnung (Nr. 834/2007) für die ökologische Schweinehaltung erfordern die Vorlage von Raufutter und die Einbeziehung in die Tagesration. Der gesetzlichen Vorgabe kann durch die Nutzung verschiedener Raufuttermittel, die im Anhang V, Abschnitt 1.6. der Verordnung aufgeführt sind, entsprochen werden. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden unterschiedliche Raufuttermittel hinsichtlich ihrer Wirkungen auf die Gesundheit und Leistung von Sauen und Ferkel geprüft. Ihr Einsatz in der kombinierten Fütterung von tragenden Sauen führte im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne Raufuttervorlage bei keiner der eingesetzten Raufutterkomponenten zu einer Verschlechterung der Körperkondition oder zu Einbußen in der Reproduktionsleistung der Sauen. Allerdings ist der Einsatz von Raufuttermitteln in der Sauenfütterung an diverse Voraussetzungen gebunden. Um eine bedarfsgerechte Nährstoffversorgung zu gewährleisten, ist die kombinierte Fütterung an die vorherige Kenntnis bzw. Analyse der Nährstoffgehalte der Einzelkomponenten gekoppelt. Ferner bedarf es der Kenntnis der durchschnittlichen Raufutteraufnahmemengen durch die Sauen. Mit den erarbeiteten Ergebnissen liegen nun erstmalig für verschiedene Raufuttermittel Orientierungswerte für die Futtermittelaufnahme in der kombinierten Fütterung von tragenden Sauen vor.

Zwischen den geprüften Raufuttermitteln bestehen allerdings erhebliche Unterschiede im Hinblick auf deren praktische Eignung und die jeweiligen gesundheitsrelevanten Wirkungen. Eine Übersicht über die Einschätzungen der Vor- und Nachteile beim praktischen Einsatz der verschiedenen Raufutterkomponenten in der kombinierten Fütterung im Hinblick auf die Erfüllung unterschiedlicher Anforderungen beinhaltet Tabelle 33. Es wurde eine Abstufung der Bewertung in 5 Schritten von ungeeignet bis gut vorgenommen.

Tabelle 33: Vor- und Nachteile der eingesetzten Raufuttermittel

	Stroh	Heu	Kleegras	Mais	Topi.
Nährstoffgehalt	-	0	++	++	++
Futtermittelaufnahme	-	0	++	++	++
Eignung für die Vorlage in Raufen	+	+	+	-	-
Eignung für Rundballen	+	+	+	+	-
Einsatz in großen Sauenbeständen	+	+	+	+	+
Einsatz in kleinen Sauenbeständen	+	+	-	-	-
Arbeitszeitbedarf für die Futtermittelvorlage	++	++	+	-	--
Lagerfähigkeit	++	++	+	+	--

Clostridien supprimierender Effekt *	+/o	+/o	o/o	++	++
Ausscheidung freier Endotoxine *	o/+	o/+	+/o	o/o	+/+

-- = ungeeignet; - = unzureichend; o = neutral, + = befriedigend; ++ = gut

* in der Tragezeit bei Raufuttervorlage gegenüber der Kontrollgruppe ohne Raufutter, 55.Tag a.p./13. Tag a.p.

Nachfolgend werden die einzelnen Raufuttermittel hinsichtlich Nutzungsmöglichkeiten in der kombinierten Fütterung separat erläutert:

Topinamburknollen stellen unter nutritiven Gesichtspunkten ein wertvolles Raufuttermittel für tragende Sauen dar, da sie sehr energiehaltig sind. Auch im Hinblick auf die Verringerung der Ausscheidung von aeroben Bakterien, *Clostridium perfringens* und freien Endotoxinen in der Tragezeit sind Topinamburknollen im Vergleich zu allen anderen geprüften Raufuttermitteln besonders geeignet. Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht stellte sich die Nutzung der Topinamburknollen in der Studie aufgrund der zu leistenden Mehraufwendungen für Ernte, Lagerung und Vorlage der Knollen allerdings als sehr zeitintensiv heraus. So ist die Lagerung der Knollen nach der Ernte ohne Kühlung nur bis zu 14 Tagen möglich und damit der Einsatz ohne Kühlmöglichkeiten sehr begrenzt. Die Nutzung liesse sich erheblich ausweiten, wenn die Sauen im Freiland gehalten würden und die Knollen als Bestandteil der Fruchtfolge von den Schweinen direkt ‚geerntet‘ werden. Erschwerend kommt hinzu, dass im Boden verbleibende Knollen eine hohe Durchwuchskraft in der Nachfolgefrucht besitzen..

Weiterhin eigneten sich die Knollen nicht für die Vorlage in Raufen. Die Verfütterung von Topinambur hatte im Vergleich zur Kontrollgruppe weder auf die analysierten Milchparameter noch auf das Auftreten von Puerperalerkrankungen der Sauen einen Effekt.

Maissilage wurde laut den Auswertungen der Futteraufnahmebestimmung von den tragenden Sauen in relevanten Mengen aufgenommen (5 kg Frischmasse). Aufgrund der hohen Akzeptanz sowie seines hohen Energiegehaltes kann es als geeignet für den Einsatz in der kombinierten Fütterung von Sauen beurteilt werden. Der Arbeitszeitbedarf für die Vorlage von Maissilage ist jedoch im Vergleich zu Stroh, Heu und Kleegrassilage höher anzusetzen. Die Vorlage kann allerdings in Rundballen erfolgen, weswegen sich ihr Einsatz auch auf größeren Sauenbeständen anbietet. Die Nutzung von Großraumraufen für die Vorlage führte in der Studie zu hohen Futterverlusten. Deswegen kann die Verfütterung von Maissilage nur in Trögen empfohlen werden. Aus tiergesundheitlicher Sicht besaß Maissilage ebenfalls das Potential, den Gehalt an *Clostridium perfringens* im Kot sowohl in der Tragezeit drastisch zu senken. Dagegen hatte die Verfütterung von Maissilage keinen Effekt auf die Ausscheidung von freien Endotoxinen. Jedoch wirkte sich die Verfütterung von Maissilage positiv auf den Gehalt an Hefen im Kot der Sauen in der Tragezeit aus. Anhand aller anderen untersuchten Parameter in Kot- und Milchproben wurden keine weiteren Vorzüglichkeiten der Maissilageverabreichung an tragende Sauen gegenüber der Kontrollgruppe hinsichtlich einer gesundheitsfördernden Wirkung ersichtlich. Auch im Auftreten an Puerperalerkrankungen von Sauen nach der Geburt unterschied sich die Maissilagegruppe nicht im Vergleich zur eingestreuten Kontrollgruppe sowie zu den anderen Raufuttermitteln.

Aus arbeitswirtschaftlicher und tierernährerischer Sicht empfohlen werden kann der Einsatz von **Kleegrassilage**, deren Vorlage zudem problemlos in Raufen möglich ist. Im Hinblick auf die Nährstoffversorgung stellt sie sowohl einen Rohfaser- als auch Energielieferanten dar. Des Weiteren wird Kleegrassilage von tragenden Sauen in hohen Mengen aufgenommen, weshalb sich Kleegrassilage besonders für die kombinierte Fütterung eignet. Die Verfütterung von Kleegrassilage führte aufgrund eines hohen Nges- Anteils im Kot zu einem engen C/N Verhältnis, welches auf den hohen Rohproteingehalt in der Kleegrassilage zurückzuführen ist. Durch die Verfütterung von Kleegrassilage konnte im Vergleich zur Kontrollgruppe die Ausscheidung von freien Endotoxinen in der Tragezeit signifikant reduziert werden. Keinen Einfluss hatte die Vorlage von Kleegrassilage auf die Ausscheidung von freien Endotoxinen über die Milch. Ebenso blieb der Gehalt an den untersuchten Bakterienstämmen in den Kot- und Milchproben durch die Kleegrassilagefütterung unbeeinflusst. Auch eine Reduzierung von Puerperalerkrankungen der Sauen im Vergleich zur Kontrollgruppe sowie zu den anderen Versuchsgruppen war nicht nachweisbar.

Heu kann in der Regel mit einem geringen Arbeitszeitbedarf in Raufen vorgelegt werden und eignet sich aufgrund der Konservierung in verschiedenen Ballengrößen für den Einsatz sowohl in kleinen als auch in großen Sauenbeständen. Sein Nährstoffgehalt ist im Vergleich zu den vorher genannten Raufuttermitteln allerdings als gering einzustufen. Auch wurde Heu entgegen den Erwartungen in relativ kleinen Mengen von den tragenden Sauen aufgenommen. Aufgrund der angepassten Nährstoffversorgung über das Kraftfutter hatte dies allerdings im Verlauf der Studie keine negativen Auswirkungen auf die durchschnittliche Sauenkondition. Weiterhin führte die Vorlage von Heu aufgrund seines hohen Gehaltes an Rohfaser zu einer Weitung des C/N Verhältnisses im Sauenkot. Im Hinblick auf die Tiergesundheit bewirkte Heu im Vergleich zur Kontrollgruppe in der Tragezeit weder eine Senkung des Gehaltes an *Clostridium perfringens* im Kot der Sauen noch eine geringere Ausscheidung an freien Endotoxinen. Weitere Einflüsse durch die Heufütterung auf die Gesundheit von Sauen und Ferkeln konnten anhand der untersuchten Parameter nicht ermittelt werden.

Stroh als Raufuttermittel besitzt den Vorteil, dass es im Allgemeinen einen geringen Arbeitszeitbedarf bei der Vorlage erfordert und sowohl in kleinen, als auch großen Sauenbeständen nutzbar ist. Allerdings sollte es unbedingt in Raufen vorgelegt werden. Stroh bietet aufgrund seines beschränkten Nährstoffgehaltes nur wenig Potential in der kombinierten Fütterung und kann daher im Gegensatz zu den anderen geprüften Raufuttermitteln nur geringe Mengen an Konzentratfutter in der Ration ersetzen. Auch wird Stroh im Vergleich zu allen anderen Raufuttermitteln nur in geringen Mengen von tragenden Sauen aufgenommen. Im Hinblick auf die Tiergesundheit konnte bei den Sauen, die Stroh als Raufutter vorgelegt bekamen, in der Tragezeit der Gehalt an *Clostridium perfringens* im Sauenkot sowie die Ausscheidung von freien Endotoxinen verringert werden. Keinen Einfluss hatte die Strohfütterung auf die Ausscheidung von freien Endotoxinen in der Milch, sowie auf die Zahl der weiterhin untersuchten Bakterienkolonien in Kot- und Milchproben. Der Gehalt an CRP in der Sauenmilch war niedriger im Vergleich zur Kontrollgruppe, hatte aber keinen Einfluss auf den CRP Gehalt im Ferkelblut. Die Rate an Puerperalerkrankungen unterschied sich in der Strohgruppe im Vergleich zu allen anderen Gruppen im Versuch nicht. Ähnlich der Heugruppe wurde in

den Kotproben der Sauen aus der Strohgruppe eine Weitung des C/N Verhältnisses festgestellt.

Nach abschliessender Betrachtung der verschiedenen Raufuttermittel sind aus rein tiergesundheitslicher Sicht Topinamburknollen als Raufuttermittel in der kombinierten Fütterung von tragenden Sauen zu empfehlen. Unter dem Gesichtspunkt der Praktikabilität bietet sich die Verfütterung von Kleeegrassilage an. Da diese weitere Vorteile in Form von einem hohen Nährstoffgehalt für die Sauen zeigte, wurde sie als Raufuttermittel auch für die Umsetzungsphase ausgewählt.

3.2.1.2 Umsetzungsphase

Der Einsatz von Kleeegrassilage in der Umsetzungsphase bestätigte die im Exaktversuch erzielten Ergebnisse im Hinblick auf die Reproduktionsleistungen der Sauen. Trotz sehr unterschiedlicher Betriebsstrukturen und teilweise vorhandenen Mängeln in verschiedenen Managementbereichen (v.a. Reproduktions- und Fütterungsmanagement) auf den Betrieben konnte dabei auf keinem der Betriebe ein negativer Leistungseffekt durch die kombinierte Fütterung mit Kleeegrassilage nachgewiesen werden. Ebenso war eine an das jeweils vorhandene Haltungssystem angepasste Vorlage der Silage auf den Betrieben möglich. Hinsichtlich der Auswirkungen der Kleeegrassilagefütterung auf die untersuchte Mikroflora des Magen-Darm-Trakts der Sauen bestanden zwar im Trächtigkeitsverlauf Unterschiede innerhalb der Gruppen; im Vergleich zur Kontrollgruppe konnten allerdings keine Unterschiede festgestellt werden. Aus den Ergebnissen der Umsetzungsphase lässt sich schlussfolgern, dass der Einsatz von Kleeegrassilage in der kombinierten Fütterung von tragenden Sauen auf Praxisbetrieben ohne Leistungseinbußen möglich ist.

3.2.2 Bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

Im Verlauf des Projektes erfolgte auf verschiedenen praxisorientierten Weiterbildungsveranstaltungen für ökologische Schweinehalter die Verbreitung von zum jeweiligen Zeitpunkt bestehenden Erkenntnisgewinnen. Dabei wurden vorrangig Möglichkeiten zur arbeitswirtschaftlichen Vorlage von Raufuttermitteln bei Sauen diskutiert und verschiedene Fütterungskonzepte mit Raufuttermitteln vorgestellt. Die bisherigen Aktivitäten sind in Kapitel 7 des Berichts aufgeführt.

Ein wissenschaftlicher Beitrag in Form eines Vortrages zum Einfluss der Raufutterfütterung von tragenden Sauen auf die Reproduktionsleistungen von Sauen und deren Ferkel wurde für die Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau im März nächsten Jahres eingereicht. Veröffentlichungen für reviewte Zeitschriften über die Ergebnisse der Exaktversuchsphase befinden sich im Druck bzw. noch in Bearbeitung.

Die Verbreitung der endgültigen Ergebnisse in der landwirtschaftlichen Praxis wird gebündelt durch Veranstaltungen des Gesamtkonsortiums erfolgen. Hierfür werden die Ergebnisse der einzelnen Teilprojekte und deren Übertragbarkeit in die Praxis in Broschüren aufbereitet, die den praktischen Landwirten in zwei Workshops (Internationale Schweinetagung sowie Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau) zu Beginn nächsten Jahres präsentiert werden.

4 Zusammenfassung

In einer Exaktversuchsphase wurden auf einem Versuchsbetrieb Stroh, Heu, Klee-gras-, Maissilage, Topinamburknollen *ad libitum* und in Kombination mit einer restrikti-ven Krafftuttergabe in der Fütterung von tragenden Sauen eingesetzt. Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne Raufutterzufütterung wurden die Effekte der Fütterung auf die Magen-Darm-Flora, die Tiergesundheit von Sau und Ferkel nach der Geburt sowie auf die Konstitution der Sauen in Trage- und Säugezeit und deren Reproduktionslei-stungen untersucht. Zusätzlich wurde die Raufutteraufnahme sowie die für die Raufut-tervorlage erforderliche Arbeitszeit erfasst.

Die verschiedenen Varianten der kombinierten Fütterung hatten keine negativen Effek-te auf die Körperkonstitution der Sauen in der Trage- und Säugezeit sowie auf die Re-produktionsleistungen. Die Verfütterung von Topinamburknollen führte zu einer deutli-chen und signifikanten Supprimierung von *Clostridium perfringens* und einer geringe-ren Ausscheidung von Endotoxinen im Sauenkot. Im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne Raufuttervorlage konnten keine Unterschiede durch die Raufuttervorlage auf die Tier-gesundheit von Sauen und Ferkeln nach der Geburt festgestellt werden. Von tragen-den Sauen wurden vor allem Klee-gras- und Maissilage in hohen Mengen aufgenom-men. In Relation von Aufwand und Nutzen erwies sich die Vorlage von Klee-grassilage als besonders vorteilhaft gegenüber den übrigen Fütterungsvarianten.

Nach der Exaktversuchsphase erfolgte die Implementierung und Evaluierung von Klee-grassilage auf vier Praxisbetrieben. Die Klee-grassilagevorlage hatte auf allen Be-trieben im Vergleich zu den Kontrolltieren ohne Raufutter keine Einbußen bei den Re-produktionsleistungen und bestätigte die Ergebnisse der Exaktversuchsphase. Die Vorlage von Klee-grassilage führte zu keinen negativen Effekten auf die Magen-Darm-Flora bzw. auf die Tiergesundheit der Tiere. Die Vorlage von Klee-grassilage war auf allen vier Betrieben uneingeschränkt möglich. Der Einsatz von Klee-grassilage in der kombinierten Fütterung auf Praxisbetrieben kann daher empfohlen werden.

