

Wirkung von Pflanzenkohle im Futter oder in der Einstreu auf die Leistung und Fussgesundheit von Standrad-Broilern sowie die Stickstoffretention in der Einstreu

Autoren: MICHEL GION, ALBIKER DANIELLE, ZWEIFEL RUEDI



Links: Einstreu mit Pflanzenkohle, Rechts: Einstreu ohne Pflanzenkohle (Foto Aviforum)

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	7
2	MATERIAL UND METHODEN	7
2.1	Futtergehalte	10
2.2	Klimadaten	11
2.3	Erhebungen	11
2.4	Statistische Auswertung	12
3	ERGEBNISSE	13
3.1	Mastleistungsergebnisse.....	13
3.2	Kot- und Einstreubeurteilung	18
3.2.1	Laborergebnisse	18
3.2.2	Verkrustung und Feuchtigkeit der Einstreu.....	19
3.2.3	Glührückstand und organischer Kohlenstoff	20
3.2.4	Stickstoff und Ammoniak.....	23
3.2.5	Ammoniumgehalte in der Einstreu eines Versuches im Jahr 2015	25
3.3	Schlachtergebnisse, Fussballen- und Fersenläsionen	26
4	DISKUSSION	29
5	FORSCHUNGSBEDARF	31
6	SCHLUSSFOLGERUNGEN	31
7	LITERATUR	32
8	DANK	32
9	ANHANG	33
9.1.1	Details der Futteranalyse	33
9.1.2	Ammoniakmessung mit System Dräger.....	33
9.1.3	Weitere Resultate der Kot- und Einstreuanalysen.....	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammensetzung der drei eingesetzten Kohle-Produkte der Firmen Bionika AG (Futterkohle und Einstreuzusatz) und EM Schweiz AG (EM-Carbonfutter)	8
Tabelle 2: Eingebraachte Mengen des Bionika Einstreustartes an folgenden Tagen in die Verfahren „Einstreu“ und „Einstreu + Zufütterung“	9
Tabelle 3: Sollgehalte der eingesetzten Versuchsfutter nach Futterrezeptur (Angaben UFA AG)....	10
Tabelle 4: Analyseergebnisse der eingesetzten Futter (Labor LUFA, D-Oldenburg)	10
Tabelle 5: Kumulierter Futterverbrauch (g), Lebendgewicht (g) und Futterverwertungsindex (FVI, kg Futter pro kg Gewichtszuwachs)	14
Tabelle 6: Mortalitätsrate (%)	16
Tabelle 7: European Broiler Index (EBI).....	16
Tabelle 8: Uniformität (%)	17
Tabelle 9: Wasserverbrauch in dl pro Tier und Tag und Faktor Wasser- zu Futterverbrauch in ml Wasser pro g Futter (im Durchschnitt pro Verfahren)	17
Tabelle 10: Kotanalyse der Verfahren auf Trockensubstanz, Glührückstand, Glühverlust, C-org, Gesamtstickstoff, N-NH ₄ , N-NO ₃ , C/N Verhältnis.....	18
Tabelle 11: Einstreuanalyse der Verfahren auf Trockensubstanz, Glührückstand, Glühverlust, C-org, Gesamtstickstoff, N-NH ₄ , N-NO ₃	18
Tabelle 12: Einstreubeurteilung.....	19
Tabelle 13: Ammoniumstickstoffgehalte in der Einstreu des Versuchs M115	25
Tabelle 14: Durchschnittliches Schlachtgewicht, Schlachtausbeute, Beurteilung der Tiere mit Fussballen- und Fersenläsionen	26
Tabelle 15: Anteil der Tiere mit Fussballen- und Fersenläsionen am 29. und 37. Masttag	27
Tabelle 16: Score ³ der Fussballen- und Fersenläsionen am 29. und 37. Tag	27
Tabelle 17: Analyseergebnisse der beiden Mastfutter (Labor LUFA, D-Oldenburg)	33
Tabelle 18: Ammoniakmessung nach Dräger am 29., 33. und 37. Tag.....	33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1, Abbildung 2: Futtermischer für Starterfutter mit Schnecke	8
Abbildung 3: Zudosierer über dem Futterrohr	9
Abbildung 4: Zudosierer mit automatischer Mengenregulierung	9
Abbildung 5: Zudosierer unter dem Schutzmantel	9
Abbildung 6: Entwicklung der Temperatur (°C) und der relativen Luftfeuchtigkeit (%) im Stall	11
Abbildung 7: Ammoniakmessung im Abteil mit einem umgedrehten Kübel und das Loch mit einem grauen Zapfen zugeschlossen	12
Abbildung 8: Lebendgewichte (in g) der fünf Verfahren an den Masttagen 10, 21, 28 und 37	13
Abbildung 9: Futterverschwendung im Abteil mit EM-Carbonfutter	14
Abbildung 10: Abweichung des Futtermittelsverbrauchs pro Tier an den Masttagen 10, 21, 28 und 37 im Vergleich zur Kontrollgruppe in %	15
Abbildung 11: Boxplot des Futtermittelsverwertungsindex [kg/kg] am Mastende	15
Abbildung 12: Boxplot der Kotanalyse für den Trockensubstanzgehalt [%]	19
Abbildung 13: Boxplot der Einstreuanalyse für den Trockensubstanzgehalt [%]	20
Abbildung 14: Boxplot der Kotanalyse für den Glührückstand [%]	21
Abbildung 15: Boxplot der Einstreuanalyse für den Glührückstand [%]	21
Abbildung 16: Boxplot der Kotanalyse für organischen Kohlenstoff [g/kg TS]	22
Abbildung 17: Boxplot der Einstreuanalyse für organischen Kohlenstoff [g/kg TS]	22
Abbildung 18: Boxplot der Kotanalyse für Gesamt-Stickstoff [g/kg TS]	23
Abbildung 19: Boxplot der Einstreuanalyse für Gesamt-Stickstoff [g/kg TS]	24
Abbildung 20: Boxplot der Kotanalyse für Ammoniumstickstoff [g/kg TS]	24
Abbildung 21: Boxplot der Einstreuanalyse für Ammoniumstickstoff [g/kg TS]	25
Abbildung 22: Verteilung der Schlachtgewichte (in g) nach Verfahren	26
Abbildung 23: Durchschnittliches Score der Fussballen- und Fersenläsionen am 29. und 37. Tag	28
Abbildung 24: Boxplot der Kotanalyse für Nitrat [g/kg TS] (p= 0.05)	34
Abbildung 25: Boxplot der Einstreuanalyse für Nitrat [g/kg TS] (p= 0.05)	34
Abbildung 26: Boxplot der Kotanalyse für das Verhältnis von C/N [g/kg TS] (p= 0.05)	35
Abbildung 27: Versuch M115: Boxplot der Einstreuanalyse für Ammoniumstickstoff [g/kg TS], unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede (p= 0.05)	35

Zusammenfassung

In diesem Versuch wurde die Wirkung von Bionika Pflanzenkohle in der Einstreu und/oder als Futterbeigabe auf die Leistung und Fussgesundheit von 5'400 Ross 308 Hybriden und die Stickstoffretention in der Einstreu untersucht. Zudem testete man ein Futter mit effektiven Mikroorganismen (EM-Carbonfutter) auf die oben genannten Faktoren. Der Versuch wurde vom 09.10.2017 bis am 15.11.2017 im Versuchsstall 3 des Aviforum in Zollikofen durchgeführt. Die Mastdauer betrug 37 Tage. Die Haltung erfolgte nach in der Schweiz praxisüblichen Vorgaben. Als Futter wurde eine Biorezeptur ohne synthetische Aminosäuren mit konventionellen Komponenten verwendet. Man setzte Starter-, Mast- und Absetzfutter der UFA AG, Sursee in Crumbs-Form ein.

Es wurden folgende Verfahren miteinander verglichen:

Verfahren A:	Kontrolle
Verfahren B:	Bionika Kohle-Einstreustarter in Einstreu
Verfahren C:	1% Bionika Futterkohle in Futter zudosiert
Verfahren D:	Bionika Kohle-Einstreustarter und 1% Bionika Futterkohle zudosiert
Verfahren E:	2.6% EM-Carbonfutter im Futter zudosiert

Die Mastleistungsergebnisse wurden für die Masttage 10, 21, 28 und 37 ausgewertet.

Aus diesem Versuch können folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- Die Mastendgewichte (am 37. Tag) lagen im Durchschnitt bei 1.847 kg. Die Verfahren „Zufütterung mit Pflanzenkohle“ und „EM-Carbonfutter“ zeigten signifikant höhere Mastendgewichte.
- Der Futterverwertungsindex FVI lag im Durchschnitt bei 1.86 kg/kg. Er lag bei den Verfahren „Zufütterung mit Pflanzenkohle“ und „EM-Carbonfutter“ signifikant höher als bei der Kontrollgruppe.
- Die Mortalitätsrate lag im Durchschnitt bei guten 1.02% und unterschied sich zwischen den Verfahren nicht signifikant.
- Die Beigabe von Pflanzenkohle ins Futter und in die Einstreu hatte einen positiven Einfluss auf die Lockerheit und Trockenheit der Einstreu. Die Verfahren „Zufütterung von Pflanzenkohle“, und „EM-Carbonfutter“ hatten signifikant weniger Fussballenläsionen gegenüber der Kontrolle und dem Verfahren „Einstreu mit Pflanzenkohle“ zur Folge. Das Verfahren „Einstreu mit Pflanzenkohle und Zufütterung von Pflanzenkohle“ zeigte etwa halb so viele Tiere mit Fussballenläsionen wie die Kontrolle, jedoch ohne signifikanten Unterschied.
- In der Einstreuanalyse wies man signifikant höhere Aschegehalte in den Verfahren mit Pflanzenkohle in der Einstreu nach.
- Der Ammoniumstickstoff in der Einstreu kann durch die Beigabe von Pflanzenkohle signifikant gesenkt werden.

Die zugefütterte Pflanzenkohle und das EM-Carbonfutter leisteten im vorliegenden Versuch einen Beitrag zur Verbesserung der Mastleistung, Einstreuqualität und Fussballengesundheit, führte jedoch zu einer Futtermverschwendung. Der Einsatz von Pflanzenkohle als Einstreuzusatz und als Zufütterung senkte die Ammoniumstickstoffgehalte in der Einstreu, was zu weniger Ammoniakemissionen führen kann.