5 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

5.1 *Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen*

Unter Beachtung der verschiedenen Änderungsbescheide konnten die meisten der geplanten Untersuchungen durchgeführt werden. Diese gingen aufgrund der Erweiterung der Versuchsvarianten um die Kleegrassilage, die Einbeziehung einer konventionell aufgestellten Kontrollgruppe in der Exaktversuchsphase sowie die methodische Weiterentwicklung der *in vitro* Verdaulichkeitsbestimmung von Raufutter in Zusammenarbeit mit der Universität Wageningen sogar über die ursprüngliche Planung hinaus.

Einzelne Abweichungen im Verlauf der Studie, die nicht vorhersehbar waren, werden nachfolgend erläutert:

(1) Aufgrund der vorgenommenen Dysenterie-Sanierung des Exaktversuchs-Betriebes, die mit der Merzung aller Sauen sowie mit umfangreichen Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen einherging, wurde die Exaktversuchsphase mit einer Verzögerung von 3 Monaten begonnen (siehe Schreiben vom 25.09.2007). Der Arbeitsplan konnte dennoch eingehalten werden, da Voruntersuchungen zur notwendigen Einübung in die geplanten Methodiken auf einem Ausweichbetrieb stattfinden konnten. Für die Raufuttermvorlage wurde in Zusammenarbeit mit der Beratung Artgerechte Tierhaltung BAT e.V. eine schweinegerechte Großballenraufe konzipiert und auf dem Versuchsbetrieb eingesetzt. Als Einstreu wurden wie geplant Sägespäne verwendet. Durch die Bestandsgröße von 170 Sauen konnte mit einer Abweichung von 1,4 % (tierindividuelle Ausfälle) die Anzahl an Versuchstieren pro Variante und Durchgang sichergestellt werden.

(2) Der Beginn der Umsetzungsphase erfolgte auf den vier Praxisbetrieben wie geplant. In deren Verlauf ergaben sich allerdings zeitliche Verzögerungen auf zwei der vier Betriebe aufgrund hoher Umrauscherquoten und dem damit verbundenen Ausfall von Versuchstieren. Diesem wurde versucht, mit einer Verlängerung der Praxisphase entgegenzuwirken, die dazu dienen sollte, die Tierzahlen durch eine erhöhte Anzahl an Durchgängen zu stabilisieren. Allerdings waren die Ausfälle zum Ende der Tragezeit trotz vorher durchgeführter positiver Trächtigkeitsuntersuchung auf 2 Betrieben so hoch, dass nur die Hälfte der geplanten Sauenzahl in die Auswertung einfließen konnte. Aufgrund vorliegender Änderungsbescheide sowie Abweichungen vom Untersuchungsplan und der Verlängerung der Anstellung der wissenschaftlichen Mitarbeiterin bis Ende Oktober 2010 stellte sich der tatsächliche Arbeitsplan wie folgt dar.

Jahr	2007		2008				2009				2010			
	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Exaktversuchsphase														
Vorplanung etc.														
Versuchsdurchgang D1														
Versuchsdurchgang D2														
Kontrollvariante ohne Einstreu														
Umsetzungsphase														
Betriebsaquisse														
Betrieb A Versuchsdurchführung														
Betrieb B Versuchsdurchführung														
Betrieb C Versuchsdurchführung														
Betrieb D Versuchsdurchführung														
Datenauswertung														
Schlussbericht														

**Abbildung 15: tatsächlicher Arbeitsplan unter Berücksichtigung jeglicher Änderungsbe-
scheide sowie der Verlängerung des Projektes zur Fertigstellung des Ab-
schlussberichtes bis Ende Oktober 2010**

(3) Entgegen der Planung konnten keine Auswertungen zu den Auswirkungen der Rau-
futteraufnahme auf den Geburtsverlauf vorgenommen werden. Dieser sollte von den
jeweiligen Betrieben selbst dokumentiert werden. Da auf den jeweiligen Betrieben al-
lerdings keine bzw. eine sehr unregelmäßige Geburtsüberwachung durchgeführt wur-
de, konnte auf diese Daten nicht zurückgegriffen werden. Diese Unzulänglichkeit war
jedoch auch nicht durch die Projektmitarbeiterin kompensierbar, da die tatsächlichen
Abferkeltermine bei einzelnen Sauen aufgrund des Verbots der hormonellen Geburten-
synchronisation in der ökologischen Landwirtschaft zwischen 3-4 Tagen von den er-
rechneten Terminen abwichen und eine ständige, nicht zu leistende Anwesenheit der
Mitarbeiterin erfordert hätten.

(4) Für die Topinamburknollen konnten in der vorliegenden Studie keine Futteraufnah-
meberechnungen vorgenommen werden. In der vorliegenden Untersuchung muss da-
von ausgegangen werden, dass die Sauen beim Verzehr der Topinamburknollen auf-
grund ihrer starken Verunreinigung mit Erde diese ebenfalls in nicht unerheblichen
Mengen aufnahmen. Darauf deuten die Daten der Kotanalyse hin, wonach die Sauen
der Topinamburgruppe einen außergewöhnlich hohen Gehalt an Rohasche im Kot
aufweisen. Anhand der grob erfassten Mengen der Vorlage und dem Verbrauch durch
die Sauen ergab sich dennoch eine durchschnittliche geschätzte Futteraufnahmemen-
ge von mindestens 5 kg pro Sau und Tag.

(5) Entgegen vorheriger Annahmen zeigen die vorliegenden Ergebnisse der Exaktver-
suchsphase, dass der Rektumkot der Sauen für die Bestimmung der mikrobiellen Akti-
vität nicht geeignet ist. Vorhergehende Studien nahmen die Bestimmung der ATP-,
ADP- und AMP- Gehalte von Digesta in verschiedenen Abschnitten des Magen-Darm-
Traktes vor und konnten vor allem im Caecum mikrobielle Aktivität nachweisen, die
sich durch die Aufnahme rohfaserhaltiger Futtermittel erhöhte (Jensen und Jørgensen

1994). Es muss daher davon ausgegangen werden, dass die Passagezeit vom Caecum bis zum Rektum zu lang ist, um dort Adenylate, die eine nur sehr kurze Halbwertszeit zu haben scheinen, nachweisen zu können. Dadurch können aus den Ergebnissen keine belastbaren Rückschlüsse auf die Wirkung von Raufutter hinsichtlich einer Erhöhung der mikrobiellen Aktivität abgeleitet werden.

5.2 Weiterführende Fragestellungen

Anhand der im Projekt erzielten Ergebnisse im Hinblick auf die Erhaltung der Reproduktionsleistung sowie die Nährstoffbedarfsdeckung ist die kombinierte Fütterung von tragenden Sauen mit Raufuttermitteln, die *ad libitum* verabreicht werden, möglich. Es bleibt zu prüfen, ob diese Ergebnisse auch erzielt werden, wenn die Raufuttervorlage anhand der ermittelten Futteraufnahmemengen zu einer Kraffuttergabe erfolgt. Offen bleibt weiterhin die Frage, ob eine gezielt auf die Aufnahmemengen abgestimmte Rationsplanung den Mehraufwand an Arbeitszeit für die Raufuttervorlage durch die Einsparung an Ressourcen (Kraffutter und teure Eiweißkomponenten) ausgeglichen werden kann. Zudem bleibt zu überprüfen, ob sich die aus der Milchviehfütterung bekannte Fütterung einer totalen Mischration (TMR) auch für tragende Sauen eignet.

Weiterer Forschungsbedarf besteht in der Bewertung von Raufuttermitteln hinsichtlich ihres Energiegehaltes für Schweine. Die bestehende Schweinemischfutterformel der GfE kann für rohfaserhaltige Raufuttermittel nicht genutzt werden. Zur Bewertung der Energie von Raufuttermitteln mittels der Einzelfutterformel bedarf es der Kenntnis über die Verdaulichkeiten der Organischen Masse sowie der Rohnährstoffe Rohprotein und Rohfett. Hier konnte das vorliegende Projekt über die Bestimmung der *in vitro* Verdaulichkeit der Organischen Masse einen Beitrag leisten. Offen bleiben allerdings noch Daten zu Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe.

Im Hinblick auf die Überprüfung des Einflusses einer rohfaserhaltigen Futterration auf die Pflanzenverfügbarkeit der Nährstoffe aus dem Kot von Schweinen besteht ebenfalls Forschungsbedarf. Neben der Bestimmung des Gesamtstickstoffgehaltes im Kot sollte zukünftig auch das Verhältnis organischer zu anorganischem Stickstoff untersucht werden, da anorganische Stickstoffverbindungen schnell pflanzenverfügbar sind, wohingegen organischer Stickstoff erst über den Abbau durch Bodenbakterien pflanzenverfügbar wird und damit langfristiger wirkt. Auch die Lagerung und Kompostierung des Dungs sollte Bestandteil weiterführender Untersuchungen sein, da es sich bei Kot nur um das Ausgangsmaterial handelt, welches während der Lagerzeit verschiedenen mikrobiologischen Ab- und Umbauprozessen unterliegt. In diesem Zusammenhang wird auch die Bestimmung der Umweltverträglichkeit von verschiedenen Raufutterkomponenten als erforderlich erachtet, um letztendlich Empfehlungen für ein tier- sowie umweltgerechtes Fütterungsregime aussprechen zu können.

Ebenso bedarf es zur Einschätzung des Einflusses einer Raufuttervorlage auf den Magen-Darm-Trakt von Sauen weiterführende Untersuchungen zur Spezifizierung von Mikroorganismen in pathogene und nicht pathogene Keime, um positive Effekte der Verabreichung von Raufuttermitteln nachweisen zu können. Des Weiteren sollten in weiterführenden Untersuchungen ggf. auch kranke Tiere einbezogen werden, da hier

möglicherweise ein gesundheitlicher Effekt der Fütterung größeren Einfluss hat als bei der Anwendung bei gesunden Tieren.

6 Literaturverzeichnis

- ABEL, H., PAWELZIK, E. UND BREVES, G. (2005): *Ernährungsphysiologische Bewertung von Öko-Futtermitteln für Schweine*. BLE Forschungsbericht 02 OE 209F, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn.
- ANDRESEN, N. UND REDBO, I. (1999): *Foraging behaviour of growing pigs on grassland in relation to stocking rate and feed crude protein level*. Applied Animal Behaviour Science 62, S.183-197.
- BACH KNUDSEN, K., BORG JENSEN, B., ANDERSEN, J. UND HANSEN, I. (1991): *Gastrointestinal implications in pigs of wheat and oat fractions - 2. Microbial activity in the gastrointestinal tract*. British Journal of Nutrition 65, S.233-248.
- BACH KNUDSEN, K. (2001): *The nutritional significance of "dietary fibre" analysis*. Animal Feed Science and Technology 90, S.3-20.
- BALDINI, M., DANUSO, F., TURI, M. UND VANNOZZI, G. (2004): *Evaluation of new clones of Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus L.) for inulin and sugar yield from stalks and tubers*. Industrial Crops and Products 19, S.25-40.
- BAUER, E., HELLWEG, P., ZENTEK, J. UND MOSENTHIN, R. (2006): *Dietary modulation of the intestinal microbiota and immune system in piglets*. In: Rodehutschord, M.: 9. Tagung Schweine- und Geflügelernährung,, Universität Halle-Wittenberg.
- BAUER, E., WILLIAMS, B., VOIGT, C., MOSENTHIN, R. UND VERSTEGEN, M. (2003): *Impact of mammalian enzyme pre-treatment on the fermentability of carbohydrate-rich feed-stuffs*. Journal of the Science of Food and Agriculture 83, S.207-214.
- BERGERON, R., BOLDUC, J., RAMONET, Y., MEUNIER-SALAÜN, M.C. UND ROBERT, S. (2000): *Feeding motivation and stereotypies in pregnant sows fed increasing levels of fibre and/or food*. Applied Animal Behaviour Science 70, S.27-40.
- BERGNER, H. (1982): *Die Bedeutung der Rohfaser in der Ernährung von Monogastriern*. Monatshefte für Veterinärmedizin 37, S.58-66.
- BINDELLE, J., BULDGEN, A. UND LETERME, P. (2008): *Nutritional and environmental consequences of dietary fibre in pig nutrition: a review*. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement 1, S.69-80.
- BOISEN, S. UND FERNÁNDEZ, J. (1997): *Prediction of the total tract digestibility of energy in feedstuffs and pig diets by in vitro analyses*. Animal Feed Science and Technology 68, S.277-286.
- BOLDUAN, G., BECK, M. UND SCHUBERT, C. (1993): *Zur Wirkung von Oligosacchariden beim Ferkel*. Archives of Animal Nutrition 44, S.21-27.
- BOSTICCO, A., TARTARI, E. UND BENATI, G. (1989): *The Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus L.) as animal feeding and its importance for depressed areas*. Agric Med 119, S.98-103.
- BOULDUAN, G., KRACHT, W. UND OHLE, H. (1984): *Einflüsse der Grobfutterqualität in der Schweinefütterung*. Tierzucht 38, S.74-76.
- BRANDT, M. UND ALLAM, S. (1987): *Analytik von TiO₂ im Darminhalt und Kot nach Kjeld-*

dahlaufschluß. Archives of Animal Nutrition 37, 5, S.453-454.

BRANNER, G., BÖHMER, B. UND ROTH-MAIER, D. (2004): *Investigation on the precaecal and faecal digestibility of lactulose and inulin and influence of these substances on nutrient digestibility and microbial characteristics*. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 13, S.138-139.

BRAUND, J., EDWARDS, S., RIDDOCH, I. UND BUCKNER, L. (1998): *Modification of foraging behaviour and pasture damage by dietary manipulation in outdoor sows*. Applied Animal Behaviour Science 56, S.173-186.

BROUNS, F., EDWARDS, S. UND ENGLISH, P. (1992): *Feeding motivation of sows fed a sugar pulp diet*. Animal Production 54, S.486-487.

BÜNEFELD, V. UND SCHNEIDER, W. (1983): *Schweine besser und rentabler füttern*. 7.Auflage, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.

BURSTALLER, G. (1991): *Schweinefütterung*. 3.Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

BUSSEMAS, R. (2006): *Sauenhaltung - Wartestall*. In: Bussemas, R.: *Ökologische Schweinehaltung - Praxis, Probleme, Perspektiven*, S.5-19, Bioland Verlags GmbH, Mainz.

BUSSEMAS, R. (2008): *Raufen für Raufutter*. Bioland 4, S.18.

BUTLER, J. (1998): *Immunoglobulin diversity, B-cell and antibody repertoire development in large farm animals*. Revue Science et Technique 17, S.43-70.

CALVERT, C., STEELE, N. UND ROSEBROUGH, R. (1985): *Digestibility of fibre components and reproductive performance of sows fed high levels of alfalfa meal*. Journal of Animal Science 61, S.595-602.

CANH, T., AARNINK, A.J., VERSTEGEN, M.W. UND SCHRAMA, J.W. (1998): *Influence of dietary factors on the pH and ammonia emission of slurry from growing-finishing pigs*. Journal of Animal Science 76, S.1123-1130.

CASEY, T. UND BOSWORTH, B. (2009): *Design and evaluation of a multiplex polymerase chain reaction assay for the simultaneous identification of genes for nine different virulence factors associated with Escherichia coli that cause diarrhea and edema disease in swine*. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation Journal of Veterinary Diagnostic Investigation Journal of Veterinary Diagnostic Investigation Journal of Veterinary Diagnostic Investigation 21, S.25-30.

CHARETTE, R., BIGRAS-POULIN, M. UND MARTINEAU, G. (1996): *Body condition evaluation in sows*. Livestock Production Science 46, S.107-115.

COFFEY, M., DIGGS, B., HANDLIN, D., KNABE, D., MAXWELL, C., NOLAND, P., PRINCE, T. UND GROMWELL, G. (1994): *Effects of dietary energy during gestation and lactation on reproductive performance of sows: a cooperative study*. S-145 Committee on Nutritional Systems for Swine to Increase Reproductive Efficiency. Journal of Animal Science 72, S.4-9.

COLES, L., MOUGHAN, P. UND DARRAGH, A. (2005): *In vitro digestion and fermentation methods, including gas production techniques, as applied to nutritive evaluation of foods in the hindgut of humans and other simple-stomached animals*. Animal Feed

Science and Technology 123, 124, S.421-444.

CRENSHAW, J. (2005): *Dietary Fibre for Sows. Midwest swine nutrition conference proceedings*, S.59-65, Indianapolis, Indiana USA.

CUMMINGS, J. (1981): *Dietary fibre*. British Medical Bulletin 37, 1, S.65-70.