Weiterer Forschungsbedarf ist bezüglich der Einheitlichkeit von der Struktur der eingestreuten Pflanzenkohle sowie der Qualität des Ausgangsmaterials und der Herstellung angezeigt, damit die Wirkung von Pflanzenkohle besser dokumentiert werden kann. Bei Legehennen, welche länger im Stall gehalten werden und eine stärker ausgebildete Verdauungsflora als die Mastpoulets besitzen, könnte der Einsatz von Pflanzenkohle in der Einstreu oder im Futter einen signifikanten Beitrag zur Senkung der Ammoniumstickstoffgehalte beitragen. Versuche mit dem Einsatz von Pflanzenkohle ab dem ersten Tag der Aufzucht bis zum Legeumtriebsende könnten die Wirkung während der verschiedenen Produktionsphasen aufzeigen.

1 Einleitung

Pflanzkohle wird als Futterzusatz zur Vorbeugung von Erkrankungen des Darms eingesetzt (Gerlach 2014). Durch das Verabreichen von Pflanzkohle wird die Aktivität von erwünschten Mikroorganismen im Darm stimuliert. Dies trägt zu einer Entlastung des Leber-Darm-Kreislaufs bei (Gerlach und Schmidt 2012), vermindert Durchfallerkrankungen sowie die Mortalitätsrate und stärkt das Immunsystem der Tiere (Gerlach 2014). Mit einer verbesserten Verdauung wird eine trockenere Einstreu und damit einhergehend ein positiver Einfluss auf die Fussballengesundheit erwartet. Die Stickstoffretention kann im Verdauungstrakt des Tieres oder im Kot über die Adsorption der Pflanzkohle erhöht werden. Pflanzkohle bindet an der Oberfläche organische Substanzen wie Harnstoff, Ammoniak, Ammonium, Nitrat, Proteine, Fettsäuren und Aminosäuren (Heitmann et al. 2016). Die Stickstoffretention ist besonders bei Bio-Futterrezepturen mit erhöhtem Rohproteingehalt relevant, da dort ein Stickstoffüberschuss im Futter vorhanden ist. In diesem Versuch wurde die Wirkung von aktivierter Pflanzkohle in der Einstreu und/oder als Futterbeigabe bei Ross 308 Hybriden untersucht. Zusätzlich untersuchte man den Effekt eines Carbon Futters mit effektiven Mikroorganismen (EM-Carbonfutter).

2 Material und Methoden

Der Versuch wurde vom 9.10.2017 bis am 15.11.2017 mit 5'400 Ross 308 Hybriden im Versuchsstall 3 des Aviforum in Zollikofen durchgeführt. Die Mastdauer betrug 37 Tage. Die Haltung erfolgte nach in der Schweiz praxisüblichen Vorgaben. Als Futter wurden Biorezepturen ohne synthetische Aminosäuren mit konventionellen Komponenten verwendet. Man setzte Starter-, Mast- und Absetzfutter der UFA AG, Sursee in Crumbs-Form ein. Das Starterfutter wurde vom 1. bis 9., das Mastfutter vom 10. bis 25. und das Endmastfutter vom 26. bis 37. Tag verabreicht. Die Tagphase im mit Fenstern ausgerüsteten Stall betrug 16 Stunden. Der Stall war in 20 Abteile à 20m² mit je 8% erhöhter Sitzfläche und eigenem Aussenklimabereich unterteilt. Je 1'080 Küken pro Verfahren wurden gemischtgeschlechtlich (as hatched) zufällig auf vier Abteile verteilt eingestallt (270 Tiere pro Abteil). Eingestreut wurden 1.25kg Strohmehlwürfel pro m². Die Mastleistungsergebnisse wurden für die Masttage 10, 21, 28 und 37 ausgewertet.

Es wurden folgende Verfahren miteinander verglichen:

Verfahren A: Kontrolle

Verfahren B: Bionika Kohle-Einstreustarter in Einstreu („Einstreu“)

Verfahren C: 1% Bionika Futterkohle in Futter zudosiert („Zufütterung“)

Verfahren D: Bionika Kohle-Einstreustarter und 1% Bionika Futterkohle zudosiert („Einstreu + Zufütterung“)

Verfahren E: 2.6% EM-Carbonfutter im Futter zudosiert („EM-Carbonfutter“)

Die Anordnung der Versuchsverfahren auf die 20 Abteile erfolgte nach untenstehendem Schema:

Vor- raum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	A	C	B	D	E	C	D	B	E	C	A	B	D	E	A	B	D	E	A	C

Man verwendete bei den Verfahren „Zufütterung“ und „Einstreu + Zufütterung“ als aktivierte Pflanzenkohle die Futterkohle von Bionika AG (Tabelle 1). Beim Verfahren „EM-Carbonfutter“ verwendete man das EM-Carbonfutter von der EM Schweiz AG, welches aus 10% Pflanzenkohle besteht (Tabelle 1). Beim Starterfutter wurden die Futterzusätze in einem Futtermischer beigemischt und in die Futterautomaten gefüllt (Abbildungen 1 und 2). Beim Mast- und Endmastfutter wurden die Futterzusätze direkt beim Futterrohr dazugegeben (Abbildungen 3 bis 5). Dabei dosierte man pro 15kg Futter in 15 Sekunden Futterdurchflusszeit für die Verfahren „Zufütterung“ und „Einstreu + Zufütterung“ 150g Pflanzenkohle (1% Dosierung) und beim Verfahren „EM-Carbonfutter“ 400g (2.6%) zu. Ab dem 22. Tag wurde der Gehalt des EM-Carbonfutters auf 1.8% verringert. Bei den Verfahren „Einstreu“ und „Einstreu + Zufütterung“ brachte man ab dem ersten Tag bis zum 36. Tag „Mastpoulet Einstreuzusatz“ von der Bionika AG (Tabelle 1) per Hand in die Einstreu ein (Tabelle 2).

Tabelle 1: Zusammensetzung der drei eingesetzten Kohle-Produkte der Firmen Bionika AG (Futterkohle und Einstreuzusatz) und EM Schweiz AG (EM-Carbonfutter)

Produkt	Inhaltstoffe und Gehalte
Futterkohle	94% Verora-Pflanzenkohle, vorbehandelt mit Apfelessig, 2% Bentonit "Fimix E558", 4% Zeolith "Klinofeed S"
Einstreustarter	31% Verora-Pflanzenkohle ungemahlen (EBC normzertifiziert) 62% Bionika Terra Preta Nährhumus feingesiebt (biologisch hoch aktiv, geprüfte 1A Qualität) 5% Bentonit "Fimix E558 K", 2% Klinofeed G, ca. 30% Feuchtigkeit
EM-Carbonfutter	Zusammensetzung: Weizenkleie*, Weizen*, Holzkohle, Melasse*. *Bio-Qualität Gehalte: Wasser 40%; Rohprotein 7.9%; Rohfett 1.5%; Rohfaser 4.5%; Rohasche 4.7%; Lysin 2.8g/kg; Methionin 1.0 g/kg; Natrium 0.003%; Calcium 0.3%; Phosphor 0.5%; Magnesium 0.2%; Kupfer 0%



Abbildung 1, Abbildung 2: Futtermischer für Starterfutter mit Schnecke



Abbildung 3: Zudosierer über dem Futterrohr



Abbildung 4: Zudosierer mit automatischer Mengenregulierung



Abbildung 5: Zudosierer unter dem Schutzmantel

Tabelle 2: Eingebraachte Mengen des Bionika Einstreustarteres an folgenden Tagen in die Verfahren „Einstreu“ und „Einstreu + Zufütterung“

Tag	1	8	10	15	17	22	24	26	29	31	33	36
Einstreustarter [kg]	5.0	3.0	5.0	6.0	8.0	6.0	6.0	8.0	7.0	7.0	7.0	2.0

2.1 Futtergehalte

In Tabelle 3 sind die berechneten Sollwerte nach den Futterrezepturen dargestellt, welche sich aus den Futterkomponenten ergeben.

Tabelle 3: Sollgehalte der eingesetzten Versuchsfutter nach Futterrezeptur (Angaben der UFA AG)

		Starter	Mast	Endmast
Rohasche	g/kg	64	55	53
Roh-protein	g/kg	215	221	197
Rohfett	g/kg	61	64	65
Rohfaser	g/kg	37	33	32
Lysin	g/kg	12.4	10.9	10.2
Methionin	g/kg	3.6	3.6	3.0
Ca	g/kg	9.6	7.5	7.4
P	g/kg	7.1	5.8	5.5
UEG¹	MJ/kg	12.5	13.0	13.1

¹Umsetzbare Energie Geflügel (MJ/kg) = 0.01551 x Rohprotein (g/kg) + 0.03431 x Rohlipide (g/kg) + 0.01669 x Stärke (g/kg) + 0.01301 x Zucker (g/kg)

Die verwendeten Futtermischungen wurden durch das Institut für Futtermittel der LUFA Nord-West in Oldenburg (Deutschland) analysiert. Die Analyseergebnisse unterschieden sich nicht zwischen den unterschiedlichen Verfahren im Starter-, Mast- und Endmastfutter. Deshalb werden in der Tabelle 4 nur die Mittelwerte gezeigt. Die einzelnen Analysewerte der Verfahren findet man im Anhang (Tabelle 17). Die Analyseergebnisse befanden sich im Vergleich zur Rezeptur bis auf zwei Abweichungen im Rahmen des Analysenspielraums. Einerseits lagen die Rohaschegehalt im Starter-, Mast- und Endmastfutter tiefer und andererseits enthielt das Mastfutter weniger Energie als berechnet.

Tabelle 4: Analyseergebnisse der eingesetzten Futter (Labor LUFA, D-Oldenburg)

	Unit	Starter	Mast	Endmast
Rohasche	g/kg	56	45	45
Roh-protein	g/kg	210	216	188
Rohfett	g/kg	65	67	71
Rohfaser	g/kg	35	31	26
Zucker	g/kg	47	48	48
Stärke	g/kg	376	376	416
UEG¹	MJ/kg	12.4	12.6	12.9

¹Umsetzbare Energie Geflügel (MJ/kg) = 0.01551 x Rohprotein (g/kg) + 0.03431 x Rohlipide (g/kg) + 0.01669 x Stärke (g/kg) + 0.01301 x Zucker (g/kg)

2.2 Klimadaten

Die Stalltemperatur und –feuchtigkeit wurde im Intervall von zwei Stunden mit dem Gerät „Thermofox mit Hygroaufsatz“ der Mugrauer GmbH, Zorneding-Pörling bis am 37. Tag aufgezeichnet. Die durchschnittliche Temperatur nahm von 33.6°C kontinuierlich auf 22.9°C ab (Abbildung 6). Die Feuchtigkeit bewegte sich zwischen 49.4% und 67.0%.