D'EATH, R., TOLKAMP, B., KYRIAZAKIS, I. UND LAWRENCE, A. (2009): *'Freedom from hunger' and preventing obesity: the animal welfare implications of reducing food quantity or quality*. Animal Behaviour 77, S.275-288.

DANIELSEN, V. UND VESTERGAARD, E. (2001): *Dietary fibre for pregnant sows: Effect on performance and behavior*. Animal Feed Science and Technology 90, S.71-80.

DE JONG, F., OOMS, M., KUURMAN, W., MAES, J. UND SPRUIJT, B. (2008): *Are pigs sensitive to variability in food rewards?*. Applied Animal Behaviour Science 114, S.93-104.

DIAS-DA-SILVA, A. UND GUEDES, C. (1990): *Variability in the Nutritive Value of Straw Cultivars of Wheat, Rye and Triticale and Response to Urea Treatment*. Animal Feed Science and Technology 28, S.79-89.

DLG (1991): *Futterwerttabellen - Schweine*. 6.Auflage, DLG-Verlags GmbH, Frankfurt am Main.

DOVE, H., MILNE, J. UND MAYES, R. (1990): *Comparison of herbage intakes estimated from in vitro or alkane-based digestibilities*. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 50, S.452-454.

DROCHNER, W. (1999): *Was versteht man unter schweinegerechter (suidengerechter) Ernährung?*. Landbauforschung Völkenrode 193, S.191-202.

EASTWOOD, M. (1992): *The physiological effect of dietary fibre: an update*. Annual Review of Nutrition 12, S.19-35.

EMANUEL, C. (1992): *Düngung*. In: Neuerburg, W. und Padel, S.: *Organischer-biologischer Landbau in der Praxis*, S.87-97, BLV Verlagsgesellschaft, München.

FARMER, C., ROBERT, S., MATTE, J. UND GIRARD, C.M.G. (1995): *Endocrine and peripartum behavioural responses of sows fed high-fiber diets during gestation*. Canadian Journal of Animal Science 75, S.531-536.

FARNWORTH, E., MODLER, H., JONES, J., CAVE, N., YAMAZAKI, H. UND RAO, A. (1992): *Feeding Jerusalem artichoke flour rich in fructooligosaccharides to weanling pigs*. Canadian Journal of Animal Science 72, S.977-980.

FAUCI, M., BEXDICEK, D., CALDWELL, D. UND FINCH, R. (1999): *End product quality and agronomic performance of compost*. Compost Science and Utilization 7, S.17-29.

FERREIRA, L.M.M., RODRIGUES, M.A.M., OSORO, K., DOVE, H. UND DIAS-DA-SILVA, A. (2004): *Estimation of feed intake by cattle using controlled-release capsules containing n-alkanes or chromium sesquioxide*. Journal of Agricultural Science 142, S.225-234.

FILYA, I. (2004): *Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity*. Animal Feed Science and Technology 116, 1-2, S.141-150.

FRANK, J., MELLENCAMP, M., CARROLL, J., BOYD, R. UND ALLEE, R. (2005): *Acute feed*

intake and acute-phase protein responses following a lipopolysaccharide challenge in pigs from two dam lines. Veterinary Immunology and Immunopathology 107, S.179-187.

FURNISS, S.J. (1987): *Measurement of rectal temperature to predict 'Mastitis, Metritis and Agalactia' (MMA) in sows after farrowing.* Preventive Veterinary Medicine 5, S.133-139.

GAGNON, B. UND SIMARD, R. (1999): *Nitrogen and phosphorus release from onfarm and industrial composts.* Canadian Journal of Soil Science 79, S.481-489.

GATEL, F., GROSJEAN, F. UND CASTAING, J. (1988): *Feeding Value of Ensiled High-Moisture Maize Grain with Cob for Growing-Finishing Pigs.* Animal Feed Science and Technology 20, S.145-153.

GfE (2006): *Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen 2006.* DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

GfE (2005): *Determination of digestibility as the basis for energy evaluation of feed-stuffs for pigs.* Proceedings of the Society of Nutrition 14, S.207-213.

GfE (2008): *Prediction of Metabolisable Energy of compound feeds for pigs.* Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 17, S.199-204.

GÖBEL, A. (2009): *mündliche Mitteilung.*

GÖRANSSON, L. (1989): *The effect of dietary crude fibre content on the frequency of post partum agalactia in the sow.* Journal of Veterinary Medicine 36, 6, S.474-479.

GOERING, H. UND VAN SOEST, P. (1972): *Forage Fiber Analyses - Apparatus, Reagents, Procedures and some Applications.* In: United States Department of Agriculture: *Agriculture Handbook No. 379*, S.55-58, U.S. Printing Office, Washington.

GÖTZ, M. (oJ): *Beschäftigung von Schweinen - STS-Merkblatt Nr. TSE 5.* http://www.tierschutz.com/publikationen/nutztiere/infothek/texte/mb_tse_5.pdf, abgerufen am: 14.04.2010.

GÖTZ, D. (2003): *Fütterungsmanagement bei Sauen und Ferkeln im ökologischen Landbau.* Beraterrundbrief Stiftung Ökologie und Landbau 3, S.25-32.

GUILLEMET, R., HAMARD, A., QUESNEL, H., PERE, M.C., ETIENNE, M., DOURMAD, J.Y. UND MEUNIER-SALAÜN, M.C. (2007): *Dietary fibre for gestating sows: effects on parturition progress, behaviour, litter and sow performance.* Animal 1, 6, S.872-880.

GUSTAFSSON, M., JENSEN, P., DE JONGE, F. UND SCHURRMANN, T. (1999): *Domestication effects on foraging strategies in pigs (Sus scrofa).* Applied Animal Behaviour Science 62, S.305-317.

GUTZWILLER, A. (2001): *Mykotoxinschäden beim Schwein vermeiden.* http://www.db-alp.admin.ch/de/publikationen/docs/pub_GutzwillerA_2001_10128.pdf, abgerufen am: 18.03.2009.

HALLOY, D., KIRSCHVINK, N., MAINIL, J. UND GUSTIN, P. (2005): *Synergistic action of E.coli endotoxin and Pasteurella multocida type A for the induction of bronchopneumonia in pigs.* 169, S.417-426.

HELLWIG, E. UND KLEINE KLAUSING, H. (2008): *Den Darm der Sauen in Gang halten.*

Nutztierpraxis aktuell 26, S.52-59.

HENRY, Y., VOGT, H. UND ZOIOPOLUS, P. (1988): *Feed evaluation and nutritional requirements -III. 4. Pigs and Poultry*. Livestock Production Science 19, S.299-234.

HOITINK, H. UND BOEHM, M. (1999): *Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon*. Annual Review of Phytopathology 37, S.427-446.

HOLZGRAFE, D.P., JENSEN, A.H., FAHEY JR., G.C. UND GRUMMER, R.R. (1986): *Effects of dietary alfalfa-orchardgrass hay and lasalocid on sow reproductive performance*. Journal of Animal Science 62, S.1145-1153.

HONEYMAN, M. UND ZIMMERMANN, D. (1991): *Metabolizable energy of corn (maize) gluten feed and apparent digestibility of the fibrous components for gestating sows*. Animal Feed Science and Technology 35, S.131-137.

HOUDIJK, J., VERSTEGEN, M., BOSCH, M. UND VAN LAERE, K. (2002): *Dietary fructooligosaccharides and transgalactooligosaccharides can affect fermentation characteristics in gut contents and portal plasma of growing pigs*. Livestock Production Science 73, S.175–184.

HUPPERTZ, A. (2009): *Kombinierte Fütterung von Zuchtsauen – Auswirkungen auf den Kraftfuttereinsatz und die Arbeitswirtschaft auf einem ökologischen Ferkelerzeugerbetrieb*. Diplomarbeit, Universität Kassel FB11, FG Tierernährung und Tiergesundheit, Witzenhausen.

INCOLL, L. UND BONNET, G. (1993): *The occurrence of fructan in food plants*. In: Fuchs, A.: *Inulin and Inulin-Containing Crops*, S.309-322, Elsevier, Amsterdam.

JAGGER, S., WISEMAN, J., COLE, D. UND CRAIGON, J. (1992): *Evaluation of inert markers for the determination of ileal and faecal apparent digestibility values in the pig*. British Journal of Nutrition 68, S.729-739.

JENSEN, B. UND JØRGENSEN, H. (1994): *Effect of Dietary Fiber on Microbial Activity and Microbial Gas Production in Various Regions of the Gastrointestinal Tract of Pigs*. Applied and Environmental Microbiology 60, 6, S.1987-1904.

JENSEN, P. (2002): *The behaviour of pigs*. In: Jensen, P.: *The Ethology of Domestic Animals: An Introductory Text*, S.159-172, CABI Publishing, Schweden.

JEROCH, H., FLACHOWSKY, G. UND WEIßBACH, F. (1993): *Futtermittelkunde*. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.

JOST, M. (1984): *Kleegrassilage für Zuchtschweine*. UFA-Revue 1, S.12-14.

JOST, M. (1985): *Grundfutter an Sauen aber wie?*. SUS 33, 5, S.143-146.

KAMPHUES, J., COENEN, M., KIENZLE, E., PALLAUF, J. UND SIMON, O.J. (2009): *Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung*. 11.Auflage, Schaper Verlag, Hannover.

KIRCHGESSNER, M., ROTH, F.X., SCHWARZ, F. UND STRANGL, G.I. (2008): *Tierernährung – Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis*. 12.Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

KIRCHGESSNER, M. UND ROTH, F. (1983): *Schätzgleichung zur Ermittlung des energeti-*

schen Futterwertes von Mischfuttermitteln für Schweine.50, S.270-275.

KLEESSEN, B., ELSAYED, N., LÖHREN, U., SCHROEDL, W. UND KRÜGER, M. (2003): *Jerusalem Artichokes Stimulate Growth of Broiler Chickens and Protect Them against Endotoxins and Potential Cecal Pathogens*. Journal of Food Protection 66, 11, S.2171-2175.

KLEESSEN, B., SCHWIEGER, S., SCHRÖDL, W., FUHRMANN, H., ZEYNER, A., BOLDT, E., BUESING, K., KRÜGER, M., SCHWARZ, S., KRÜGER, M. (2005): *Effects of dietary Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus) on faecal microbiota of weaned piglets*. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 14, S.75.

KOLBE, H., SCHUSTER, M., HÄNSEL, M., SCHLIEßER, I., PÖHLITZ, B., STEFFEN, E. UND POMMER, R. (2006): *Feldfutterbau und Gründüngung im Ökologischen Landbau*. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden.

KOLLE, C. (2008): *Preiswerte Rohfaser an tragende Sauen*. Top Agrar 7, S.12-16.

KOSARIC, N., COSENTINO, G. UND WIECZOREK, A. (1984): *The Jerusalem Artichoke as an Agricultural Crop*. Biomass 5, S.1-36.

KOSTRO, K., WAWRON, W., SZCZUBIAL, M., LUFT-DEPTULA, D. UND GLINSKI, Z. (2003): *C-reactive protein in monitoring and evaluation of effects of therapy of the MMA syndrome of sows*. Polish Journal of Veterinary Sciences 6, 4, S.235-238.

KRAMER, E. (2010): *Intelligentes und sicheres Silieren*. Erfolg im Stall - das internationale Fachmagazin der SCHAUMANN-Gruppe 49, 1, S.6-7.

KRIETER, J. UND PRESUHN, U. (2009): *Genetische Parameter für die Behandlungsfrequenz beim MMA-Syndrom*. Züchtungskunde 81, 3, S.149-154.

KRÜGER, M., LINDNER, A. UND SCHROEDL, W. (2003): *Immunparalysen durch Endotoxine*. Großtierpraxis 7, S.5-8.

KRÜGER, M., SCHRÖDL, W., ISIK, K., LANGE, W. UND HAGEMANN, L. (2002): *Effects of lactulose on the intestinal microflora of periparturient sows and their piglets*. European Journal of Nutrition 90, S.26-31.

KRÜGER, M. (2005): *Beeinflussung der Magen-Darm-Flora von Schweinen und deren immunologischen Folgen*. Nutztierpraxis aktuell 1, S.48-53.

KRÜGER, M. (2010): *mündliche Mitteilung*.

KTBL (2005): *Datensammlung Betriebsplanung 2004/05*. , Darmstadt.

KTBL (2010): *Stallbaulösungen für die alternative und ökologische Schweinehaltung - KTBL Schrift noch unveröffentlicht*. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt.

LAWRENCE, A.B. UND TERLOUW, E.M.C. (1993): *A review of behavioral factors involved in the development and continued performance of stereotypic behaviours in pigs*. Journal of Animal Science 71, S.2815 - 2825.

LE GOFF, G., LE MILGEN, J. UND VAN NOBLET, J. (2002): *Effects of level and botanical origin of dietary fibre on digestive utilisation and rate of passage of digesta in growing pigs, finishing pigs and adult sows*. In: l'egide de l'Association Francaise de Zootechnie: 34emes Journees de la Recherche Porcine, S.75 - 80,

- LE, P., AARNINK, A. UND JONGBLOED, A. (2009): *Odour and ammonia emission from pig manure as affected by dietary crude protein level*. *Livestock Science* 121, 2, S.267-274.
- LEISEN, E. (2003): *Grünland und Futterbau*. In: Landwirtschaftliche Fakultät der Uni Bonn: *Dokumentation 10 Jahre Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen*, S.127-148, Bonn.
- LFL (2005): *Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Mastrinder, Schafe und Ziegen*. http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen_url_1_2.pdf, abgerufen am: 24.08.2009.
- LFL (2008): *Futterberechnung für Schweine*. 16.Auflage, Eigenverlag, Freising-Weihenstephan.
- LFL (2009): *Wirtschaftsdünger und Gewässerschutz - Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern in der Landwirtschaft*. Eigenverlag, Freising-Weihenstephan.
- LINDERMAYER, H., NIEMIE-REICHEL, P., PROBSTMEIER, G., JAIS, C. UND KÜHBERGER, M. (2005): *Fütterungsfibel Ökologische Schweinehaltung*. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising.
- LINDERMAYER, H., PROPSTMEIER, G. UND STRAUB, K. (1994): *Fütterungsberater Schwein*. 1.Auflage, BLV Verlagsgesellschaft mbH, München.
- LIPIEC, A., GRELA, E., ZÜRCHER, U. UND WENK, C. (1994): *Zur Schätzung des Nahrungsfasergehaltes von Futtermitteln*. *Archiv of Animal Nutrition* 47, S.53-62.
- LIZAMA, W. (2005): *Strategies to improve the use of limited nutrient resources in pig production in the tropics*. Dissertation, Universität Kassel Fachgebiet Tierernährung und Tiergesundheit, Witzenhausen.
- LÖSER, R. UND DEERBERG, F. (2004): *Ökologische Schweineproduktion: Struktur, Entwicklung, Probleme, politischer Handlungsbedarf*. BLE Forschungsbericht 02 OE 175, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn.
- LOGES, R., THAYSEN, J. UND TAUBE, F. (2002): *Untersuchungen zur Silagequalität und Siliereignung von Rotklee und Luzerne sowie deren Gemenge mit Dt. Weidelgras*. In: Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften: *46.Jahrestagung vom 29.bis 31.August 2002 in Rostock, Referate und Poster*, S.268-276, Rostock.
- LOGES, R., WICHMANN, S. UND TAUBE, F. (2001): *Ertrag und Futterqualität von Luzerne, Rotklee und Weißklee als Reinsaat sowie im Gemenge mit Deutschem Weidelgras*. In: Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften: *Mitteilungen der 45. Jahrestagung in Gumpenstein*,
- LOH, G., EBERHARD, M., BRUNNER, R., HENNING, U., KUHLA, S., KLEESSEN, B. UND METGES, C. (2006): *Inulin alters the Intestinal Microbiota and Short-Chain Fatty Acid Concentrations in Growing Pigs Regardless of Their Basal Diet*. *American Society for Nutrition* 136, S.1198-1202.
- LOW, A. (1982): *Digestibility and availability of amino acids from feedstuffs for pigs: a review*. *Livestock Production Science* 9, S.511-520.
- LY, J., MACIAS, M., FIGUEROA, V. UND PILOTO, J. (1994): *A note on the pattern of feed*

intake in pigs fed Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus L.). Journal of Animal Feed and Science 3, S.201-205.

LYNCH, B., CALLAN, J. UND O'DOHERTY, J. (2009): *The interaction between dietary crude protein and fermentable carbohydrate source on piglet post weaning performance, diet digestibility and selected faecal microbial populations and volatile fatty acid concentration.* Livestock Science 124, S.93-100.

LYTTLETON, J. (1973): *Proteins and nucleic acids.* In: Butler, G.B.R.: *Chemistry and biochemistry of herbage*, S.63-105, Academic Press, London New York.

MAHAN, D. UND MANGAN, L. (1975): *Evaluation of various Protein Sequences on the Nutritional Carry-over from Gestation to Lactation with First-litter Sows.* Journal of Nutrition 105, S.1291-1298.

MALOSSINI, F., BOVOLENTA, S., PIASSENTIER, E., PIRAS, C. UND MARTILLOTTI, F. (1996): *Comparison of n-alkanes and chromium oxide methodes for estimating herbage intake by grazing dairy cows.* Animal Feed Science and Technology 61, S.155-165.

MARIEN, C. UND SUNDRUM, A. (2008): *Wertvolle Futtermittel gezielt einsetzen.* Bioland 7, S.17-18.

MAY, T., MACKIE, I. UND GARLIEB, K. (1994): *Effect of fibre source on short-chain fatty acid production and on the growth and toxin production by Clostridium difficile.* Journal of Gastroenterology 29, S.916-922.

MAYNARD, L., LOSSLI, J., HINTZ, H. UND WARNER, R. (1979): *Animal Nutrition.* 7.Auflage, Mc Graw-Hill Book Company, London.

MENIEUR-SALAÜN; M.C. (1999): *Fibre in diets of sows.* In: Garnsworth, P. und Wiseman, J.: *Animal Nutrition*, S.257-273, Nottingham University Press, Nottingham.

MEUNIER-SALAÜN, M., EDWARDS, S. UND ROBERT, S. (2001): *Effect of dietary fibre on the behaviour and health of the restrictes fed sow.* Animal Feed Science and Technology 90, S.53-69.

MEYER, E.H.K. (2001): *Einflussfaktoren auf die Futteraufnahme tragender Sauen bei der ad libitum Fütterung in der Gruppenhaltung.* Züchtungskunde 73, S.54-61.

MILLER, E., ULLREY, D., ACKERMANN, I., SCHMIDT, D., HOFFER, J. UND LUECKE, R. (1961): *Swine haematology from birth to maturity. I. Serum proteins.* Journal of Animal Science 20, S.31-35.

MODLER, H., JONES, J. UND MAZZA, G. (1993): *Observations on long-term storage and processing of Jerusalem artichoke tubers (Helianthus tuberosus).* Food Chemistry 48, S.279-284.

MOMONT, P.A., PRUITT, R.J., EMERICK, R.J. UND PRITCHAR, R.H. (1994): *Cronrolled release chromic oxide and alkaline peroxide lignin marker methods.* Journal of Range Management 47, S.417-423.

MOORE, J. (1957): *Diurnal variations in the composition of faeces of pigs on diets containing chromium oxid.* British Journal of Nutrition 11, S.173-288.

MOORE, W.M.L., CATO, E., WILKINS, T. UND KORNEGRAY, E. (1987): *Effect of high-fibre and high-oil diets on the fecal flora of swine.* Applied and Environmental Microbiology

53, S.1638-1644.

NAUMANN, C. UND BASSLER, R. (1988): *Die chemische Untersuchung von Futtermitteln - Methodenbuch Band III, 2. Ergänzungslieferung*. VDLUFA Verlag, Darmstadt.

OHAJURUKA, O. UND PALMQUI, D. (1991): *Evaluation of n-Alkanes as digesta markers in dairy cows*. Journal of Animal Science 69, S.1726-1732.

PAPKE, G. (2010): *Assessment of in vitro digestibility of roughages using different sources of sow inocula*. Diplomarbeit, Universität Kassel Fachgebiet Tiergesundheit und Tierernährung, Witzenhausen.

PEJSAK, Z. UND TARASIUK, K. (1989): *The occurrence of endotoxin in sows with coliform mastitis*. Theriogenology 32, S.335-341.

PELTONIEMI, O., TAST, A., HEINONEN, M., ORAVAINEN, J., MUNSTERHJELM, C., HÄLLI, O., OLIVIERO, C., HÄMEENOJA, P. UND VIROLAINEN, J. (2009): *Fertility of sows fed ad libitum with a high fibre diet during pregnancy*. Reproduction in Domestic Animals

PENNING, P. (2004): *Animal-based techniques for estimating herbage intake*. In: Penning, P.: *Herbage Intake Handbook*, S.53-93, British Grassland Society

PETERS, L. (2008): *Untersuchungen zur Futteraufnahme und Futterselektion weidender Rinder unter Nutzung von n-Alkanen*. Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Halle-Wittenberg.

PIASENTIER, E., BOVOLENTA, S., MALOSSINI, F. UND SUSMEL, P. (1995): *Comparison of n-alkanes or chromium oxide methods for estimation of herbage intake by sheep*. Small Ruminant Research 18, S.27-32.

POLLMANN, D., DANIELSON, D., CRENSHAW, M. UND PEO, E. (1980): *Performance Long-Term Effects of Dietary Additions of Alfalfa and Tallow on Sow Reproductive Performance*. Journal of Animal Science 1980, 51, S.294-299.

REKIEL, A., GAJEWSKA, J., TOPOL, K. UND SAWOSZ, K. (2005): *Effect of intensity of feeding on the intestinal microflora of pigs*. Polish Journal of Microbiology 54, 4, S.331-334.

RENTERIA-FLORES, J.A., JOHNSTON, L.J., SHURSON, G.C., MOSER, R.L. UND WEBEL, S.K. (2008): *Effect of soluble and insoluble dietary fiber on embryo survival and sow performance*. Journal of Animal Science 86, 10, S.2576-258.

RIVERA FERRE, M., EDWARDS, S., MAYES, R., RIDDOCH, I. UND HOVELL, D.F. (1999): *Grass utilisation by outdoor sows in different seasons measured by the nalkane technique*. In: Hermansen, J.L.V. und Thuen, E.: *Ecological Animal Husbandry in the Nordic Countries*, S.87-92, Eigenverlag Danish Research Centre for Organic Farming, Tjele, Dänemark.

RODEHUTSCORD, M. (2004): *Fütterung und Futtermittel*. In: Prange, H.: *Gesundheitsmanagement Schweinehaltung*, S.114-129, Eugen Verlag Ulmer, Stuttgart.

RUMM, P. (1999): *Untersuchungen zum Abbau partikulärer organischer Substanzen in einem Langsandsfilter durch Metazoen am Beispiel von Niphargus fontanus*. Dissertation, Carl von Ossietzky-Universität Fachbereich 7, Biologie, Geo- und Umweltwissenschaften, Oldenburg.

- SALANITRO, J., BLAKE, I. UND MUIRHEAD, P. (1977): *Isolation and identification of fecal bacteria from adult swine.*
- SAPPOCK, M., PELLIKAAN, W., SCHENKEL, H. UND SUNDRUM, A. (2008): *Einsatz von Raufuttermitteln (Silage, Weidelgras, Topinambur und Stoppelrüben) im Vegetationsverlauf in der ganzjährigen Freilandhaltung von Mastschweinen.* BLE Bericht 03OE407, Bundesministerium für Ernährung, L.u.V., Bonn.
- SAPPOCK, M., PELLIKAAN, W., VERSTEGEN, M. UND SUNDRUM, A. (2009): *Assessing fibre-rich feedstuffs in pig nutrition - comparison of methods and their potential implications.* Journal of the Science of Food and Agriculture 89, S.2541-2550.
- SCHAFZAHN, W. (2008): *CCM - Für Zuchtsau und Ferkel geeignet?* Landwirt 3, S.17-19.
- SCHRÖDL, W., JAEKEL, L. UND KRÜGER, M. (2003): *C-reactive protein and antibacterial activity in blood plasma of colostrum-fed calves and the effect of lactulose.* Journal of Dairy Science 86, S.3313-3320.
- SCHRÖDL, W. (2010): *mündliche Angabe.*
- SCHUBBERT, A. UND WERNER, C. (2009): *Sauen lieben Raufutter.* Bioland 8, S.24-25.
- SPOOLDER, H.A.M., BURBIDGE, J.A., EDWARDS, S.A., SIMMINS, P.H. UND LAWRENCE, A.B. (1995): *Provision of straw as a foraging substrate reduces the development of excessive chain and bar manipulation in food restricted sows.* Applied Animal Behaviour Science 43, 4, S.249-262.
- STEWART, C.O.N. UND BOYLE, L. (2008): *Influence of access to straw provided in racks on the welfare of sows in large dynamic groups.* Applied Animal Behaviour Science 112, S.235-247.
- STOLBA, A. UND WOOD-GUSH, D. (1989): *The behaviour of pigs in a seminatural environment.* Animal Production 48, S.419-425.
- STOLZENBURG, K. (2002): *Anbau und Verwendung von Topinambur (Helianthus tuberosus L.).* Eigenverlag, Forchheim.
- SUNDRUM, A. (2002): *Mais in der Fütteration von Schweinen.* Fachtagung zur Erzeugung und Verwertung von Mais im Ökologischen Landbau (Maistagung), Witzenhausen.
- SUNDSTØL, F. UND OWEN, E. (1984): *Straw and other fibrous by-products as feed.* Elsevier Verlag, Amsterdam New York.
- TZORTZIS, G., GOULAS, A., GEE, J. UND GIBSON, G. (2005): *A novel galactooligosaccharide mixture increases the bifidobacterial population numbers in a continuous in vitro fermentation system and in the proximal colonic contents of pigs in vivo.* Journal of Nutrition 135, S.1726-1731.
- ULBRICH, M., HOFFMANN, M. UND DROCHNER, W. (2004): *Fütterung und Tiergesundheit.* Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- UNAL, Y. UND GARNSWORTHY, P. (1999): *Estimation of intake and digestibility of forage-based diets in group-fed dairy cows using alkanes as markers.* Journal of Agricultural Science 133, S.419-425.

- URDL, M. (2009): *Bestimmung der Eiweißverdaulichkeit von Kleegrassilage und Luzernegrünmehl durch Mastschweine*. Abschlussbericht, Lehr- und Forschungszentrum Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein.
- VALIENTE, O.L.P., DE VEGA, A. UND GUADA, J.A. (2003): *Validation of the nalkane technique to estimate intake, digestibility, and diet composition in sheep consuming mixed grain: roughage diets*. Australian Journal of Agricultural Research 54, S.693-702.
- VAN SOEST, P., ROBERTSON, J. UND LEWIS, B. (1991): *Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition*. Journal of Dairy Science 74, S.3583-3597.
- VAREL, H. UND POND, W. (1985): *Enumeration and activity of cellulolytic bacteria from gestating swine fed various levels of dietary fibre*. Applied and Environmental Microbiology 49, S.858-862.
- VEUM, T.L., CRENSHAW, J.D., CRENSHAW, T.D., CROMWELL, G.L., EASTER, R.A., EWAN, R.C., NELSEN, J.L., MILLER, E.R., PETTIGREW, J.E., ELLERSIECK, M.R. UND NORTH CENTRAL REGION-42 COMMITTEE ON SWINE NUTRITION, (2009): *The addition of ground wheat straw as a fiber source in the gestation diet of sows and the effect on sow and litter performance for three successive parities*. Journal of Animal Science 87, S.1003-1012.
- VU, V., PRAPASONGSA, T., POULSEN, H. UND JØRGENSEN, J. (2009): *Prediction of manure nitrogen and carbon output from grower-finisher pigs*. Animal Feed Science and Technology 151, 1-2, S.97-110.
- WALDMANN, K., PLONAIT, H. UND BICKHARDT, K. (2004): *Lehrbuch der Schweinekrankheiten*. 4.Auflage, Parey Verlag, Stuttgart.
- WALLACE, H., THIEU, D. UND COMBS, G. (1974): *Alfalfa meal as a special bulky ingredient in the sow diet at farrowing and during lactation*. Forschungsbericht, Department of Animal Science, Gainsville.
- WENK, C. (2001): *The role of dietary in the digestive physiology of the pig*. Animal Feed Science and Technology 90, S.21-33.
- WERNER, C. UND SUNDRUM, A. (2008): *Zum Einsatz von Raufutter bei Mastschweinen*. In: Rahmann, G. und Schumacher, U.: *Landbauforschung Sonderheft 320*, S.61-67, Eigenverlag, Braunschweig.
- WHITTAKER, X., EDWARDS, S.A., SPOOLDER, H.A.M., LAWRENCE, A.B. UND CORNING, S. (1999): *Effects of straw bedding and high fibre diets on the behaviour of floor fed group-housed sows*. Applied Animal Behaviour Science 63, 1, S.25-39.
- WHITTAKER, X., SPOOLDER, H.A.M., EDWARDS, S.A., LAWRENCE, A.B. UND CORNING, S. (1998): *The influence of dietary fibre and the provision of straw on the development of stereotypic behaviour in food restricted pregnant sows*. Applied Animal Behaviour Science 61, 2, S.89-102.
- WILKINSON, J. (1976): *Voluntary Intake and Efficiency of utilisation of whole-crop maize silage*. Animal Feed Science and Technology 1, S.441-454.
- WILLIAMS, B., BOSCH, M., BOER, H., VERSTEGEN, M. UND TAMMINGA, S. (2005): *An in vitro batch culture method to assess potential fermentability of feed ingredients for*

monogastric diets. Animal Feed Science and Technology 123-124, S.445-462.

WILLIAMS, B., VERSTEGEN, M. UND TAMMINGA, S. (2001): *Fermentation in the large intestine of single-stomached animals and its relationship to animal health*. Nutrition Research Reviews 14, S.207-227.

WILSON, H., SINCLAIR, A., HOVELL, F., MAYES, R. UND EDWARDS, S. (1999): *Validation of the n alkane technique for measuring herbage intake in sows*. In: British Society of Animal Welfare: *Proceedings of the British Society of Animal Science*, S.177-,

WINTER, R. (1992): *Futterbau und Gründüngung*. In: Neuerburg, W. und Padel, S.: *Organisch-biologischer Landbau in der Praxis*, S.117-132, BLV-Verlagsgesellschaft, München Wien Zürich.

YOUNG, M., TOKACH, M., AHERNE, F., MAIN, R., DRITZ, S., GOODBAND, R. UND NELSEN, J. (2004): *Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance*. Journal of Animal Science 82, S.3058-3070.

ZIRON, M.H.S. (2003): *Einfluss der ad libitum Fütterung bzw. rationierten Fütterung von Sauen über mehrere Trächtigkeiten hinweg auf die Leistungen*. Züchtungskunde 75, S.42-52.

ZIRON, M. (2005): *Einfluss der ad libitum bzw. rationierten Fütterung von Sauen über mehrere Trächtigkeiten hinweg auf unterschiedliche Verhaltens- und Leistungsparameter*. Habilitationsschrift, Justus-Liebig-Universität Gießen Tierhaltung und Haltungsbio-logie, Gießen.

7 Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektteilnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt

Im Rahmen des Teilprojektes wurden folgende Veröffentlichungen realisiert:

Vorträge:

- 2009, 14.4.: "Raufutterfütterung bei Sauen" . Bioschweinehaltung auf dem Prüfstand: Wie geht es weiter in der Fütterung ?, Bioland Berater Tagung Hofgut Richerode, Jesberg.
- 2010, 8.1.: "Raufuttereinsatz bei tragenden Sauen - Last oder Chance", 9. Internationale Bio-Schweinetagung, Reinfeld.
- 2010, 26.10.: "Raufutterfütterung bei Sauen" - Ökologische Schweineproduktion - Futterproduktion und Gesundheitsaspekte, Biopark e.V. Vortragsveranstaltung, Güstrow.