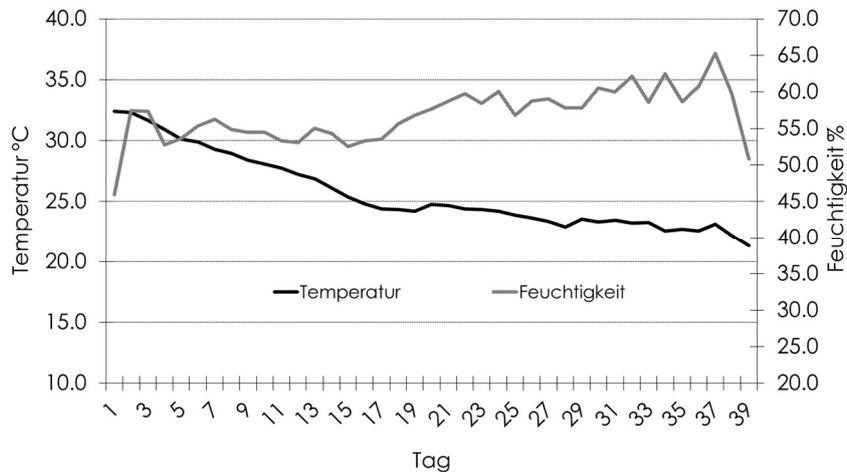


Abbildung 6: Entwicklung der Temperatur (°C) und der relativen Luftfeuchtigkeit (%) im Stall

2.3 Erhebungen

Pro Erhebungseinheit (=Abteil) wurde erfasst:

- Mortalität und Abgangsursachen (soweit feststellbar)
- Lebendgewichtszuwachs und Uniformität (beschreibt Anteil der Tiere, die im Gewichtsbereich $\pm 10\%$ um das Durchschnittsgewicht liegen): Stichproben am 10., 21., 28. Tag mit automatischen Wiegeplattformen und Vollerhebung am Mastende
- Wasserverbrauch: täglich wurde die Wassermenge aufgezeichnet und für die Masttage 10, 21, 28 und 37 ausgewertet
- Futterverbrauch und Futterverwertung: tägliche Erhebung und Auswertung am 10., 21., 28. und 37. Masttag; die Futterverwertung berechnet sich aus Futterverbrauch und Lebendgewichtszuwachs
- Europ. Broiler Index (EBI) =
$$\frac{\text{tägl. Zuwachs (g/Tier)} \times \text{Überlebensrate (\%)}}{10 \times \text{Futterverwertungsindex}}$$
- Einstreuqualität: Beurteilung am 29. und 37. Versuchstag
 - Verkrustung: Es wird mit den Stiefeln die Einstreu bewegt und der Anteil verkrustete Fläche an der Gesamtfläche geschätzt
 - Pappigkeit, Feuchtigkeit: Der Schuhabsatz wird in die Einstreu gedrückt. Hinterlässt dieser einen Abdruck, wird dies als leicht pappig beurteilt. Der Grad der Pappigkeit und der Feuchtigkeit wird nach einer Skala von 0 nicht feucht bis 3 sehr feucht und pappig beurteilt

- Proben und Analyse des Kots am 36. Tag und der Einstreu am Mastende durch das Labor für Boden- und Umweltanalytik der Eric Schweizer AG in Thun
- Ammoniakmessung: Das NH₃ erfasste man auf Stufe Abteil mit dem Messsystem von Dräger. Dazu wurde jeweils in jedem Abteil ein umgedrehter Kübel vor der Sitzfläche auf die Einstreu gelegt und das Loch mit einem Zapfen zugeschlossen (Abbildung 7). Der Zapfen wurde nach einem gewissen Zeitintervall entfernt und danach steckte man das Dräger-Röhrchen mit einer Pumpe auf eine bestimmte Tiefe ins Loch des Kübels. Man verwendete Dräger-Röhrchen in einem Messbereich von 2-30 ppm am 29. Tag und 5-100 ppm NH₃ am 33. und 36. Tag.
 - 29. Tag: 5.5 cm tief, 30-60 Minuten, 2 mal pumpen
 - 33. Tag: 1.7 cm tief, 30 Minuten, 1 mal pumpen
 - 36. Tag: 1.7 cm tief, 30 Minuten, 1 mal pumpen, ohne Pumpe im Loch aufzuziehen



Abbildung 7: Ammoniakmessung im Abteil mit einem umgedrehten Kübel und das Loch mit einem grauen Zapfen zugeschlossen

- Schlachtresultate: Schlachtung im Schlachthof der Bell AG, Zell, in Verfahrensgruppen (ohne Wiederholungen); Schlachtgewicht, Schlachtausbeute und Uniformität der Schlachtkörper
- Fussballen- und Fersenveränderungen von 10 Tieren pro Abteil am 29. und 37. Tag. Die Fussballen und Fersen wurden nach der Methode von Ekstrand *et al.* (1997) auf einer Skala von starkem Fussballengeschwür (Note 3) bis kein Fussballengeschwür (Note 0) beurteilt.

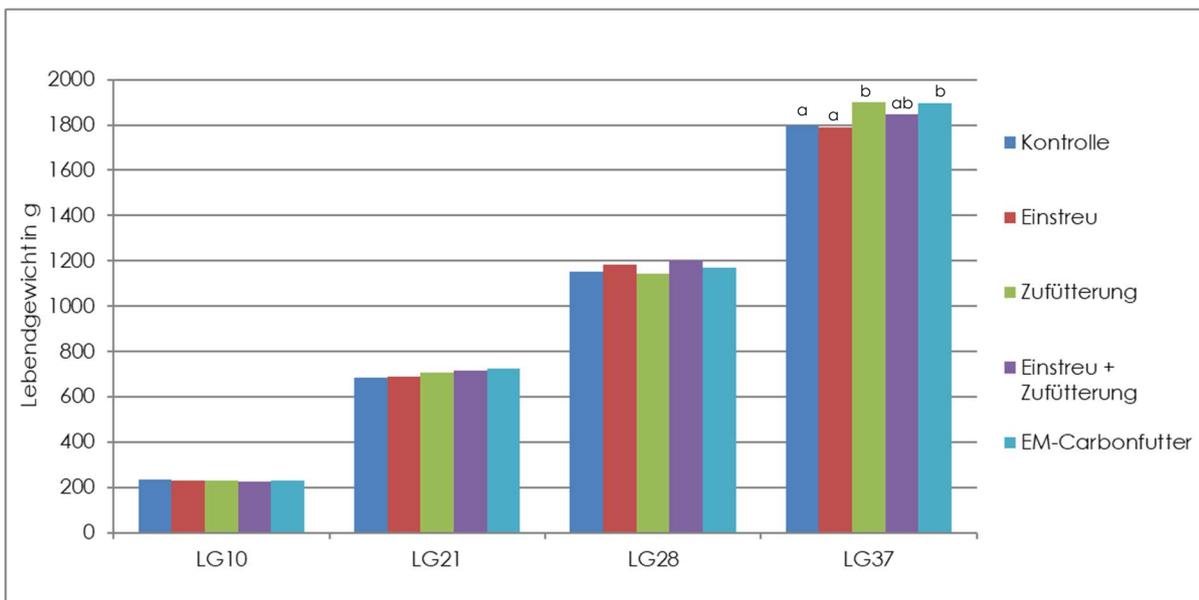
2.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Mastleistungsergebnisse erfolgte über eine einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Faktor Verfahren auf der Basis $P \leq 0,05$ mit dem Statistikprogramm NCSS 8 (Number Cruncher Statistical Systems of Dr. J. L. Hintze, Kaysville, Utah). Signifikante Unterschiede wurden mit dem Tukey-Kramer-Test und Dunn's Test getestet. Es wurden immer alle vier Abteile pro Verfahren statistisch ausgewertet.

3 Ergebnisse

3.1 Mastleistungsergebnisse

In diesem Mastversuch können die Mastleistungen wegen der Biorezeptur des Futters nicht mit den Erwartungen der Zuchtorganisationen Aviagen (Aviagen, 2014) verglichen werden. Im Durchschnitt erreichten die Tiere ein Lebendgewicht von 1.847kg. Am 21. Tag waren die Lebendgewichte vom Verfahren „Einstreu“ und der Kontrolle gleich hoch, beim Verfahren „Zufütterung“ etwas höher und bei den Verfahren „Einstreu + Zufütterung“ sowie „EM-Carbonfutter“ am höchsten, aber ohne Signifikanz (Abbildung 8 **Abbildung 8**). Am 28. Tag zeigten die Verfahren „Einstreu“ und „Einstreu + Zufütterung“ ohne Signifikanz leicht höhere Gewichte als die anderen Verfahren. Am 37. Tag waren die Verfahren „Zufütterung“ und „EM-Carbonfutter“ signifikant höher im Lebendgewicht als das Verfahren „Einstreu“ und die Kontrolle (Tabelle 5). Die Unterschiede zur Kontrollgruppe betragen etwa 100g.



unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0.05$)

Abbildung 8: Lebendgewichte (in g) der fünf Verfahren an den Masttagen 10, 21, 28 und 37

Der Futterverbrauch lag im Durchschnitt bei 3.372 kg/pro Tier. Beim Verfahren „EM-Carbonfutter“ lag er über die ganze Mast am höchsten und wich signifikant von der Kontrolle ab (Tabelle 5). Am 21. und 28. Tag befand er sich um 40% höher als bei der Kontrolle (Abbildung 10). In den beiden Verfahren mit Zufütterung von Pflanzenkohle war er ab dem 28. Tag signifikant höher als bei der Kontrolle. Bei allen Verfahren mit einer Zufütterung stellte man eine Futterverschwendung fest (Abbildung 9). Um die Futterverschwendung zu minimieren, verringerte man deshalb beim „EM-Carbonfutter“ die Zudosierung von 2.6% auf 1.8%. Zudem stellte man am 24. Tag beim Verfahren „EM-Carbonfutter“ und bei den restlichen Verfahren am 26. Tag die Futterpfannen tiefer. Der FVI lag im Durchschnitt bei 1.86 kg/kg. Er zeigte dasselbe Muster wie beim Futterverbrauch, beim Verfahren „Zufütterung“ und „EM-Carbonfutter“ lag er signifikant über der Kontrollgruppe (Abbildung 11). Bei

den Verfahren „Zufütterung“ und „EM-Carbonfutter“ sank der Futtermittlungsindex vom 28. zum 37. Tag (Tabelle 5).