Veröffentlichungen:

- SCHUBBERT, A.; WERNER, C.; SUNDRUM, A. (2011): Einfluss der Raufutterfütterung von tragenden Sauen auf die Reproduktionsleistungen von Sauen und deren Ferkel, 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Justus-Liebig-Universität, Gießen, Artikel eingereicht.
- SCHUBBERT; A., WERNER; C., SUNDRUM, A. (2010): Einsatz von Raufutter in der Fütterung von tragenden Sauen, Landbauforschung Völkenrode - in Druck.
- PAPKE, G.; PELLIKAAN, W.; VERSTEGEN, M.; WERNER, C., SUNDRUM, A. (2010): Assessment of in vitro digestibility of roughages using different sources of sow inocula. J Sci Food Agric, eingereicht
- WERNER, C.; SCHUBBERT, A.; SUNDRUM, A. (2010): Fütterungseinrichtungen für die Raufutternvorlage bei Schweinen. In: Stallbaulösungen für die alternative und ökologische Schweinehaltung - KTBL Schrift, noch unveröffentlicht
- SCHUBBERT, A; WERNER, C. (2010): Raufutterfütterung bei tragenden Sauen. In: Ökologische Schweinehaltung (Arbeitstitel) Hrsg: R. Bussemas, noch unveröffentlicht
- SCHUBBERT; A.; WERNER; C. (2009): Sauen lieben Raufutter. In: Bioland 8, S.24-25.
- HUPPERTZ, A. (2009): Kombinierte Fütterung von Zuchtsauen – Auswirkungen auf den Kraffuttereinsatz und die Arbeitswirtschaft auf einem ökologischen Ferkelerzeugerbetrieb.. Diplomarbeit, Fachgebiet Tierernährung und Tiergesundheit, Universität Kassel, Witzenhausen.
- SCHREIBER, T. (2009): Ökonomische Bewertung des Raufuttereinsatzes bei Sauen unter den Bedingungen der ökologischen Landwirtschaft. Bachelorarbeit, Fachgebiet Tierernährung und Tiergesundheit, Universität Kassel, Witzenhausen.

Anhang

Tabelle 34: Übersicht über die in der Studie untersuchten landwirtschaftlichen Betriebe

	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
Management				
Anzahl Sauen	170	50	70	40
Mutter	DLxDE	DLxDE	DL x DE	DL x DE
Vater	HaDU	HaDU	HaDu	Duroc
Jungsauen	Eigen	Zukauf	Eigen + Zukauf	Eigen + Zukauf
Absetzrhythmus	3 Wochen	3 Wochen	3 Wochen	3 Wochen
Einstellung in Abferkelstall	4 Tage vorher	3 Tage vorher	4 Tage vorher	7 Tage vorher
Waschen der Sauen	nein	ja	nein	nein
Geburtsüberwachung	unregelmäßig	unregelmäßig	unregelmäßig	nein
Wurfausgleich	bis zu 3 Tagen	bis zu 3 Tagen	bis zu 2 Tagen	bis zu 10 Tagen
Temperaturdaten Sau p.p.	unregelmäßig	unregelmäßig	nein	nein
Ferkelgeburtsgewichte	ja	nein	nein	nein
Ferkelabsetzgewichte	ja	nein	nein	nein
Haltung				
Tragende Sauen				
Gruppengröße Sauen	24	20-22	ca. 8	8-10
Platzangebot pro Sau	4,5	5,7	4,7	4,4
Ausläufe	ja	ja	ja	nein
Ferkelführende Sauen				
Einzelhaltung	ja	nein	nein	nein
Anzahl Sauen Gruppensäugen	-	6	7	6
Ausläufe bis 14 Tage p.p.	ja	ja	nein	nein
Gruppensäugen	nein	ja	ja	ja
Alter der Ferkel bei Gruppierung	-	14 Tage	14-21 Tage	10 Tage
Ausläufe Gruppensäugen	-	ja	nein	ja
Platzangebot pro Sau Einzelsäugen	13,0	12,3	4,8	6,7
Platzangebot pro Sau Gruppensäugen	-	11,5	11,7	12,2
Platzangebot pro Sau in Säugezeit	13,0	11,9	8,3	9,5
Fütterung				
Tragende Sauen				
Futtermittelanalyse wird Futterverbrauch ermittelt?	1 x jährlich ja	1 x jährlich nein	1 x jährlich nein	1 x jährlich nein
Raufutter Futterform	Stroheinstreu Breifütterung	Heu Silage Breifütterung	Heu Trockenfütterung	Heu Trockenfütterung
Ferkelführende Sauen				
Raufutter Futterform Futterzulage	Stroheinstreu Breifütterung nach Bedarf	Heu Silage Breifütterung nach Bedarf	Heu Trockenfütterung nach Bedarf	Heu Trockenfütterung nach Bedarf

Tabelle 35: Inhaltsstoffe von Stroh (S), Heu (H), Kleegrassilage (Kg), Maissilage (M) sowie Topinamburknollen (T) in g pro Kilogramm Trockenmasse, (XA = Rohasche, XP = Rohprotein, XX = Rohfett, XF = Rohfaser, S = Stärke, Z = Zucker, NfE = N-freie Extraktionsstoffe, OM = Organische Masse, OR = Organischer Rest)

		<i>XA</i>	<i>XP</i>	<i>XX</i>	<i>XF</i>	<i>S</i>	<i>Z</i>	<i>NfE</i>	<i>NfE+XF</i>	<i>OM</i>	<i>OR</i>
S (n=13)	Min	42,2	18,4	9,4	415,6	0,0	0,0	396,4	837,8	900,7	396,4
	Max	99,3	47,9	19,6	508,2	11,8	20,9	463,1	922,6	957,8	463,1
	MW	61,2	26,4	13,9	480,2	1,0	5,8	418,3	898,5	938,8	417,3
	SD	15,4	7,5	3,4	29,5	3,3	7,2	19,3	21,7	15,4	18,9
H (n=16)	Min	80,9	67,2	6,7	283,9	0,0	64,5	398,9	737,2	833,6	318,8
	Max	166,4	106,3	17,0	364,7	0,0	89,2	506,6	839,6	919,1	429,3
	MW	97,9	82,2	11,5	334,4	0,0	79,4	473,9	808,3	902,1	394,5
	SD	20,7	10,3	2,5	22,7	0,0	5,8	26,3	23,2	20,7	26,7
Kg (n=24)	Min	93,7	132,2	14,3	251,3	0,0	0,0	334,2	597,3	799,2	298,4
	Max	187,4	203,9	37,1	302,9	0,0	81,5	452,6	746,9	906,3	452,6
	MW	119,5	172,0	22,8	279,0	0,0	32,4	406,7	685,7	877,3	394,7
	SD	22,1	16,6	7,7	12,6	0,0	28,4	34,1	40,5	27,4	42,1
M (n = 24)	Min	45,7	69,2	29,3	167,2	234,0	0,0	587,2	809,9	942,9	265,0
	Max	57,1	98,4	40,9	237,8	366,3	2,7	654,1	846,3	954,3	355,4
	MW	50,5	87,0	37,0	192,3	322,4	0,2	633,0	825,4	949,5	310,6
	SD	3,3	7,8	3,3	20,0	38,3	0,6	18,2	9,5	3,3	24,2
T (n = 14)	Min	47,8	52,6	3,4	42,7	0,0	529,8	751,5	822,1	902,3	18,2
	Max	97,7	82,4	11,9	70,6	0,0	790,8	844,9	889,2	952,2	844,9
	MW	68,7	68,2	6,2	51,8	0,0	568,5	805,1	856,9	931,3	593,6
	SD	18,0	9,8	2,2	8,6	0,0	66,9	31,5	25,4	18,0	321,8

Tabelle 36: Gehalte der Faserfraktionen NDF, ADF, ADL, Hemizellulose und Zellulose sowie der Nichtfaser-Kohlenhydrate (NFC) in g/kg Trockenmasse für Stroh (S), Heu (H), Kleeegrassilage (Kg), Maissilage (M) sowie Topinamburknollen (T)

		<i>NDF</i>	<i>ADF</i>	<i>ADL</i>	<i>Hemizell.</i>	<i>Zellulose</i>	<i>NFC</i>
S (n = 2)	Min	752,1	505,4	92,0	246,7	412,8	84,9
	Max	820,2	531,5	92,6	288,8	439,6	85,8
	MW	786,2	518,5	92,3	267,7	426,2	85,3
	SD	48,3	18,5	0,5	29,8	19,8	0,6
H (n = 2)	Min	524,7	400,6	75,3	95,1	325,3	202,5
	Max	619,5	429,6	104,0	218,9	326,0	274,3
	MW	572,1	415,1	89,7	156,9	325,6	238,4
	SD	67,1	20,5	20,3	87,6	0,5	50,8
Kg (n=2)	Min	431,0	275,4	95,2	155,6	159,6	182,3
	Max	481,8	304,8	115,9	177,1	209,6	265,1
	MW	456,4	290,1	105,5	166,3	184,6	223,7
	SD	35,9	20,7	14,6	15,2	35,4	58,5
M (n = 3)	Min	336,6	208,1	116,4	128,5	58,7	411,1
	Max	417,2	258,4	173,3	158,8	142,0	486,2
	MW	380,7	239,7	146,4	141,0	93,3	451,4
	SD	40,9	27,5	28,6	15,8	43,4	37,9
T (n =3)	Min	70,2	57,9	10,5	4,6	47,2	721,0
	Max	114,7	110,1	46,0	29,6	64,1	800,7
	MW	90,8	75,3	22,4	15,5	53,8	767,1
	SD	22,4	30,1	20,4	12,8	9,0	41,3

Tabelle 37: Gehalte an N ges, C ges in Prozent bezogen auf Trockenmasse sowie das C/N- Verhältnis von Stroh (S), Heu (H), Kleeegrassilage (kg), Maissilage (M) und Topinamburknollen (T)

		<i>N ges</i>	<i>C ges</i>	<i>C:N</i>
S (n = 2)	Min	0,2	46,0	162:1
	Max	0,3	46,5	193:1
	MW	0,3	46,2	178:1
	SD	0,0	0,3	22:1
H (n = 2)	Min	1,4	44,9	29:1
	Max	1,6	45,1	32:1
	MW	1,5	45,0	31:1
	SD	0,1	0,2	2:1

Kg (n=2)	Min	2,3	45,2	17:1
	Max	2,7	45,8	20:1
	MW	2,6	45,4	18:1
	SD	0,2	0,3	2:1
M (n = 3)	Min	1,0	46,2	35:1
	Max	1,3	46,5	46:1
	MW	1,2	46,3	41:1
	SD	0,2	0,1	6:1
T (n =3)	Min	0,8	41,2	38:1
	Max	1,1	42,5	54:1
	MW	0,9	41,8	46:1
	SD	0,2	0,6	8:1

Tabelle 38: Gehalte an N ges, C ges in Prozent bezogen auf Trockenmasse sowie das C/N Verhältnis in Faeces von tragenden Sauen bei einer Vorlage Stroh (S), Heu (H), Kleegrassilage (Kg), Maissilage (M) und Topinamburknollen (T) im Vergleich zur Kontrollgruppe (K) und konv Kontrollgruppe (K konv)

	K		S		H		Kg		M		T		K konv	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
99. Tag a.p., keine Raufutter														
N ges	1,9 ^a	0,4	2,0 ^a	0,6	1,9 ^a	0,5	1,9 ^a	0,4	1,7 ^a	0,4	1,9 ^a	0,4	2,6	0,1
C ges	45,8 ^{ab}	2,8	46,2 ^{abc}	3,0	48,8 ^b	3,5	48,9 ^b	2,8	50,5 ^b	3,5	49,8 ^b	1,9	43,9	1,5
C/N Verh.	27:1 ^a	10,8	26:1 ^a	11,8	28:1 ^a	12,0	27:1 ^a	6,8	31:1 ^a	9,8	28:1 ^a	8,0	17:1	0,9
55. Tag a.p., mit Raufutter														
N ges	1,7 ^a	0,3	1,7 ^a	0,4	2,1 ^{ab}	0,4	2,3 ^c	0,4	2,0 ^{ab}	0,3	1,6 ^a	0,9	2,3	0,1
C ges	48,5 ^{ab}	4,0	49,5 ^{ab}	2,3	48,2 ^{ab}	4,7	45,0 ^b	4,6	50,7 ^c	4,6	26,0 ^a	12,6	45,7	1,8
C/N Verh.	29:1 ^{cd}	6,8	31:1 ^d	9,9	24:1 ^{bc}	3,8	20:1 ^{ab}	4,1	26:1 ^{bcd}	5,0	17:1 ^a	4,1	20:1	1,2
13. Tag a.p., mit Raufutter														
N ges	1,9 ^a	0,4	1,8 ^a	0,2	2,1 ^a	0,4	2,7 ^b	0,5	1,9 ^a	0,3	1,9 ^a	0,6	2,7	0,2
C ges	49,1 ^b	2,2	49,4 ^b	3,1	47,7 ^b	2,8	45,4 ^b	3,2	47,0 ^b	4,6	29,3 ^a	10,6	45,4	0,9
C/N Verh.	27:1 ^{bc}	5,5	28:1 ^c	4,8	24:1 ^b	4,0	18:1 ^a	3,5	25:1 ^{bc}	3,7	15:1 ^a	3,1	17:1	1,2

a,b,c,d kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Zeile (univariate ANOVA, $p < 0,05$, post hoc nach Gabriel)

Tabelle 39: Gehalte an AMP, ADP und ATP in nmol/g TM im Kot von Sauen mit und ohne Raufutternvorlage in der Tragezeit für die verschiedenen Gruppen

		99. Tag a.p.		55. Tag a.p.		13. Tag a.p.	
		ohne Raufutter		mit Raufutter		mit Raufutter	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD
Kontrolle n=23/24/19	AMP	3726,3	2257,5	1773,4	449,1	1856,4	916,1
	ADP	4898,9	10552,4	2146,5	2992,5	2359,0	1522,4
	ATP	11726,0	16946,4	3986,4	1878,4	5587,8	3640,7
Stroh n=21/23/23	AMP	5978,6	5001,5	4136,7	1529,7	6146,6	3411,8
	ADP	3502,7	2903,8	7315,2	6201,9	3779,0	1474,3
	ATP	5699,3	3880,2	6750,0	3353,3	7768,0	3994,4
Heu n=24/24/21	AMP	6329,6	9230,2	2288,6	1274,3	6307,3	2755,5
	ADP	11563,8	18058,1	1553,3	911,0	3085,8	1596,3
	ATP	4935,9	2417,5	3021,2	2344,2	5902,9	2608,8
Kleegrassilage n=22/20/18	AMP	5428,2	4860,9	1975,2	911,3	2598,8	1031,1
	ADP	1856,1	835,8	4535,2	4699,6	2568,6	1109,0
	ATP	4097,4	2062,0	4249,6	1890,3	4246,8	2115,5
Maissilage n=24/23/24	AMP	5089,9	1959,7	5912,3	2908,1	2868,3	626,6
	ADP	3989,6	2248,2	4837,8	2391,0	5114,3	3578,8
	ATP	6701,7	5702,2	6849,8	2992,8	5270,7	1628,6
Topinambur n=24/24/22	AMP	2243,4	2051,4	9900,6	7771,2	1913,2	1307,4
	ADP	1856,3	731,7	7129,0	5930,4	2471,7	1593,4
	ATP	4839,2	2125,9	9218,4	3137,3	4664,4	3282,6

Tabelle 40: aerobe Gesamtkeimzahl in log KbE pro g Frischkot in der Trage- sowie Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen

		Nullprobe	Tragezeit		Säugezeit	
		ohne Raufutter 99. Tag a.p.	mit Raufutter 55. Tag a.p.	mit Raufutter 13. Tag a.p.	ohne Raufutter 10. Tag p.p.	ohne Raufutter 35. Tag p.p.
Kontrolle	n	24	22	24	20	24
	Min	4,7	5,5	4,2	3,2	3,2
	Max	7,5	7,4	7,3	8,0	7,3
	MW	6,4 ^b	6,4 ^b	5,8 ^a	4,8 ^{ab}	4,9 ^{ab}
	SD	0,8	0,5	0,8	1,1	0,8
Stroh	n	23	24	23	24	24
	Min	5,3	5,4	4,7	3,0	3,2
	Max	7,0	8,4	7,9	8,9	8,1
	MW	6,2 ^b	6,8 ^b	5,9 ^{ab}	5,4 ^b	4,9 ^{ab}
	SD	0,4	0,9	0,8	1,4	1,1
Heu	n	24	23	24	21	21
	Min	5,0	5,8	5,2	3,4	3,4
	Max	6,8	8,2	7,5	5,7	7,0
	MW	6,1 ^b	6,6 ^b	6,5 ^b	4,6 ^{ab}	4,7 ^{ab}
	SD	0,5	0,6	0,6	0,6	0,9