Tabelle 5: Kumulierter Futtermittlungsverbrauch (g), Lebendgewicht (g) und Futtermittlungsindex (FVI, kg Futter pro kg Gewichtszuwachs)

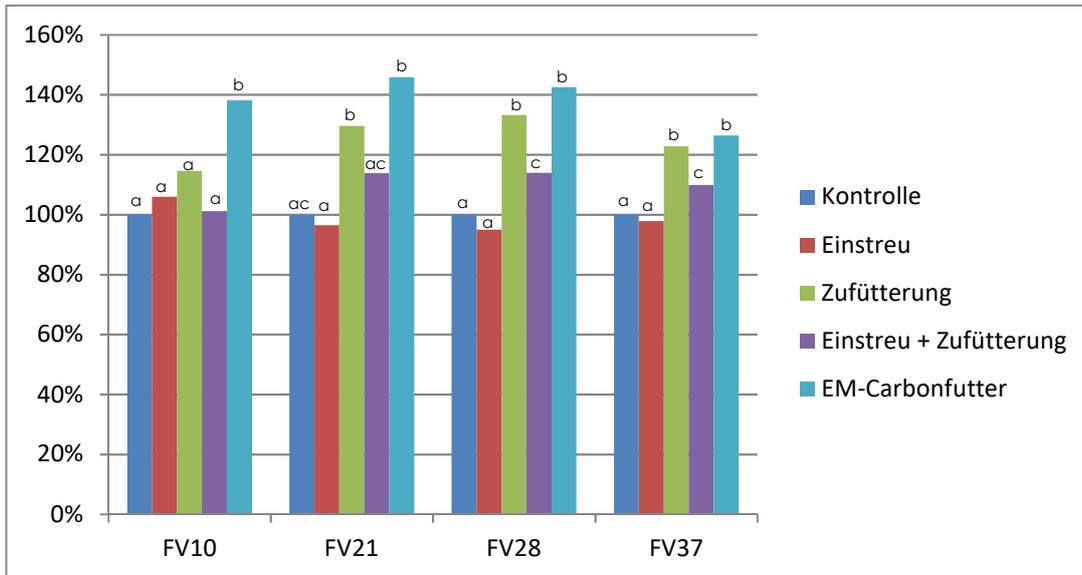
Kriterium Verfahren	Kontrolle	Einstreu	Zufütterung	Einstreu+ Zufütterung	EM-Carbon-futter	Sig. ¹	Sig. ²
Anz. Tiere	1080	1080	1080	1080	1080		
Lebendgewicht (g)							
1.Tag	39	39	39	39	39		
10.Tag	235	228	231	227	230	n.s.	n.s.
21. Tag	683	687	706	717	723	n.s.	n.s.
28. Tag	1151	1184	1145	1203	1168	n.s.	n.s.
37. Tag	1800 ^a	1788 ^a	1903 ^b	1848 ^{ab}	1895 ^b	*	*
Futtermittlungsverbrauch (g)							
10.Tag	212 ^a	225 ^a	243 ^a	214 ^a	293 ^b	n.s.	*
21. Tag	990 ^{ac}	955 ^a	1283 ^b	1126 ^{ac}	1443 ^b	*	*
28. Tag	1751 ^a	1663 ^a	2333 ^b	1996 ^c	2496 ^b	*	*
37. Tag	3027 ^a	2962 ^a	3717 ^b	3326 ^c	3826 ^b	*	*
FVI (kg Futter pro kg Gewichtszuwachs)							
10.Tag	1.09 ^a	1.20 ^a	1.27 ^a	1.15 ^a	1.54 ^b	n.s.	*
21. Tag	1.54 ^a	1.48 ^a	1.93 ^{bc}	1.66 ^{ac}	2.11 ^b	*	*
28. Tag	1.58 ^a	1.46 ^a	2.11 ^b	1.72 ^a	2.21 ^b	*	*
37. Tag	1.72 ^a	1.69 ^a	1.99 ^b	1.84 ^{ab}	2.06 ^b	*	*

¹ Vergleich der Kontrolle mit den Verfahren mit Pflanzenkohle; * $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

² Vergleich der Kontrolle mit EM-Carbonfutter; * $p < 0.05$ n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

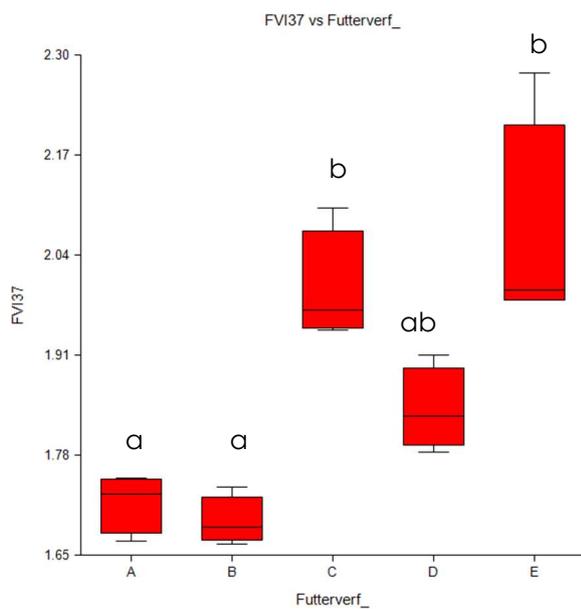


Abbildung 9: Futtermittlungsverschwendung im Abteil mit EM-Carbonfutter



unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0.05$)

Abbildung 10: Abweichung des Futterverbrauchs pro Tier an den Masttagen 10, 21, 28 und 37 im Vergleich zur Kontrollgruppe in %



unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0.05$)

Abbildung 11: Boxplot des Futterverwertungsindex [kg/kg] am Mastende

Die Mortalitätsrate lag im Durchschnitt bei guten 1.02% und unterschied sich nicht signifikant zwischen den Verfahren (Tabelle 6). Die kleinste Mortalitätsrate wies über die gesamte Mastdauer das Verfahren „EM-Carbonfutter“ auf, die höchste das Verfahren „Einstreu + Zufütterung“.

Tabelle 6: Mortalitätsrate (%)

Kriterium Verfahren	Kontrolle	Einstreu	Zufütterung	Einstreu+ Zufütterung	EM-Carbonfutter	Sig. ¹	Sig. ²
10.Tag	0.46	0.37	0.46	0.56	0.09	n.s.	n.s.
21.Tag	0.65	0.46	0.65	0.74	0.37	n.s.	n.s.
28. Tag	0.74	0.65	0.74	1.11	0.37	n.s.	n.s.
37. Tag	1.02	0.93	0.93	1.48	0.74	n.s.	n.s.

¹ Vergleich der Kontrolle mit den Verfahren mit Pflanzenkohle; *= $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

² Vergleich der Kontrolle mit EM-Carbonfutter; *= $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

Der European Broiler Index (EBI) fasst die wichtigsten Kennzahlen wie Zuwachs, Futtermittelverwertung und Mortalität in einer Zahl zusammen (Tabelle 7). Das Verfahren „Einstreu“ und die Kontrolle wiesen ab dem 28. Masttag im Vergleich zu den Verfahren „Zufütterung“ und „EM-Carbonfutter“ einen signifikant höheren EBI auf.

Tabelle 7: European Broiler Index (EBI)

Kriterium Verfahren	Kontrolle	Einstreu	Zufütterung	Einstreu+ Zufütterung	EM-Carbonfutter	Sig. ¹	Sig. ²
10.Tag	183 ^a	158 ^{ab}	151 ^{ab}	163 ^{ab}	125 ^b	n.s.	*
21.Tag	199 ^{ac}	210 ^a	164 ^{cd}	193 ^{abc}	155 ^{bd}	*	*
28.Tag	251 ^a	280 ^a	186 ^b	240 ^a	183 ^b	*	*
37.Tag	274 ^a	277 ^a	250 ^b	262 ^{ab}	242 ^b	*	*

¹ Vergleich der Kontrolle mit den Verfahren mit Pflanzenkohle; *= $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

² Vergleich der Kontrolle mit EM-Carbonfutter; *= $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

Die Uniformitätswerte stellen den Grad der Ausgeglichenheit der Gewichte einer Tiergruppe dar (Tabelle 8). Sie unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Verfahren. Die Uniformität lag im Durchschnitt bei 60.7%.

Tabelle 8: Uniformität (%)

Kriterium Verfahren	Kontrolle	Einstreu	Zufütterung	Einstreu+ Zufütterung	EM-Carbonfütter	Sig. ¹	Sig. ²
10.Tag	48.	49	52	60	43	n.s.	n.s.
21.Tag	66	66	54	51	50	n.s.	n.s.
28.Tag	70	58	61	55	65	n.s.	n.s.
37.Tag	59	65	59	59	63	n.s.	n.s.

¹ Vergleich der Kontrolle mit den Verfahren mit Pflanzenkohle; * $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

² Vergleich der Kontrolle mit EM-Carbonfütter; * $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

Der Wasserverbrauch unterschied sich nicht signifikant zwischen den Verfahren. Der Faktor Wasser zu Futter war über die gesamte Mastdauer mit EM-Carbonfütter signifikant tiefer als bei dem Verfahren „Einstreu“ und der Kontrolle (Tabelle 9).

Tabelle 9: Wasserverbrauch in dl pro Tier und Tag und Faktor Wasser- zu Futterverbrauch in ml Wasser pro g Futter (im Durchschnitt pro Verfahren)

Wasserverbrauch (dl)	Kontrolle	Einstreu	Zufütterung	Einstreu+ Zufütterung	EM-Carbonfütter	Sig. ¹	Sig. ²
1.- 10.Tag	0.57	0.58	0.64	0.57	0.54	n.s.	n.s.
11.- 21.Tag	0.83	0.92	1.02	0.94	0.82	n.s.	n.s.
22.- 28.Tag	1.94	2.03	2.15	2.11	1.91	n.s.	n.s.
29.- 37.Tag	3.48	3.56	4.00	3.63	3.50	n.s.	n.s.
1. – 37. Tag	1.62	1.68	1.86	1.72	1.60	n.s.	n.s.
Faktor Wasser zu Futter (l/kg)							
1.- 10.Tag	2.70	2.57	2.62	2.67	1.84	n.s.	n.s.
11.- 21.Tag	1.17 ^a	1.38 ^a	1.09 ^{ab}	1.14 ^{ab}	0.80 ^{ab}	n.s.	n.s.
22.- 28.Tag	1.79 ^{ab}	2.01 ^a	1.44 ^{bc}	1.72 ^{ab}	1.30 ^c	*	*
29.- 37.Tag	2.46	2.47	2.60	2.45	2.37	n.s.	n.s.
1. – 37. Tag	1.98 ^a	2.10 ^a	1.85 ^{ab}	1.92 ^{ab}	1.56 ^b	n.s.	*

¹ Vergleich der Kontrolle mit den Verfahren mit Pflanzenkohle; * $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

² Vergleich der Kontrolle mit EM-Carbonfütter; * $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

3.2 Kot- und Einstreubeurteilung

3.2.1 Laborergebnisse

Nachfolgend sind die Analyseergebnisse der Kot- und Einstreuproben aufgelistet. Sie werden in den folgenden Kapiteln kommentiert.

Tabelle 10: Kotanalyse der Verfahren auf Trockensubstanz, Glührückstand, Glühverlust, C-org, Gesamtstickstoff, N-NH₄, N-NO₃, C/N Verhältnis

Kotanalyse	Kontrolle	Einstreu	Zufütterung	Einstreu+ Zufütterung	EM-Carbon-futter	Sig. ¹	Sig. ²
Trockensubstanz %	23	24	23	25	24	n.s.	n.s.
Glührückstand %	13 ^a	14 ^{ab}	13 ^a	16 ^b	12 ^a	*	n.s.
Glühverlust %	87 ^a	86 ^{ab}	87 ^a	84 ^b	88 ^a	*	n.s.
organischer Kohlenstoff g/kg TS	507 ^a	498 ^{ab}	505 ^a	488 ^b	513 ^a	*	n.s.
Gesamtstickstoff g/kg TS	46	48	44	53	58	n.s.	n.s.
Ammoniumstickstoff g/kg TS	4.8	4.5	4.5	4.7	5.6	n.s.	n.s.
Nitratstickstoff g/kg TS	1.4	0.0	0.0	0.5	0.4	n.s.	n.s.
Kohlenstoff / Stickstoff g/kg TS	12	11	12	10	9	n.s.	n.s.

¹ Vergleich der Kontrolle mit den Verfahren mit Pflanzenkohle; *= $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

² Vergleich der Kontrolle mit EM-Carbonfutter; *= $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

Tabelle 11: Einstreuanalyse der Verfahren auf Trockensubstanz, Glührückstand, Glühverlust, C-org, Gesamtstickstoff, N-NH₄, N-NO₃

Einstreuanalyse	Kontrolle	Einstreu	Zufütterung	Einstreu+ Zufütterung	EM-Carbon-futter	Sig. ¹	Sig. ²
Trockensubstanz %	55 ^a	59 ^{ab}	63 ^b	64 ^b	65 ^b	*	*
Glührückstand %	11 ^{ab}	24 ^b	9 ^a	16 ^b	9 ^a	*	n.s.
Glühverlust %	89 ^{ab}	76 ^b	91 ^a	84 ^b	91 ^a	*	n.s.
organischer Kohlenstoff g/kg TS	516 ^{ab}	440 ^b	528 ^a	488 ^b	530 ^a	*	n.s.
Gesamtstickstoff g/kg TS	48 ^{ac}	40 ^b	46 ^a	43 ^{bc}	50 ^a	*	n.s.
Ammoniumstickstoff g/kg TS	7.8 ^a	5.9 ^b	6.1 ^b	6.0 ^b	7.0 ^{ab}	*	n.s.
Nitratstickstoff g/kg TS	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	n.s.	n.s.

¹ Vergleich der Kontrolle mit den Verfahren mit Pflanzenkohle; *= $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

² Vergleich der Kontrolle mit EM-Carbonfutter; *= $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

3.2.2 Verkrustung und Feuchtigkeit der Einstreu

Am 28. und 37. Tag war die Einstreu der Kontrolle am meisten verkrustet und wies zum Verfahren „Einstreu + Zufütterung“ einen signifikanten Unterschied auf. Bei der Feuchtigkeit der Einstreu zeigte die Kontrolle ebenfalls die höchsten Werte und war zum Verfahren „EM-Carbonfutter“ signifikant höher (Tabelle 12). Zudem wies in der Analyse der Einstreu die Kontrolle einen signifikant tieferen Trockensubstanz-Anteil gegenüber den Verfahren mit einer Zufütterung auf (Tabelle 11 & Abbildung 13). Die Trockensubstanz des Kots unterschied sich nicht signifikant zwischen den Verfahren (Tabelle 10 & Abbildung 12).

Tabelle 12: Einstreubeurteilung

	Kon- trolle	Einstreu	Zufütterung	Einstreu+ Zufütterung	EM-Carbon- futter	Sig. ¹	Sig. ²
Verkrustung %							
28.Tag	43	15	33	23	19	n.s.	n.s.
37.Tag	80 ^a	60 ^{ab}	65 ^{ab}	40 ^b	43 ^{ab}	*	n.s.
Feuchtigkeit ³							
28.Tag	0.8	0.8	0.5	0.8	0.5	n.s.	n.s.
37.Tag	2.0 ^a	1.5 ^{ab}	1.8 ^{ab}	1.3 ^{ab}	1.1 ^b	n.s.	*

¹ Vergleich der Kontrolle mit den Verfahren mit Pflanzenkohle; *= $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

² Vergleich der Kontrolle mit EM-Carbonfutter; *= $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

³Skala: 0 nicht feucht bis 3 sehr feucht und pappig

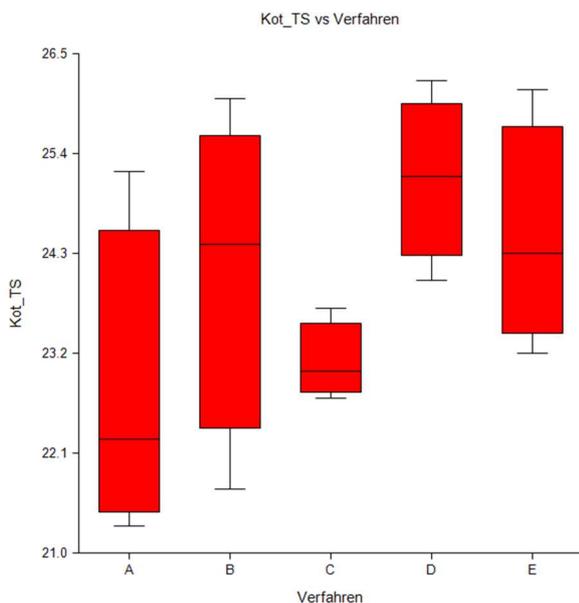
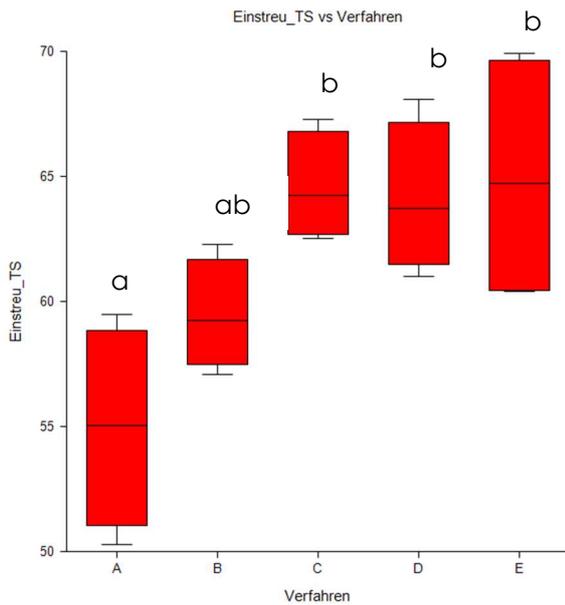


Abbildung 12: Boxplot der Kotanalyse für den Trockensubstanzgehalt [%]

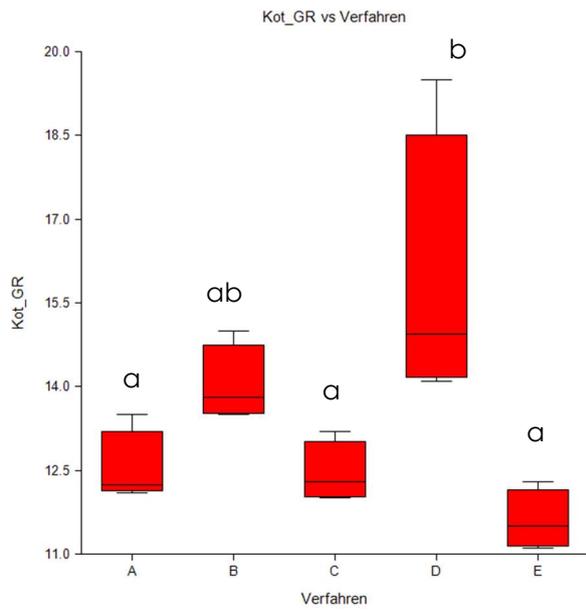


unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0.05$)

Abbildung 13: Boxplot der Einstreuanalyse für den Trockensubstanzgehalt [%]

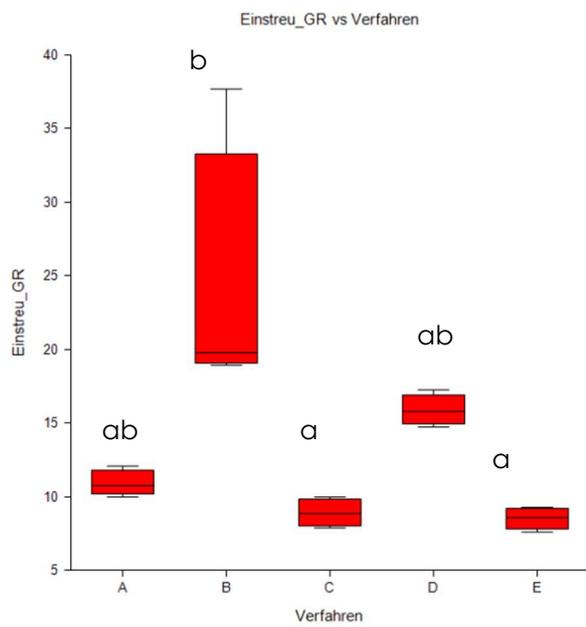
3.2.3 Glührückstand und organischer Kohlenstoff

Die Glührückstände im Kot des Verfahrens „Einstreu + Zufütterung“ waren signifikant höher als bei den Verfahren „Zufütterung“, „EM-Carbonfutter“ und der Kontrolle (Tabelle 10 & Abbildung 14). Bei den Glührückständen in der Einstreu wiesen die Verfahren „Einstreu“ und „Einstreu + Zufütterung“ signifikant mehr Glührückstände gegenüber den Verfahren mit „Zufütterung“ und „EM-Carbonfutter“ auf, jedoch nicht gegenüber der Kontrolle (Tabelle 11 & Abbildung 15). Der organische Kohlenstoff (C-org) im Kot war beim Verfahren „Einstreu + Zufütterung“ signifikant tiefer als bei den Verfahren „Zufütterung“, „EM-Carbonfutter“ und der Kontrolle (Abbildung 16). Der C-org in der Einstreu zeigte die gleichen signifikanten Unterschiede wie die Glührückstände in der Einstreu (Abbildung 17).