Kleegrassilage	n	24	24	23	24	24
	Min	4,0	6,3	5,6	3,6	4,0
	Max	7,0	7,5	6,9	6,6	7,8
	MW	5,3 ^a	6,7 ^b	6,2 ^{ab}	4,6 ^{ab}	5,5 ^b
	SD	0,7	0,4	0,4	0,8	0,8
Maissilage	n	23	24	24	21	23
	Min	4,2	4,3	4,6	3,4	3,1
	Max	8,1	8,0	7,3	6,7	6,0
	MW	6,1 ^b	6,7 ^b	6,3 ^{ab}	4,5 ^a	4,5 ^a
	SD	0,8	1,0	0,8	0,8	0,9
Topinambur	n	24	23	24	24	24
	Min	4,4	4,4	5,0	3,0	3,0
	Max	6,3	5,8	7,7	5,9	7,3
	MW	5,5 ^a	5,3 ^a	6,4 ^{ab}	4,6 ^{ab}	4,9 ^{ab}
	SD	0,4	0,4	0,9	0,8	1,1
Kontrolle konv	n	6	6	6	6	6
	Min	5,1	5,5	4,5	3,9	5,6
	Max	7,0	7,7	7,7	7,7	7,3
	MW	6,3	6,6	6,1	6,2	6,7
	SD	0,7	0,8	1,4	1,5	0,6

a,b kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte (univariate ANOVA, $p < 0,05$, post hoc nach Gabriel, durchschnittl. Harmonisches Mittel für Stichprobengröße, $n = 23,33$)

Tabelle 41: Gesamtkeimzahl an E. coli in log KbE pro g Frischkot in der Trage- sowie Säugezeit mit und ohne Raufuttervorlage in den Faeces von Sauen

		Nullprobe ohne Raufutter 99. Tag a.p.	Tragezeit mit Raufutter		Säugezeit ohne Raufutter	
			55. Tag a.p.	13. Tag a.p.	10. Tag p.p.	35. Tag p.p.
Kontrolle	n	24	22	24	20	24
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	5,4	5,3	5,7	5,2	5,1
	MW	4,0 ^a	4,0 ^a	3,6 ^a	3,6 ^a	3,4 ^a
	SD	0,7	0,6	0,8	0,6	0,6
Stroh	n	23	24	23	24	24
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	5,5	6,4	5,0	6,5	5,6
	MW	4,0 ^a	4,5 ^a	4,0 ^{ab}	3,4 ^a	3,9 ^{ab}
	SD	0,8	1,1	0,7	0,7	0,6
Heu	n	24	23	24	21	22
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	5,1	8,2	6,3	5,4	5,5
	MW	4,0 ^a	4,6 ^a	4,4 ^b	3,4 ^a	3,8 ^{ab}
	SD	0,7	1,1	0,8	0,6	0,8
Kleegrassilage	n	24	24	23	24	24
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	5,6	5,0	4,7	4,4	6,4
	MW	3,8 ^a	4,0 ^a	3,9 ^{ab}	3,3 ^a	4,3 ^b
	SD	1,0	0,7	0,6	0,4	0,9
Maissilage	n	23	24	24	21	23
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	6,0	5,6	5,7	4,5	5,6
	MW	4,7 ^b	4,0 ^a	4,0 ^{ab}	3,3 ^a	3,3 ^a
	SD	0,7	0,7	0,9	0,4	0,6
Topinambur	n	24	24	24	24	24
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	5,5	5,5	7,4	5,3	5,8
	MW	4,2 ^{ab}	4,0 ^a	3,9 ^{ab}	3,7 ^a	4,2 ^b
	SD	0,7	0,9	1,0	0,8	0,8

Kontrolle konv	n	6	6	6	6	6
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	4,4	4,9	5,9	4,5	5,1
	MW	3,6	3,9	4,2	3,6	3,8
	SD	0,5	0,8	1,2	0,6	0,8

a,b kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte (univariate ANOVA, $p < 0,05$, post hoc nach Gabriel, durchschnittl. harmonisches Mittel für Stichprobengröße, $n = 23,33$)

Tabelle 42: Anaerobe Gesamtkeimzahl in log KbE pro g Frischkot in der Trage- sowie Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage in den Faeces von Sauen

		Nullprobe ohne Raufutter 99. Tag a.p.	Tragezeit mit Raufutter		Säugezeit ohne Raufutter	
			55. Tag a.p.	13. Tag a.p.	10. Tag p.p.	35. Tag p.p.
Kontrolle	n	24	22	24	20	24
	Min	6,4	6,3	5,8	5,4	5,3
	Max	8,3	8,5	8,2	8,3	7,8
	MW	7,3 ^{ab}	7,5 ^b	7,0 ^{ab}	6,6 ^a	6,4 ^a
	SD	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7
Stroh	n	23	24	24	24	24
	Min	6,1	6,5	6,1	5,4	6,4
	Max	8,4	8,6	8,7	9,1	8,1
	MW	6,9 ^{ab}	7,5 ^b	7,4 ^b	6,9 ^{ab}	7,1 ^b
	SD	0,6	0,7	0,8	0,9	0,5
Heu	n	24	23	24	21	22
	Min	6,2	6,0	6,0	5,5	5,0
	Max	7,8	8,3	8,4	7,5	7,8
	MW	7,0 ^{ab}	7,1 ^b	7,5 ^b	6, ^{ab}	6,9 ^{ab}
	SD	0,4	0,6	0,7	0,6	0,6
Kleegrassilage	n	24	24	23	24	24
	Min	5,6	6,5	6,0	5,5	6,8
	Max	8,0	8,1	7,7	7,5	9,0
	MW	6,8 ^a	7,3 ^b	6,8 ^a	6,4 ^a	7,8 ^c
	SD	0,6	0,4	0,4	0,4	0,7
Maissilage	n	23	24	24	21	23
	Min	5,0	6,5	6,0	6,5	4,8
	Max	8,2	7,9	8,1	8,0	7,5
	MW	6,8 ^a	7,3 ^b	7,1 ^{ab}	7,2 ^b	6,7 ^{ab}
	SD	0,7	0,3	0,5	0,4	0,5
Topinambur	n	24	24	24	24	24
	Min	5,3	3,9	3,7	6,0	4,3
	Max	9,4	8,4	8,6	7,7	7,8
	MW	7,4 ^b	6,1 ^a	6,9 ^{ab}	6,8 ^{ab}	6,3 ^a
	SD	1,1	1,1	0,9	0,5	1,0
Kontrolle konv	n	6	6	6	6	6
	Min	7,2	7,4	5,9	6,7	7,3
	Max	7,7	8,3	8,1	8,1	8,4
	MW	7,4	7,8	7,1	7,3	7,9
	SD	0,2	0,4	0,9	0,5	0,4

a,b kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte (univariate ANOVA, $p < 0,05$, post hoc nach Gabriel, durchschnittl. harmonisches Mittel für Stichprobengröße, $n = 23,33$)

Tabelle 43: Gehalt an *Cl. perfringens* in log KbE pro g Frischkot in der Trage- sowie Säugezeit mit und ohne Raufuttervorlage in den Faeces von Sauen

		Nullprobe ohne Raufutter 99. Tag a.p.	Tragezeit mit Raufutter		Säugezeit ohne Raufutter	
			55. Tag a.p.	13. Tag a.p.	10. Tag p.p.	35. Tag p.p.
Kontrolle	n	24	22	24	20	24
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	6,0	5,3	5,2	5,0	4,5
	MW	4,3 ^b	4,2 ^c	3,9 ^a	3,9 ^a	3,5 ^{ab}
	SD	1,2	0,6	0,7	0,6	0,5
Stroh	n	23	24	24	24	24
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	5,3	4,8	5,2	7,6	4,3
	MW	3,6 ^a	3,5 ^{ab}	3,8 ^a	4,4 ^a	3,4 ^{ab}
	SD	0,8	0,6	0,8	0,9	0,4
Heu	n	24	23	24	21	22
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	4,7	4,7	6,1	6,4	4,1
	MW	3,5 ^a	3,4 ^a	4,4 ^{abc}	4,3 ^a	3,3 ^a
	SD	0,4	0,6	0,9	0,8	0,3
Kleegrassilage	n	24	24	23	24	24
	Min	3,0	3,0	3,0	3,2	3,0
	Max	4,0	5,3	6,0	5,4	4,0
	MW	3,2 ^a	3,9 ^{bc}	4,2 ^{ab}	4,1 ^a	3,3 ^a
	SD	0,3	0,5	0,9	0,8	0,3
Maissilage	n	23	24	24	21	23
	Min	3,0	3,0	3,3	3,0	3,0
	Max	3,7	4,0	6,3	5,3	3,9
	MW	3,2 ^a	3,2 ^a	5,0 ^c	4,0 ^a	3,3 ^a
	SD	0,3	0,3	0,7	0,5	0,3
Topinambur	n	24	24	24	24	24
	Min	3,0	3,0	3,5	3,4	3,0
	Max	4,3	3,8	6,2	6,3	4,6
	MW	3,3 ^a	3,1 ^a	4,6 ^{bc}	4,5 ^a	3,7 ^c
	SD	0,4	0,2	0,8	0,8	0,5
Kontrolle konv	n	6	6	6	6	6
	Min	3,7	4,9	3,0	3,0	3,0
	Max	5,9	6,2	6,5	5,1	4,4
	MW	5,2	5,5	5,1	4,3	3,6
	SD	0,8	0,5	1,4	0,7	0,7

a,b,c kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte (univariate ANOVA, $p < 0,05$, post hoc nach Gabriel, durchschnittl. harmonisches Mittel für Stichprobengröße, $n = 23,33$)

Tabelle 44: Gehalt an Laktobazillen in log KbE pro g Frischkot in der Trage- sowie Säugezeit mit und ohne Raufuttervorlage in den Faeces von Sauen

		Nullprobe ohne Raufutter 99. Tag a.p.	Tragezeit mit Raufutter		Säugezeit ohne Raufutter	
			55. Tag a.p.	13. Tag a.p.	10. Tag p.p.	35. Tag p.p.
Kontrolle	n	24	22	24	20	24
	Min	6,1	6,3	5,0	5,0	5,0
	Max	8,4	8,1	8,0	8,5	7,7
	MW	7,3 ^c	7,2 ^a	6,5 ^a	6,5 ^{ab}	6,2 ^a
	SD	0,6	0,5	0,9	0,7	0,7
Stroh	n	23	24	24	24	24
	Min	5,7	5,4	5,6	4,0	5,7
	Max	8,0	8,0	8,2	8,3	7,7
	MW	6,7 ^{bc}	7,0 ^a	7,0 ^{ab}	6,2 ^{ab}	6,8 ^b
	SD	0,6	0,6	0,9	1,0	0,5
Heu	n	24	23	24	21	22
	Min	5,5	6,1	5,5	3,5	5,0
	Max	8,3	7,6	8,7	7,4	7,6
	MW	7,0 ^c	7,0 ^a	7,4 ^b	5,8 ^a	6,7 ^{ab}
	SD	0,7	0,5	0,9	1,3	0,6
Kleegrassilage	n	24	24	23	24	24
	Min	4,8	6,4	4,4	5,4	6,9
	Max	8,0	8,0	7,1	7,3	8,8
	MW	6,2 ^{ab}	7,4 ^a	6,4 ^a	6,2 ^{ab}	7,9 ^c
	SD	0,9	0,4	0,5	0,4	0,6
Maissilage	n	23	24	24	21	23
	Min	5,5	5,5	5,2	6,0	4,6
	Max	8,3	7,7	8,3	7,7	8,6
	MW	6,9 ^c	6,8 ^a	6,7 ^a	6,9 ^c	6,8 ^b
	SD	0,7	0,5	0,8	0,5	0,7
Topinambur	n	24	24	24	24	24
	Min	3,0	4,0	4,0	5,5	5,6
	Max	7,4	9,0	8,1	7,8	8,4
	MW	5,8 ^a	6,8 ^a	6,5 ^a	6,8 ^c	7,2 ^b
	SD	1,2	1,4	0,7	0,6	0,8
Kontrolle konv	n	6	6	6	6	6
	Min	6,3	6,8	5,7	6,3	6,8
	Max	7,4	8,0	7,6	7,7	8,4
	MW	6,7	7,4	6,5	6,9	7,6
	SD	0,5	0,4	0,7	0,6	0,7

a,b,c kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte (univariate ANOVA, $p < 0,05$, post hoc nach Gabriel, durchschnittl. harmonisches Mittel für Stichprobengröße, $n = 23,33$)

Tabelle 45: Gehalt an Hefen in log KbE pro g Frischkot in der Trage- sowie Säugezeit mit und ohne Raufuttervorlage in den Faeces von Sauen

		Nullprobe ohne Raufutter 99. Tag a.p.	Tragezeit mit Raufutter		Säugezeit ohne Raufutter	
			55. Tag a.p.	13. Tag a.p.	10. Tag p.p.	35. Tag p.p.
Kontrolle	n	24	22	24	20	24
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	MW	3,0 ^a	3,0 ^a	3,0	3,0 ^a	3,0 ^a
	SD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Stroh	n	23	24	24	24	24
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	2,8
	Max	3,3	3,3	3,0	4,1	3,0
	MW	3,0 ^a	3,0 ^{ab}	3,0	3,0 ^{ab}	3,0 ^a
	SD	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0
Heu	n	24	23	24	21	22
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	3,0	6,9	3,0	3,0	3,0
	MW	3,0 ^a	3,2 ^{ab}	3,0	3,0 ^a	3,0 ^a
	SD	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
Kleegrassilage	n	24	24	23	24	24
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	4,3	3,3	3,0	3,0	3,0
	MW	3,2 ^a	3,0 ^{ab}	3,0	3,0 ^a	3,0 ^a
	SD	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0
Maissilage	n	23	24	24	21	23
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	6,3	3,8	3,0	3,0	3,0
	MW	3,9 ^b	3,1 ^{ab}	3,0	3,0 ^a	3,0 ^a
	SD	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0
Topinambur	n	24	24	24	24	24
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0
	Max	3,0	4,3	3,0	4,1	3,0
	MW	3,0 ^a	3,3 ^b	3,0	3,1 ^b	3,0 ^a
	SD	0,0	0,4	0,0	0,3	0,2
Kontrolle konv	n	6	6	6	6	6
	Min	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Max	3,0	3,0	5,2	3,0	3,0
	MW	3,0	3,0	3,4	3,0	3,0
	SD	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0

a,b kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte (univariate ANOVA, $p < 0,05$, post hoc nach Gabriel, durchschnittl. harmonisches Mittel für Stichprobengröße, $n = 23,33$)

Tabelle 46: Endotoxingehalt in EU/g Frischkot mit und ohne Raufutternvorlage im Kot von Sauen zu verschiedenen Zeitpunkten ante bzw. post partum

		Nullprobe ohne Raufutter 99. Tag a.p.	Tragezeit mit Raufutter 55. Tag a.p. 13. Tag a.p.		Säugezeit ohne Raufutter 10. Tag p.p. 35. Tag p.p.	
Kontrolle	n	24	24	22	20	24
	Min	7,3	7,5	7,3	6,3	7,3
	Max	8,6	8,6	8,4	8,5	8,1
	MW	8,1 ^c	8,0 ^{cd}	7,8 ^c	7,5 ^a	7,6 ^a
	SD	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
Stroh	n	24	23	24	24	24
	Min	7,4	7,2	6,7	6,6	6,6
	Max	8,7	8,6	8,2	8,4	8,6
	MW	7,9 ^{bc}	8,0 ^d	7,4 ^{ab}	7,4 ^a	7,4 ^a
	SD	0,4	0,4	0,4	0,6	0,7
Heu	n	24	24	23	21	22
	Min	7,4	6,8	6,8	6,6	6,7
	Max	8,5	8,4	8,4	8,6	8,7
	MW	7,8 ^{bc}	7,7 ^b	7,5 ^{ab}	7,7 ^a	7,9 ^a
	SD	0,3	0,4	0,4	0,8	0,7
Kleegrassilage	n	23	24	24	24	24
	Min	6,6	6,3	6,5	6,0	6,5
	Max	8,2	8,5	8,9	8,6	8,6
	MW	7,4 ^a	7,4 ^{ab}	7,8 ^c	7,4 ^a	7,5 ^a
	SD	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8
Maissilage	n	23	24	24	24	24
	Min	6,6	6,3	6,5	6,0	6,5
	Max	8,2	8,5	8,9	8,6	8,6
	MW	7,4 ^c	7,4 ^{bc}	7,8 ^c	7,4 ^a	7,5 ^a
	SD	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8
Topinambur	n	24	24	24	24	24
	Min	6,7	6,6	6,3	6,5	6,0
	Max	8,7	8,4	7,6	8,7	8,7
	MW	7,7 ^{ab}	7,3 ^a	7,1 ^a	7,5 ^a	7,5 ^a
	SD	0,6	0,4	0,4	0,7	0,7
Kontrolle konv	n	6	6	6	6	6
	Min	4,7	4,6	4,6	4,7	5,3
	Max	5,4	6,1	5,5	5,5	5,5
	MW	5,1	5,3	5,2	5,2	5,4
	SD	0,3	0,5	0,3	0,3	0,1

a,b,c kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte (Kruskal Wallace Test für unabhängige Stichproben mit step-by-step Analyse für den Vergleich von homogenen Untergruppen)