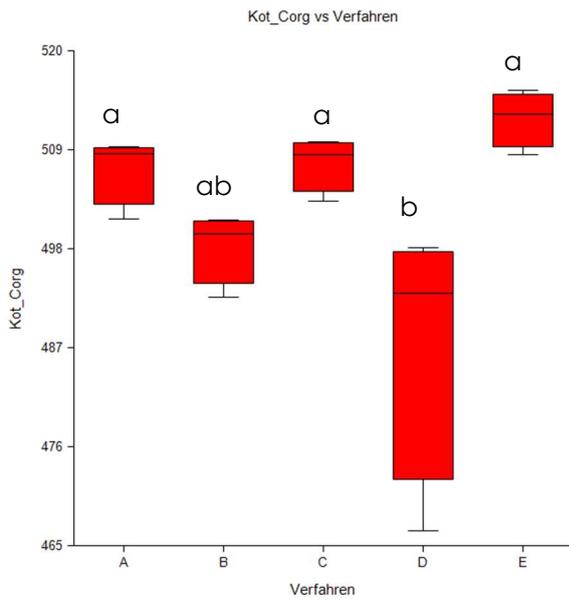
unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0.05$)

Abbildung 14: Boxplot der Kotanalyse für den Glührückstand [%]



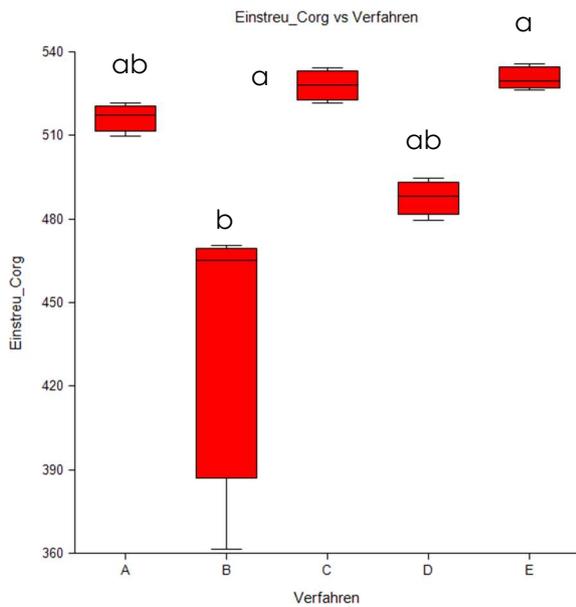
unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0.05$)

Abbildung 15: Boxplot der Einstreuanalyse für den Glührückstand [%]



unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0.05$)

Abbildung 16: Boxplot der Kotanalyse für organischen Kohlenstoff [g/kg TS]



unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0.05$)

Abbildung 17: Boxplot der Einstreuanalyse für organisches Kohlenstoff [g/kg TS]

3.2.4 Stickstoff und Ammoniak

Die durchschnittlichen Werte des Gesamt-Stickstoffgehalts im Kot lagen bei 50.8 Stickstoff g/kg TS und man stellte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Verfahren fest (Tabelle 10 & Abbildung 18). Im Gesamt-Stickstoffgehalt der Einstreu waren die Verfahren „Einstreu“ und „Einstreu + Zufütterung“ signifikant tiefer als die Verfahren „Zufütterung“ und „EM-Carbonfutter“ (Tabelle 11 & Abbildung 19).

Der Ammoniumstickstoffgehalt in der Kotanalyse am 36. Tag zeigte keine signifikanten Unterschiede (Abbildung 20). Die durchschnittlichen Werte lagen bei 4.89 g/kg TS. Die Einstreuanalyse ergab signifikant tiefere Ammoniumstickstoffgehalte zwischen den Verfahren mit Pflanzenkohle und der Kontrolle (Abbildung 21). Die durchschnittlichen Werte lagen bei 6.60 g/kg TS.

Im Nitratstickstoffgehalt stellte man keine signifikanten Unterschiede zwischen den Verfahren fest (Tabelle 10 und Tabelle 11; im Anhang Abbildung 24 Abbildung 24 und Abbildung 25). Man untersuchte nur im Kot das Verhältnis von C/N, welches aber keine Signifikanzen aufwies (Tabelle 10; im Anhang Abbildung 26). Die Ammoniakmessungen mit System Dräger zeigten keine signifikanten Unterschiede und werden im Anhang gezeigt (Tabelle 18).

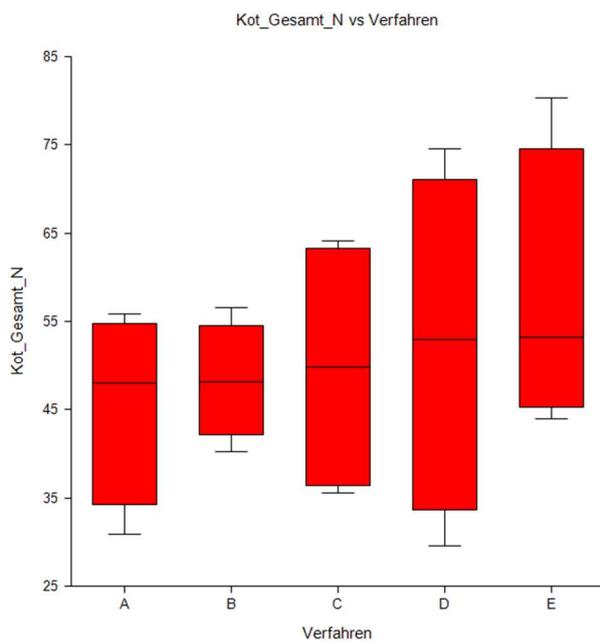
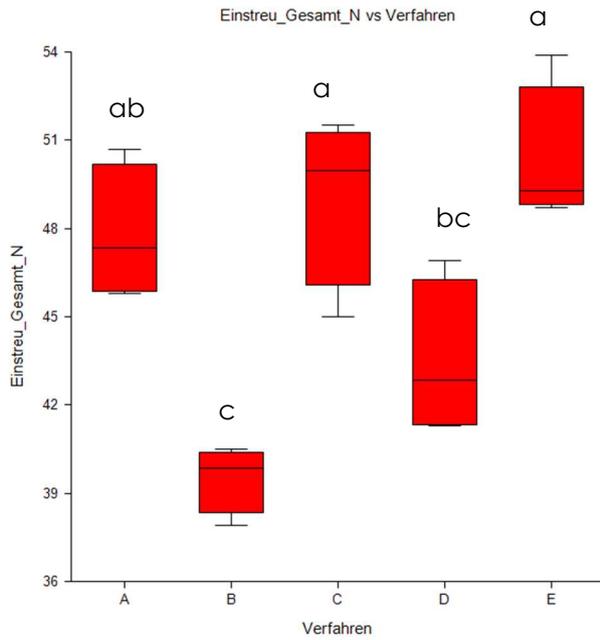


Abbildung 18: Boxplot der Kotanalyse für Gesamt-Stickstoff [g/kg TS]



unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0.05$)

Abbildung 19: Boxplot der Einstreuanalyse für Gesamt-Stickstoff [g/kg TS]

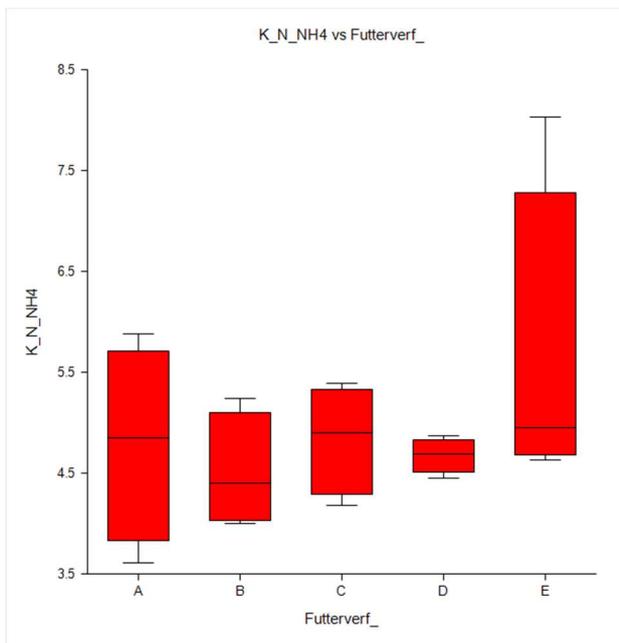
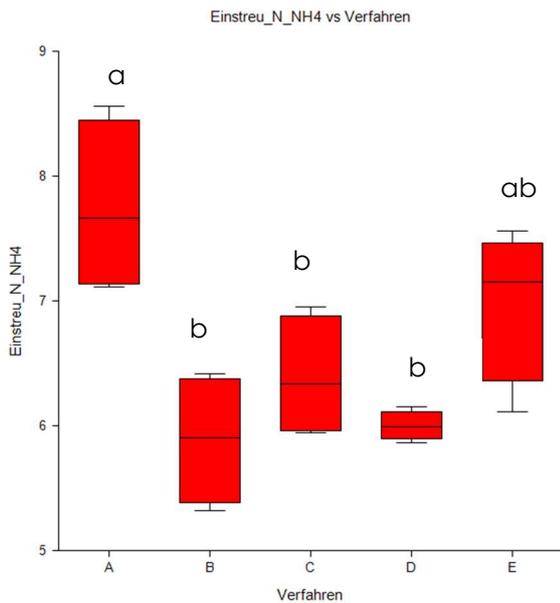


Abbildung 20: Boxplot der Kotanalyse für Ammoniumstickstoff [g/kg TS]



unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0.05$)

Abbildung 21: Boxplot der Einstreuanalyse für Ammoniumstickstoff [g/kg TS]

3.2.5 Ammoniumgehalte in der Einstreu eines Versuches im Jahr 2015

Im Versuch Nr. M115 am Aviforum wurde Pflanzenkohle der Verora AG ad libitum in Rundautomaten zugefüttert. Diese zeigte jedoch bei keinem Parameter einen signifikanten Einfluss. Es wurden über die Mastdauer von 36 Tagen 22.5kg Pflanzenkohle (45L; 1L = 500g Kohle) pro Abteil in die Einstreu eingestreut. Dies entspricht 32% der im vorliegenden Versuch eingesetzten Einstreukohle /70kg/Abteil). Die in die Einstreu eingebrachte Pflanzenkohle zeigte mit 25% weniger starker Verkrustung eine zum Teil signifikant* lockerere Einstreu (Kontrolle: 74%, „Einstreu“: 46%*, „Zufütterung“: 76%*, „Einstreu + Zufütterung“: 54%) und beeinflusste somit auch die Fussballengesundheit positiv (80-82% zu 62-69% Anteil Tiere mit gesunden Fussballen). Die Ammoniumstickstoffgehalte in der Einstreu wiesen bei den Verfahren „Einstreu“ und „Einstreu + Zufütterung“ die tiefsten Gehalte auf, gefolgt von der Kontrolle. Die höchsten Werte wies das Verfahren „Zufütterung“ auf (Tabelle 13, im Anhang Abbildung 27). Die Gehalte unterschieden sich mit $p = 0.1481$ nicht signifikant (Albiker et al., 2016 und Albiker und Zweifel, 2015).

Tabelle 13: Ammoniumstickstoffgehalte in der Einstreu des Versuchs M115

Verfahren	Ammoniumstickstoffgehalte in	Sig. ¹
Kontrolle	6.092	n.s.
Einstreu	5.206	n.s.
Zufütterung	6.61	n.s.
Einstreu + Zufütterung	5.014	n.s.

¹ Vergleich der Kontrolle mit den Verfahren mit Pflanzenkohle; *= $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

3.3 Schlachtergebnisse, Fussballen- und Fersenläsionen

Die Datenerhebung bei der Schlachtung erfolgte pro Verfahren ohne Berücksichtigung der Geschlechter am Schlachthof (Tabelle 14). Die Schlachtausbeute lag bei durchschnittlich 67.7%. Die Tiere der Verfahren mit einer Zufütterung waren im Schlachtgewicht höher als das Verfahren „Einstreu“ und die Kontrolle. Der Anteil der Tiere mit Fussballenläsionen war bei den Verfahren mit einer Zufütterung tiefer als bei den anderen beiden Verfahren. Die Qualitätssortierung fiel über alle Verfahren mit durchschnittlich 93.3% der Tiere in der 1. Qualität positiv aus. Alle Verfahren zeigten eine ähnliche Uniformität der Schlachtgewichte (Abbildung 22).

Tabelle 14: Durchschnittliches Schlachtgewicht, Schlachtausbeute, Beurteilung der Tiere mit Fussballen- und Fersenläsionen

Verfahren	Ø Schlachtgewicht	Schlachtausbeute	Tiere mit Fussballenläsionen	Tiere mit Fersenläsionen	Qualitätssortierung		
					1. Qu.	2. Qu.	3. Qu.
Kontrolle	1200	67.5%	50.0%	3.0%	94.10%	5.62%	0.28%
Einstreu	1186	67.4%	68.0%	0.0%	94.53%	5.28%	0.19%
Zufütterung	1267	67.7%	26.0%	0.0%	92.48%	7.24%	0.28%
Einstreu+ Zufütterung	1239	67.9%	30.0%	3.0%	93.87%	5.85%	0.28%
EM-Carbonfutter	1270	67.9%	6.0%	0.0%	91.39%	8.42%	0.19%

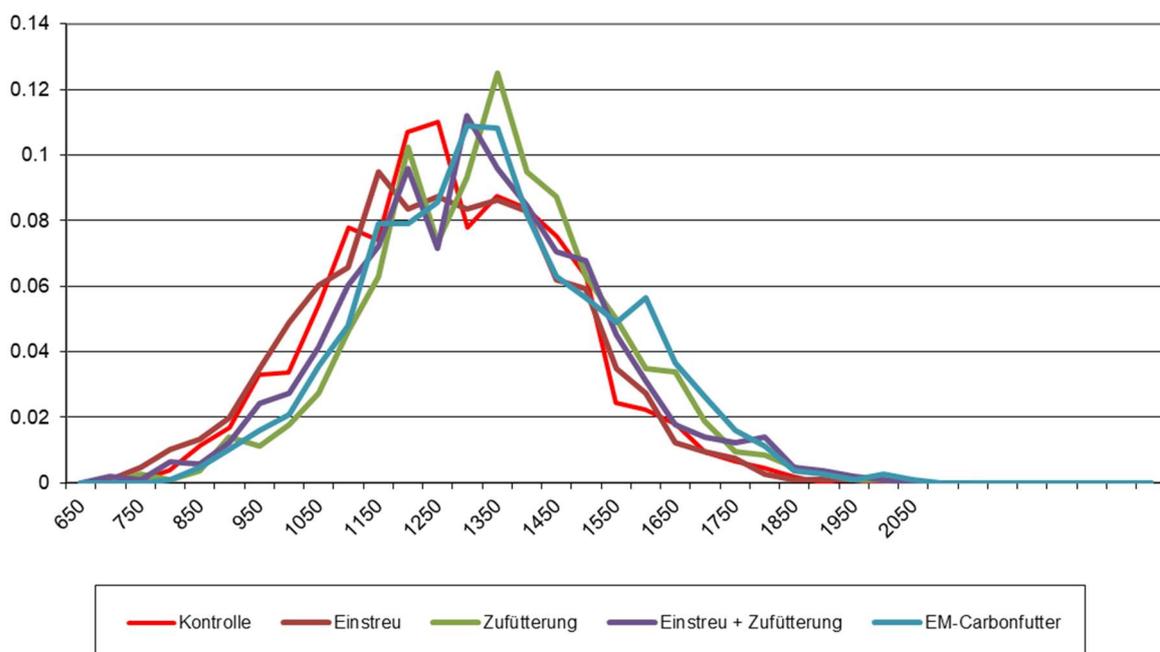


Abbildung 22: Verteilung der Schlachtgewichte (in g) nach Verfahren

Am 37. Tag konnten bei den Verfahren „Zufütterung“ und „EM-Carbonfutter“ im Vergleich zum Verfahren „Einstreu“ und zur Kontrolle signifikant weniger Fussballläsionen festgestellt werden (Tabelle 15 und Tabelle 16). Generell konnte der Anteil Fussballen- und Fersensärsionen mit einer Zufütterung um mindestens die Hälfte gesenkt werden (Abbildung 23). Das Verfahren „Einstreu“ wies an beiden Erfassungstagen die meisten Fussballenläsionen auf und es war das einzige, bei welchem Tiere mit einem Score von 2 erfasst wurden. Am Schlachthof wiesen ebenfalls die Verfahren mit einer Zufütterung weniger Fussballenveränderungen auf (Tabelle 14).

Tabelle 15: Anteil der Tiere mit Fussballen- und Fersensärsionen am 29. und 37. Masttag

Verfahren	Score	29. Tag		Score	37. Tag	
		Fussballen	Fersen		Fussballen	Fersen
Kontrolle	0	90.0%	100.0%	0	43.8%	90.0%
	1	10.0%	0.0%	1	56.3%	10.0%
Einstreu	0	73.8%	100.0%	0	35.0%	96.3%
	1	26.3%	0.0%	1	62.5%	3.8%
				2	2.5%	0.0%
Zufütterung	0	96.3%	100.0%	0	86.3%	100.0%
	1	3.8%	0.0%	1	13.8%	0.0%
Einstreu + Zufütterung	0	95.0%	100.0%	0	73.8%	96.3%
	1	5.0%	0.0%	1	26.3%	3.8%
EM-Carbonfutter	0	100.0%	100.0%	0	96.3%	98.8%
	1	0.0%	0.0%	1	3.8%	1.3%

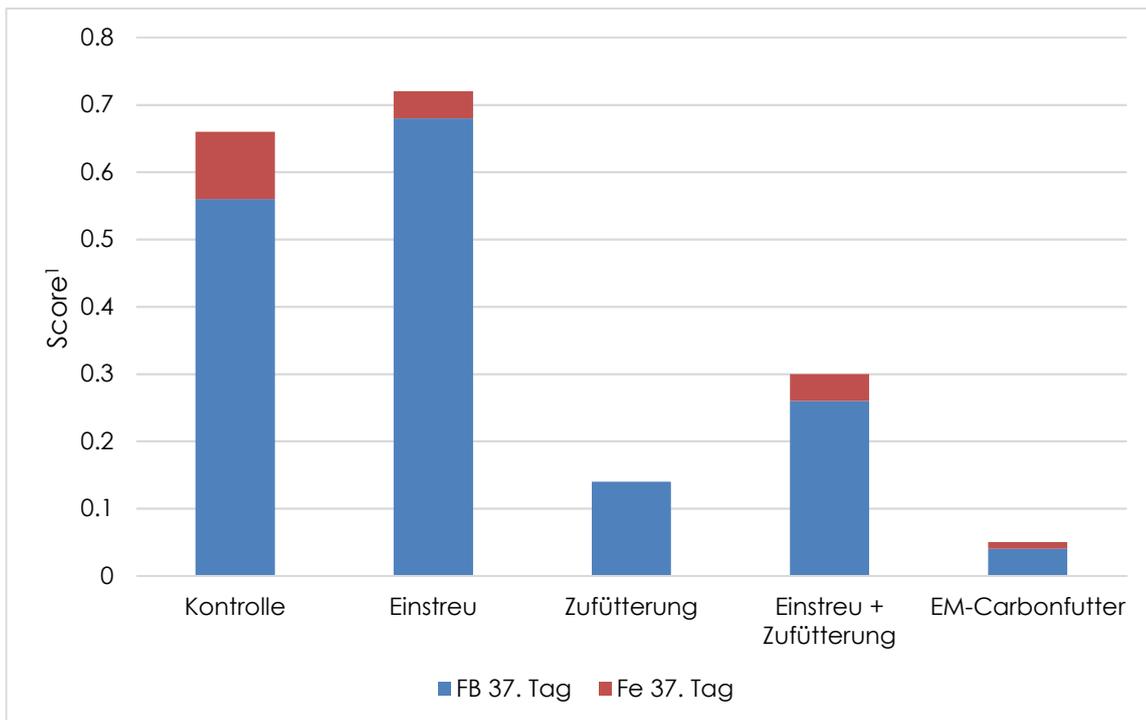
Tabelle 16: Score³ der Fussballen- und Fersensärsionen am 29. und 37. Tag