Tabelle 47: Körpergewicht, BCS und Rückenspeckdicke in der Mitte der Trächtigkeit sowie in der Säugezeit

		n	Körpergewicht in kg				Rückenspeckdicke in mm				Body Condition Score			
			Min	Max	MW	SD	Min	Max	MW	SD	Min	Max	MW	SD
Kontrolle	49. Tag a.p.	24	163,5	260,5	199,5	25,2	8,0	18,0	12,7	2,9	3,0	4,5	3,6	0,5
	2. Tag p.p.	12	189,0	249,0	214,1	21,3	8,0	15,0	11,0	2,2	2,8	4,0	3,4	0,4
	33. Tag p.p.	24	156,0	264,5	202,2	27,9	6,0	13,0	9,8	1,9	2,0	4,5	3,2	0,7
Stroh	49. Tag a.p.	24	168,0	235,5	203,2	18,0	8,0	20,0	13,0	3,5	2,5	4,0	3,4	0,5
	2. Tag p.p.	24	160,0	214,0	190,9	15,1	7,0	16,0	11,2	2,6	2,0	4,0	3,1	0,4
	33. Tag p.p.	24	151,5	231,5	197,4	22,9	6,0	14,0	9,6	2,1	2,0	4,0	3,2	0,6
Heu	49. Tag a.p.	24	164,5	245,5	195,4	17,9	7,0	22,0	13,1	4,1	2,8	4,0	3,5	0,4
	2. Tag p.p.	21	160,0	218,0	185,4	16,1	7,0	14,0	10,0	1,9	2,5	4,0	3,0	0,4
	33. Tag p.p.	22	164,0	241,0	194,8	23,1	7,0	13,0	9,4	1,9	2,5	4,5	3,1	0,4
Kleegrassilage	49. Tag a.p.	24	150,0	230,0	196,6	20,7	6,0	17,0	12,0	3,4	3,0	4,5	3,7	0,4
	2. Tag p.p.	23	168,5	235,0	199,5	19,2	7,0	19,0	11,2	3,3	2,5	4,0	3,4	0,5
	33. Tag p.p.	24	157,2	229,5	197,9	19,6	7,0	16,0	10,3	2,2	2,5	4,0	3,1	0,3
Maissilage	49. Tag a.p.	24	140,0	234,0	197,3	25,0	9,0	19,0	13,0	2,7	3,0	4,0	3,6	0,4
	2. Tag p.p.	22	149,5	245,0	201,0	22,5	9,0	22,0	12,9	3,1	3,0	4,5	3,7	0,6
	33. Tag p.p.	24	143,5	262,0	202,8	27,4	5,0	20,0	10,5	3,0	2,5	4,8	3,4	0,6
Topinambur	49. Tag a.p.	24	150,0	271,0	206,9	32,9	9,0	19,0	14,4	2,6	3,0	4,8	3,7	0,4
	2. Tag p.p.	22	167,0	284,0	211,6	29,9	10,0	17,0	14,0	2,4	3,0	5,0	3,8	0,6
	33. Tag p.p.	24	162,5	264,0	208,5	24,1	8,0	16,0	11,8	2,0	2,8	4,5	3,4	0,4
Kontrolle konv	49. Tag a.p.	6	178,5	226,5	207,3	16,1	12,0	24,0	16,7	4,4	3,8	4,0	4,0	0,1
	2. Tag p.p.	6	199,0	236,0	210,4	13,3	12,0	20,0	15,7	3,1	2,8	3,8	3,2	0,4
	33. Tag p.p.	6	162,0	204,0	186,8	16,0	10,0	17,0	13,2	3,1	2,0	3,2	2,6	0,5

Tabelle 48: Gehalt an IgA-, IgM-,IgG-anti LPS E.coli J5 in RE/ml im Serum von 10 Tage alten Saugferkeln

		Ferkel 1, 10. Tag pn			Ferkel 2, 10. Tag pn			Ø Ferkel, 10. Tag pn		
		IgA-anti-LPS*	IgM-anti-LPS*	IgG-anti-LPS*	IgA-anti-LPS*	IgM-anti-LPS*	IgG-anti-LPS*	IgA-anti-LPS*	IgM-anti-LPS*	IgG-anti-LPS*
Kontrolle	n	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	Min	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2
	Max	24,7	10,4	112,1	103,6	13,9	136,2	94,2	10,5	124,1
	Med	20,5	2,3	31,1	34,0	2,4	27,5	29,7a	2,3a	30,8b
	SD	5,1	2,6	29,5	31,5	3,4	40,8	30,7	2,8	32,3
Stroh	n	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	Min	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,3	5,7
	Max	28,9	17,5	151,2	363,3	10,5	175,0	205,6	10,3	163,1
	Med	12,7	2,7	17,7	12,7	2,6	17,9	14,7a	2,6a	16,6a
	SD	6,7	4,5	34,1	74,0	2,4	34,2	41,4	2,9	33,1
Heu	n	22	22	22	21	21	21	22	22	22
	Min	0,9	0,0	2,5	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	3,9
	Max	35,8	49,4	71,0	152,8	46,8	64,6	131,3	48,1	64,8
	Med	23,9	3,0	17,0	32,0	2,1	20,6	32,5a	2,6a	17,7a
	SD	8,6	11,2	19,5	38,8	11,6	17,3	39,9	11,2	17,0
Kleegrassilage	n	23	23	23	23	23	23	24	24	24
	Min	1,3	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,6	4,2
	Max	48,4	24,8	94,7	143,9	51,7	188,3	91,1	38,2	188,3
	Med	25,6	2,6	17,4	25,6	3,0	18,8	32,1a	2,9a	18,8a
	SD	10,9	5,2	24,3	34,4	10,4	42,3	25,8	7,5	40,9
Maissilage	n	18	18	18	19	19	19	20	20	20
	Min	1,3	0,0	8,7	0,2	0,0	0,6	0,1	0,0	8,7
	Max	64,3	15,4	108,0	98,2	14,8	125,7	98,2	12,9	110,5
	Med	20,3	3,0	32,0	27,7	3,4	54,3	30,6a	2,7a	40,6b
	SD	14,5	4,4	31,2	30,6	5,1	36,6	28,6	4,2	28,6
Topinambur	n	23	23	23	24	24	24	24	24	24
	Min	1,5	0,0	8,4	0,9	0,4	11,6	5,7	0,3	10,3
	Max	22,2	25,4	131,8	143,9	22,1	202,0	91,3	23,8	166,9
	Med	27,4	5,1	34,4	38,9	6,7	41,3	37,1a	6,4a	44,0b
	SD	4,2	6,8	33,1	34,3	6,1	56,3	26,8	6,2	46,5
Kontrolle konv	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Min	1,1	0,1	4,4	1,2	0,1	2,0	1,9	0,2	3,8
	Max	12,3	2,6	44,1	14,8	5,0	35,7	9,9	2,9	39,9
	Med	4,4	0,9	10,3	6,6	1,2	14,4	5,8	1,5	12,3
	SD	4,3	1,0	15,2	4,4	1,9	12,7	3,1	1,2	13,8

a,b,c, kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte (Kruskal Wallance, $p < 0,05$, Test auf homogene Untergruppen)

Tabelle 49: Behandlungshäufigkeiten, -weise und -grund von erkrankten Sauen in der ersten Woche der Sägezeit

	Kontrolle	Stroh	Heu	Klee-gras-silage	Mais-silage	Topinam-bur	Kontrolle konv
n	24	24	22	24	24	24	6
Anzahl erkrankte Tiere							
gesund	87,5%	83,3%	90,9%	91,7%	75,0%	79,2%	100,0%
krank	12,5%	16,7%	9,1%	8,3%	25,0%	20,8%	0,0%
Behandlungshäufigkeit							
1 Mal	4,2%	8,3%	4,5%	4,2%	12,5%	12,5%	0,0%
2 Mal	8,3%	4,2%	4,5%	0,0%	12,5%	4,2%	0,0%
3 Mal	0,0%	4,2%	0,0%	0,0%	0,0%	4,2%	0,0%
> 3 Mal	0,0%	0,0%	0,0%	4,2%	0,0%	0,0%	0,0%
Behandlungsweise							
allopathisch	4,2%	4,2%	9,1%	4,2%	8,3%	4,2%	0,0%
homöopathisch	8,3%	4,2%	0,0%	4,2%	8,3%	12,5%	0,0%
beides	0,0%	8,3%	0,0%	4,2%	8,3%	4,2%	0,0%
Behandlungsgrund 1							
Pueperalstörung	4,2%	12,5%	9,1%	8,3%	8,3%	8,3%	0,0%
Fieber	8,3%	4,2%	0,0%	4,2%	12,5%	12,5%	0,0%
sonstiges	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,2%	0,0%	0,0%
Behandlungsgrund 2							
Pueperalstörung	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fieber	0,0%	8,3%	0,0%	4,2%	4,2%	4,2%	0,0%
sonstiges	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,2%	0,0%	0,0%

Tabelle 50: Nges, Cges und C/N- Verhältnis in Prozent der Trockenmasse im Kot der Sauen auf den vier Praxisbetrieben

	Kontrolle					Klee-grassilage					Sign	
	n	Min	Max	MW	SD	n	Min	Max	MW	SD		
0. Tag a.p., ohne Raufutter												
Betrieb A	N ges	22	2,4	2,8	2,6	0,1	23	2,1	2,7	2,4	0,2	*
	C ges	22	41,8	54,8	45,2	2,5	23	39,5	46,6	43,1	1,7	*
	C/N Verhältnis	22	15:1	20:1	18:1	1,1	23	16:1	21:1	18:1	1,4	n.s.
Betrieb B	N ges	11	1,9	2,7	2,5	0,2	14	2,3	2,8	2,6	0,1	n.s.
	C ges	11	32,0	47,5	44,0	4,1	14	43,5	50,9	46,5	2,3	n.s.
	C/N Verhältnis	11	17:1	20:1	18:1	1,1	14	16:1	22:1	18:1	1,5	n.s.
Betrieb C	N ges	11	1,9	2,6	2,4	0,2	9	2,0	2,5	2,3	0,1	n.s.
	C ges	11	41,7	46,6	44,1	1,7	9	44,1	48,3	45,9	1,6	*
	C/N Verhältnis	11	17:1	22:1	19:1	1,3	9	19:1	23:1	20:1	1,3	*
Betrieb D	N ges	11	2,4	2,7	2,6	0,1	6	2,3	2,6	2,5	0,1	n.s.
	C ges	11	39,6	45,9	43,6	1,8	6	42,5	45,0	44,0	1,0	n.s.
	C/N Verhältnis	11	15,:1	19:1	17:1	1,3	6	17:1	19:1	18:1	1,0	n.s.

54. Tag a.p., mit Raufutter												
Betrieb A	N ges	22	1,6	2,5	2,0	0,3	23	2,0	2,8	2,4	0,2	*
	C ges	22	44,3	50,2	47,5	1,5	23	39,7	48,6	43,8	2,4	*
	C/N Verhältnis	22	19:1	31:1	24:1	3,7	23	14:1	23:1	18:1	2,3	*
Betrieb B	N ges	10	1,7	2,8	2,3	0,3	14	2,1	2,7	2,4	0,2	n.s.
	C ges	10	39,9	51,0	46,3	2,4	14	44,4	51,0	47,0	1,9	n.s.
	C/N Verhältnis	10	14:1	28:1	20:1	3,2	14	17:1	23:1	20:1	1,8	n.s.
Betrieb C	N ges	11	2,1	2,6	2,3	0,2	10	1,8	2,6	2,2	0,3	n.s.
	C ges	11	42,3	86,9	49,0	12,7	10	40,4	50,5	45,9	3,1	n.s.
	C/N Verhältnis	11	16:1	33:1	21:1	4,3	10	17:1	25:1	21:1	3,0	n.s.
Betrieb D	N ges	6	1,8	2,2	2,0	0,1	6	2,2	2,6	2,4	0,2	*
	C ges	6	41,8	45,9	43,7	1,5	6	42,9	48,6	46,1	1,9	*
	C/N Verhältnis	6	19:1	26:1	22:1	2,4	6	17:1	22:1	19:1	1,8	n.s.
13. Tag a.p., mit Raufutter												
Betrieb A	N ges	21	1,3	2,4	1,8	0,3	22	2,0	2,5	2,2	0,1	*
	C ges	21	42,2	49,2	46,2	1,9	22	42,0	50,0	46,7	2,2	n.s.
	C/N Verhältnis	21	18:1	37:1	26:1	4,7	22	17:1	24:1	21:1	2,0	*
Betrieb B	N ges	11	2,0	2,7	2,3	0,2	14	2,0	2,8	2,4	0,2	n.s.
	C ges	11	41,1	49,7	45,5	2,4	14	44,1	52,3	48,7	2,5	*
	C/N Verhältnis	11	17:1	22:1	20:1	1,9	14	16:1	25:1	21:1	2,3	n.s.
Betrieb C	N ges	11	2,1	2,7	2,4	0,2	10	2,3	2,6	2,5	0,1	n.s.
	C ges	11	41,2	47,7	45,3	2,3	10	41,4	51,9	46,2	3,0	n.s.
	C/N Verhältnis	11	16:1	23:1	19:1	2,4	10	16:1	22:1	19:1	1,9	n.s.
Betrieb D	N ges	12	1,8	2,2	2,0	0,1	5	2,3	2,7	2,5	0,1	*
	C ges	12	42,8	46,5	44,8	1,1	5	43,9	47,0	45,1	1,2	n.s.
	C/N Verhältnis	12	19:1	25:1	22:1	1,8	5	18:1	19:1	18:1	0,6	*

* =p<0,05, t-Test für unabhängige Stichproben. Vergleich der Mittelwerte in einer Zeile

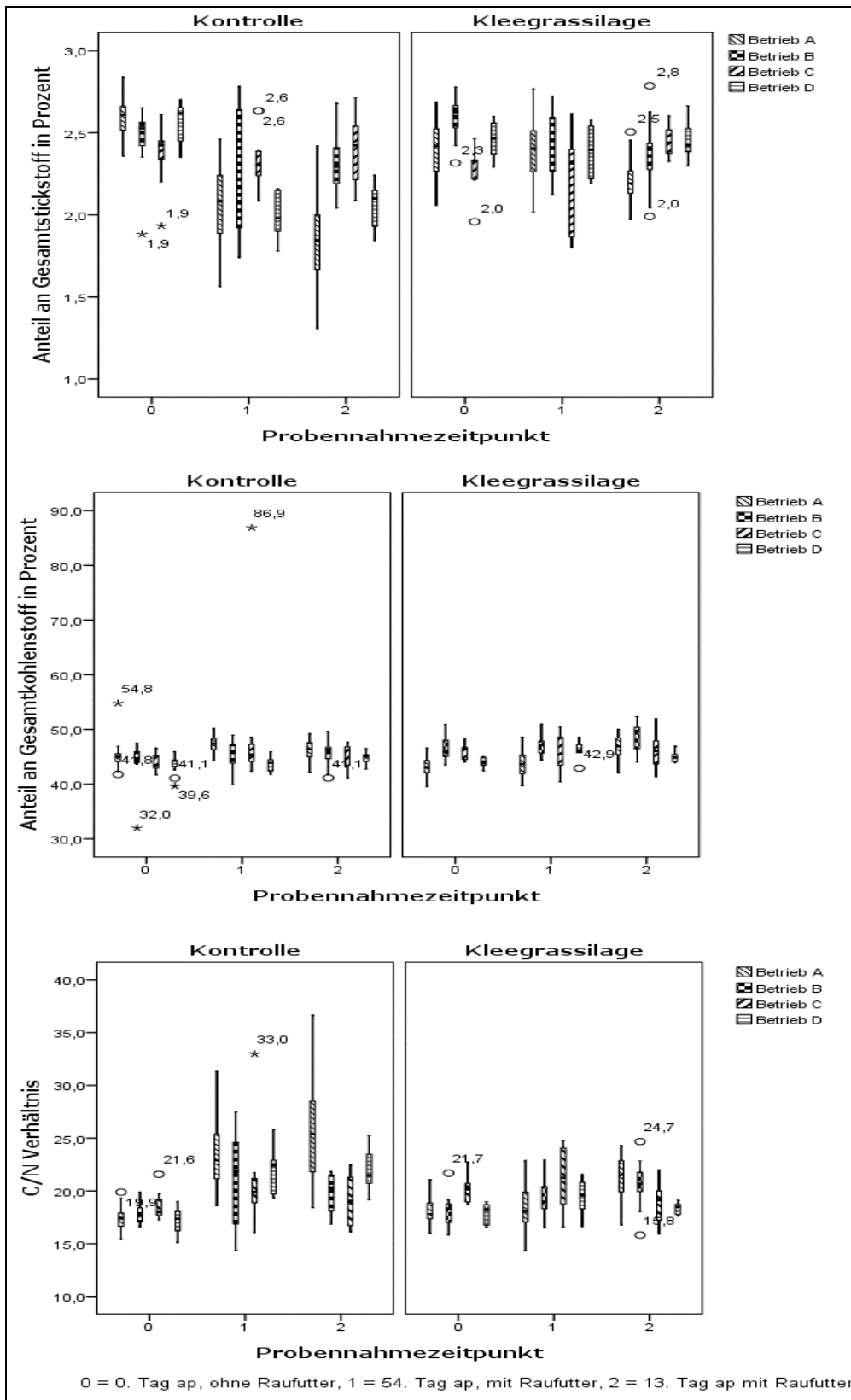


Abbildung 16: Anteil von Gesamtstickstoff (Nges), Gesamtkohlenstoff (Cges) sowie das C/N Verhältnis im Kot von Sauen mit und ohne Raufuttervorlage auf Betrieb A bis D

Tabelle 51: aerobe GKZ in log pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufutternvorlage auf vier unterschiedlichen Praxisbetrieben in den Faeces von Sauen

	Kontrolle					Kleeegrassilage					Sign.
	n	Min	Max	MW	SD	n	Min	Max	MW	SD	
0. Tag a.p., ohne Raufutter											
Betrieb A	22	3,3	6,7	4,7	1,0	23	4,4	7,5	6,0	0,8	*
Betrieb B	11	3,0	6,2	4,9	0,9	13	4,2	7,1	5,6	1,1	*
Betrieb C	11	4,9	7,3	6,1	0,7	10	5,3	6,5	6,1	0,4	n.s.
Betrieb D	11	5,3	7,5	6,4	0,7	5	6,1	7,9	6,9	0,7	n.s.
54. Tag a.p., mit Raufutter											
Betrieb A	22	5,2	7,4	6,0	0,6	22	3,0	7,3	5,1	1,1	*
Betrieb B	11	3,5	5,6	4,4	0,5	14	3,0	6,4	5,1	1,0	*
Betrieb C	10	5,7	7,0	6,3	0,5	10	4,4	7,3	5,8	0,8	n.s.
Betrieb D	6	5,6	7,3	6,3	0,6	5	5,6	8,1	7,0	1,2	n.s.
13. Tag a.p., mit Raufutter											
Betrieb A	22	5,1	8,2	6,2	0,6	18	4,4	7,3	5,9	0,7	n.s.
Betrieb B	11	3,0	5,8	4,7	0,7	13	4,3	7,1	5,6	0,8	*
Betrieb C	10	5,3	7,2	6,1	0,6	10	5,1	7,5	6,2	0,7	n.s.
Betrieb D	12	6,0	8,3	6,9	0,6	3	6,4	7,0	6,8	0,3	n.s.
11. Tag p.p., ohne Raufutter											
Betrieb A	22	3,6	6,2	5,1	0,7	23	4,8	7,4	6,3	0,8	*
Betrieb B	11	3,5	7,1	5,0	1,2	14	5,3	6,8	6,2	0,5	*
Betrieb C	11	3,7	7,0	5,8	1,0	10	5,2	7,6	6,7	0,7	*
Betrieb D	11	4,6	7,3	6,7	0,8	3	5,5	6,4	6,1	0,5	n.s.
34. Tag p.p., ohne Raufutter											
Betrieb A	20	4,4	7,7	5,8	1,0	20	4,2	8,0	6,2	1,0	n.s.
Betrieb B	11	4,2	7,0	5,2	0,9	14	3,8	7,3	6,1	0,9	*
Betrieb C	11	5,2	7,5	6,4	0,9	10	5,9	6,9	6,4	0,3	n.s.
Betrieb D	12	4,8	8,2	6,3	1,0	3	5,4	6,6	5,9	0,7	n.s.

* =p<0,05, t-Test für unabhängige Stichproben. Vergleich der Mittelwerte in einer Zeile

Tabelle 52: anaerobe GKZ in log pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufuttervorlage auf vier unterschiedlichen Praxisbetrieben in den Faeces von Sauen

	Kontrolle					Kleegrassilage					Sign.
	n	Min	Max	MW	SD	n	Min	Max	MW	SD	
0. Tag a.p., ohne Raufutter											
Betrieb A	22	6,4	8,4	7,3	0,4	23	6,1	7,9	7,0	0,4	*
Betrieb B	11	5,3	7,7	6,9	0,7	13	5,9	8,3	6,8	0,7	n.s.
Betrieb C	11	5,3	7,9	6,9	0,8	10	6,2	7,3	6,6	0,4	n.s.
Betrieb D	11	6,5	8,5	7,7	0,6	6	7,1	8,4	7,8	0,6	n.s.
54. Tag a.p., mit Raufutter											
Betrieb A	21	6,0	8,2	7,2	0,5	23	5,2	7,6	6,8	0,5	*
Betrieb B	11	6,5	8,3	7,3	0,5	14	4,6	7,7	6,7	0,8	*
Betrieb C	10	5,5	7,5	6,9	0,7	10	5,2	7,4	6,8	0,6	n.s.
Betrieb D	6	7,4	7,8	7,6	0,1	5	7,4	8,3	7,8	0,4	n.s.
13. Tag a.p., mit Raufutter											
Betrieb A	22	6,3	8,1	7,3	0,5	22	6,1	7,7	7,1	0,5	n.s.
Betrieb B	11	6,4	8,1	7,3	0,5	14	6,0	7,5	6,7	0,5	*
Betrieb C	11	5,7	8,6	7,1	0,9	10	5,7	8,8	7,3	0,8	n.s.
Betrieb D	12	6,8	8,0	7,6	0,3	3	7,6	7,9	7,8	0,1	n.s.
11. Tag p.p., ohne Raufutter											
Betrieb A	22	6,2	8,3	7,5	0,5	23	6,3	8,3	7,2	0,5	n.s.
Betrieb B	11	5,8	8,0	7,0	0,7	14	5,6	7,7	6,9	0,7	n.s.
Betrieb C	11	6,4	8,1	7,3	0,4	10	7,3	8,8	7,8	0,5	*
Betrieb D	12	6,0	8,1	7,3	0,6	3	7,5	7,7	7,6	0,1	n.s.
34. Tag p.p., ohne Raufutter											
Betrieb A	22	7,1	8,3	7,8	0,4	21	6,3	8,6	7,7	0,6	n.s.
Betrieb B	11	6,0	8,5	7,2	0,7	14	6,2	7,9	7,1	0,5	n.s.
Betrieb C	11	6,8	8,1	7,5	0,5	10	6,4	7,7	7,2	0,4	n.s.
Betrieb D	12	6,0	7,8	7,4	0,5	3	6,3	6,8	6,5	0,2	n.s.

* =p<0,05, t-Test für unabhängige Stichproben. Vergleich der Mittelwerte in einer Zeile

Tabelle 53: Escherichia coli in log pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufuttervorlage auf vier unterschiedlichen Praxisbetrieben in den Faeces von Sauen

	Kontrolle					Kleegrassilage					Sign.
	n	Min	Max	MW	SD	n	Min	Max	MW	SD	
0. Tag a.p., ohne Raufutter											
Betrieb A	22	3,0	4,6	3,3	0,5	23	3,0	6,3	4,5	0,9	*
Betrieb B	11	3,0	3,3	3,1	0,1	14	3,0	3,0	3,0	0,0	n.s.
Betrieb C	11	3,0	6,4	3,7	1,0	10	3,0	5,3	3,7	0,9	n.s.
Betrieb D	11	3,0	4,7	3,3	0,7	6	3,0	4,5	3,5	0,6	n.s.
54. Tag a.p., mit Raufutter											
Betrieb A	22	3,0	6,1	4,5	1,0	23	3,0	6,2	4,2	1,1	n.s.
Betrieb B	11	3,0	4,8	3,4	0,7	14	3,0	4,0	3,1	0,3	n.s.
Betrieb C	10	3,0	5,3	3,9	0,9	10	3,0	4,5	3,9	0,5	n.s.
Betrieb D	6	3,0	4,7	3,7	0,8	5	3,0	3,0	3,0	0,0	n.s.
13. Tag a.p., mit Raufutter											
Betrieb A	22	3,0	6,4	5,2	0,9	22	3,0	7,2	3,9	1,0	*
Betrieb B	11	3,0	5,1	3,6	0,8	14	3,0	5,2	3,2	0,6	n.s.
Betrieb C	11	3,0	4,7	3,6	0,5	10	3,0	5,2	3,7	0,8	n.s.
Betrieb D	12	3,0	4,6	3,5	0,6	3	3,0	4,3	3,4	0,7	n.s.
11. Tag p.p., ohne Raufutter											
Betrieb A	22	3,0	5,0	3,4	0,7	23	3,3	6,1	5,0	0,7	*
Betrieb B	11	3,0	6,2	3,6	1,1	14	3,0	4,6	3,5	0,6	n.s.
Betrieb C	11	3,0	5,2	3,8	1,0	10	3,0	4,1	3,3	0,5	n.s.
Betrieb D	12	3,0	5,0	3,3	0,8	3	3,0	4,8	3,6	1,0	n.s.
34. Tag p.p., ohne Raufutter											
Betrieb A	22	3,0	6,4	4,1	1,0	21	3,0	6,8	4,9	1,1	*
Betrieb B	11	3,0	4,5	3,2	0,5	14	3,0	3,0	3,0	0,0	n.s.
Betrieb C	11	3,0	5,5	4,4	0,9	10	3,0	4,6	3,7	0,6	n.s.
Betrieb D	12	3,0	4,2	3,1	0,3	3	3,0	3,0	3,0	0,0	n.s.

- =p<0,05, t-Test für unabhängige Stichproben. Vergleich der Mittelwerte in einer Zeile

Tabelle 54: Laktobazillen in log pro g Frischkot während der Trage- und Säugezeit mit und ohne Raufuttermaterial auf vier unterschiedlichen Praxisbetrieben in den Faeces von Sauen

	Kontrolle					Kleegrassilage					Sign
	n	Min	Max	MW	SD	n	Min	Max	MW	SD	
0. Tag a.p., ohne Raufutter											
Betrieb A	22	3,0	7,3	5,5	1,5	23	5,3	7,2	6,2	0,6	n.s.
Betrieb B	11	3,4	7,5	6,0	1,4	14	4,2	8,2	6,3	1,4	n.s.
Betrieb C	11	4,7	6,6	6,2	0,6	10	3,0	7,5	6,4	1,3	n.s.
Betrieb D	11	5,6	8,0	7,0	0,7	6	6,6	8,1	7,4	0,6	n.s.
54. Tag a.p., mit Raufutter											
Betrieb A	22	5,6	7,7	6,7	0,5	23	3,0	7,5	4,7	1,2	*
Betrieb B	11	4,0	7,4	6,2	0,9	14	3,8	7,2	6,1	0,9	n.s.
Betrieb C	10	5,7	7,6	6,9	0,6	10	3,6	7,6	6,2	1,3	n.s.
Betrieb D	6	6,6	7,7	7,0	0,4	5	6,8	8,1	7,4	0,6	n.s.
13. Tag a.p., mit Raufutter											
Betrieb A	22	5,6	7,9	6,8	0,5	22	3,5	8,1	6,5	1,1	n.s.
Betrieb B	11	5,3	7,3	6,3	0,7	14	5,0	7,8	6,4	1,0	n.s.
Betrieb C	11	6,2	7,6	6,9	0,5	10	6,4	7,6	7,1	0,4	n.s.
Betrieb D	12	6,7	8,1	7,4	0,4	3	7,2	8,0	7,5	0,4	n.s.
11. Tag p.p., ohne Raufutter											
Betrieb A	22	5,5	8,1	7,1	0,7	23	3,5	8,3	6,9	1,0	n.s.
Betrieb B	11	5,0	7,9	6,6	0,9	14	6,2	7,7	7,2	0,5	n.s.
Betrieb C	11	6,5	7,8	7,1	0,5	9	6,9	7,8	7,4	0,3	n.s.
Betrieb D	12	5,3	7,7	7,1	0,7	3	7,0	7,2	7,1	0,1	n.s.
34. Tag p.p., ohne Raufutter											
Betrieb A	22	6,8	8,2	7,6	0,4	21	6,6	8,5	7,5	0,6	n.s.
Betrieb B	11	5,5	7,9	6,9	0,8	14	6,4	7,8	6,9	0,5	n.s.
Betrieb C	11	6,3	8,0	7,3	0,5	10	7,3	8,9	7,7	0,6	n.s.
Betrieb D	12	5,1	7,9	7,2	0,8	3	6,2	7,0	6,5	0,5	n.s.

* =p<0,05, t-Test für unabhängige Stichproben. Vergleich der Mittelwerte in einer Zeile

Tabelle 55: Ferkelverluste (%) in Abhängigkeit der Fütterung der Sau während der Tragezeit für die verschiedenen Betriebe

Verlustgrund	Kontrolle					Kleegrassilage					Sign	
	n	Min	Max	MW	SD	n	Min	Max	MW	SD		
Betrieb A	erdrückt	22	0,0	50,0	16,0	12,1	22	0,0	50,0	16,8	10,4	n.s.
	getreten	22	0,0	0,0	0,0	0,0	22	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	lebensschwach	22	0,0	20,0	4,5	5,4	22	0,0	17,4	3,4	5,1	n.s.
	unterkühlt	22	0,0	0,0	0,0	0,0	22	0,0	11,1	0,8	2,6	n.s.
	Durchfall	22	0,0	15,0	0,7	3,2	22	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	unbekannt	22	0,0	25,0	3,2	6,2	22	0,0	23,5	1,6	5,2	n.s.
	sonstiges	22	0,0	3,8	0,2	0,8	22	0,0	5,9	0,5	1,7	n.s.
	Verluste gesamt	22	0,0	75,0	24,6	15,5	22	7,7	50,0	23,0	9,7	n.s.
Betrieb B	erdrückt	11	0,0	25,0	11,8	8,9	14	0,0	60,0	6,6	16,1	*
	getreten	11	0,0	0,0	0,0	0,0	14	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	lebensschwach	11	0,0	33,3	6,8	11,0	14	0,0	50,0	5,1	13,6	n.s.
	unterkühlt	11	0,0	0,0	0,0	0,0	14	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	Durchfall	11	0,0	0,0	0,0	0,0	14	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	unbekannt	11	0,0	0,0	0,0	0,0	14	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	sonstiges	11	0,0	0,0	0,0	0,0	14	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	Verluste gesamt	11	0,0	58,3	20,1	17,7	14	0,0	60,0	11,7	20,1	n.s.
Betrieb C	erdrückt	10	0,0	20,0	5,7	7,7	9	0,0	14,3	6,2	5,6	n.s.
	getreten	10	0,0	0,0	0,0	0,0	9	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	lebensschwach	10	0,0	14,3	2,2	4,9	9	0,0	15,0	7,0	4,7	n.s.
	unterkühlt	10	0,0	0,0	0,0	0,0	9	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	Durchfall	10	0,0	7,7	0,8	2,4	9	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	unbekannt	10	0,0	8,3	0,8	2,6	9	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	sonstiges	10	0,0	9,1	0,9	2,9	9	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	Verluste gesamt	10	0,0	27,3	10,4	8,8	9	0,0	21,4	13,1	6,0	n.s.
Betrieb D	erdrückt	12	0,0	33,3	8,5	11,3	3	0,0	19,0	6,3	11,0	n.s.
	getreten	12	0,0	0,0	0,0	0,0	3	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	lebensschwach	12	0,0	15,4	3,7	6,1	3	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	unterkühlt	12	0,0	28,6	6,5	10,7	3	0,0	19,0	6,3	11,0	n.s.
	Durchfall	12	0,0	50,0	5,5	14,7	3	0,0	0,0	0,0	0,0	n.s.
	unbekannt	12	0,0	35,7	8,0	11,9	3	0,0	50,0	19,8	26,5	n.s.
	sonstiges	12	0,0	50,0	5,1	14,3	3	0,0	100,0	33,3	57,7	n.s.
	Verluste gesamt	12	4,5	100,0	37,2	27,2	3	47,6	500,0	65,9	29,6	n.s.

* =p<0,05, Mann-Whitney U Test für unabhängige Stichproben, Vergleich der Mittelwerte (Mediane) in einer Zeile