	Kontrolle	Einstreu	Zufütterung	Einstreu+ Zufütterung	EM-Carbon- futter	Sig. ¹	Sig. ²
Fussballen							
29. Tag	0.10 ^{ab}	0.26 ^a	0.04 ^b	0.05 ^b	0 ^b	*	n.s.
37. Tag	0.56 ^{ac}	0.68 ^c	0.14 ^b	0.26 ^{ab}	0.04 ^b	*	*
Fersen							
29. Tag	0	0	0	0	0	n.s.	n.s.
37. Tag	0.10	0.04	0	0.04	0.01	n.s.	n.s.

¹ Vergleich der Kontrolle mit den Verfahren mit Pflanzenkohle; *= $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

² Vergleich der Kontrolle mit EM-Carbonfutter; *= $p < 0.05$, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

³ Skala: 0 keine Veränderung bis 3 starke Veränderung



¹ Skala: 0 keine Veränderung bis 3 starke Veränderung

FB = Fussballenläsionen

Fe = Fersenläsionen

Abbildung 23: Durchschnittliches Score der Fussballen- und Fersenläsionen am 29. und 37. Tag

4 Diskussion

In diesem Mastversuch wurde ein nach Biovorgaben zusammengesetztes konventionelles Futter ohne synthetische Aminosäuren verwendet. Deshalb waren die Mastgewichte am 37. Tag um 450g tiefer als in der Empfehlung von Aviagen (Aviagen, 2014). Bei den Verfahren „Einstreu“ und „Einstreu + Zufütterung“ stellte man in den Mastgewichten keinen signifikanten Unterschied zur Kontrolle fest. Somit war kein eindeutiger Effekt der Pflanzenkohle als Einstreuzusatz auf die Tierleistung feststellbar, was sich mit Heitmann et al. (2016) deckt. Gemäss Kana et al. (2010) wurden bei Broilern signifikant höhere Gewichtszunahmen durch den Einsatz von Pflanzenkohle im Futter gefunden, welches sich teilweise im vorliegenden Versuch bestätigte. Die Tiere der Verfahren „Zufütterung“ und „EM-Carbonfutter“ waren am 37. Tag signifikant schwerer als die Kontrolle.

Der Gesamtfutterkonsum unterschied sich bei den Verfahren „Zufütterung“ und „EM-Carbonfutter“ zur Kontrolle signifikant. Dies lag an der beträchtlichen Futtermverschwendung bei diesen zwei Verfahren. Mit „Einstreu + Zufütterung“ verschwendeten die Tiere im Vergleich weniger, bei den Verfahren „Einstreu“ und bei der Kontrolle konnte auch eine Futtermverschwendung beobachtet werden, doch war sie hier am tiefsten.

Wegen der Futtermverschwendung senkte man beim Verfahren „EM-Carbonfutter“ die Zudosierung ab dem 22. Tag von 2.6% auf 1.8% und am 24. Tag stellte man die Futterpfannen tiefer. Am 26. Tag stellte man bei den übrigen Abteilen die Futterpfannen tiefer. Der FVI sank vom 28. Tag zum 37. Tag bei den Verfahren „Zufütterung“ von 2.11kg/kg auf 1.99kg/kg und „EM-Carbonfutter“ von 2.21kg/kg auf 2.06kg/kg. Somit reduzierten die Massnahmen die Futtermverschwendung. Ein Zusammenhang von Pflanzenkohle und erhöhter Futteraufnahme oder Futtereffizienz, wie bei Schmidt et al. (2016) konnte wegen der grossen Futtermverschwendung nicht bestätigt werden. Die Pflanzenkohle in der Einstreu zeigte gegenüber der Kontrolle keine negative Beeinflussung auf den Futterverbrauch und die Futtereffizienz.

Um die Wirkung der Pflanzenkohle und des EM-Carbonfutters auf die Futterverwertung besser beurteilen zu können, wurde die Futtermverschwendung geschätzt. Beim Verfahren „Zufütterung“ lag sie bei etwa 15%, bei „Einstreu + Zufütterung“ bei etwa 10% und bei „EM-Carbonfutter“ bei etwa 20%. Somit entspräche der FVI einem Wert von 1.70kg/kg, 1.65kg/kg und 1.65kg/kg. Damit befände sich der FVI mit Pflanzenkohle im Futter und EM-Carbonfutter leicht unter der Kontrolle (1.72FVI kg/kg), was einen Trend der besseren Futtereffizienz gemäss Schmidt et al. (2016) bestätigen würde.

Der European Broiler Index (EBI) war bei den Verfahren „Zufütterung“ und „EM-Carbonfutter“ wegen der hohen Futtermverschwendung signifikant tiefer als bei der Kontrolle. Wenn man nun die Futtermverschwendungsschätzung von oben miteinbezieht, entspräche der EBI höheren Werten als bei der Kontrolle. Am 37. Tag entspräche der EBI beim Verfahren „Zufütterung“ 295, „Einstreu + Zufütterung“ 291. und „EM-Carbonfutter“ 303 im Vergleich zur Kontrolle von 274 und dem Verfahren „Einstreu“ von 277.

Das Wetter war während des Mastversuches meist sonnig und trocken. Am 21. Tag war die Einstreu in allen Abteilen noch trocken und locker. Um die Unterschiede zwischen den Verfahren zu erhöhen, wurde deshalb als Challenge in jedem Abteil die Einstreu mit einer Spritzkanne angefeuchtet. Basierend auf der Methode von Rogger (2012) wurden am 22. Tag in jedem Abteil 2.5dl/m² Wasser ausgebracht, am 23. und 24. Tag 5dl/m². Die Challenge zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Leistungsdaten in der Zeitperiode vom 21. bis 28. Tag.

Die Beigabe von Pflanzenkohle in die Einstreu und im Futter sowie das EM-Carbonfutter hatten einen positiven Einfluss auf die Einstreulockerheit und –trockenheit, welches sich mit der Erkenntnis der GGÖ aktuell (2017) deckt. Dieses Resultat bestätigte sich auch in der Einstreuanalyse, bei welcher die Verfahren mit einer Zufütterung einen signifikant höheren Trockensubstanzgehalt aufwiesen. Dies hatte einen positiven Effekt auf die Fussballengesundheit bei den Verfahren mit einer Zufütterung. Beim Verfahren „Einstreu“ stellte man signifikant mehr Fussballenläsionen am 37. Tag und am Schlachthof fest. Bei den Erhebungen sah man am 29. und 37. Tag vermehrt Pflanzenkohle, welche an den Füßen haftete. Ob dies die Fussballenläsionen verursachte, ist ungeklärt. Eventuell war die eingestreute Pflanzenkohle so strukturiert, dass sie harte Kanten an den Partikeln aufwies, was zu Verletzungen an den Füßen führen kann. Der Struktur der eingestreuten Pflanzenkohle ist deshalb eine hohe Beachtung zu schenken. Das Verfahren „Einstreu + Zufütterung“ wies weder vermehrt Tiere mit Pflanzenkohle an den Füßen noch Fussballenläsionen auf. Die Kot- und Einstreuanalyse waren in den Glührückständen signifikant höher bei den Verfahren „Einstreu“ und „Einstreu + Zufütterung“ als bei den Verfahren „Zufütterung“ und „EM-Carbonfutter“, aber nicht gegenüber der Kontrolle. Somit führte der Zusatz von eingestreuter Pflanzenkohle oft zu nachweisbar mehr Asche in der Einstreu.

Ein reduzierter Gesamtstickstoffgehalt, wie er bei den Verfahren „Einstreu“ und „Einstreu + Zufütterung“ aufgezeigt werden konnte, weist auf eine erhöhte Stickstoffretention im Tier hin. Alle Verfahren mit zugefütterter oder eingestreuter Pflanzenkohle enthielten signifikant weniger Ammoniumstickstoff in der Einstreu als die Kontrolle. Durch den reduzierten Ammoniumstickstoff in der Einstreu könnten die Ammoniakemissionen reduziert werden. Das Verfahren „EM-Carbonfutter“ unterschied sich nicht signifikant von der Kontrolle und hatte somit keinen sichtbaren Einfluss auf die Stickstoffretention. Das EM-Carbonfutter setzte sich aus 10% Holzkohle zusammen. Somit waren es vor allem die effektiven Mikroorganismen, welche einen Einfluss auf die Broiler bezüglich ihrer Leistung und Fussgesundheit hatten und die Einstreuqualität verbesserten. Die im EM-Carbonfutter enthaltene Holzkohle, welche zu 1.8% in die Futtermischung zudosiert wurde, hatte höchstens einen minimalen Einfluss.

Der vorliegende Versuch bestätigte den positiven Einfluss der eingestreuten Pflanzenkohle auf die Einstreu und Fussballengesundheit, welchen Albiker et al. (2016) festgestellt hatten. Der Ammoniumstickstoffgehalt in der Einstreu unterschied sich bei Albiker et al. (2016) zwar nicht signifikant zwischen den Verfahren, aber es wurde im Vergleich nur knapp ein Drittel Menge Pflanzenkohle eingestreut. Trotz der tiefen Menge zeigte die Tendenz der Ammoniumstickstoffgehalte in Richtung der Verfahren mit eingestreuter Pflanzenkohle.

5 Forschungsbedarf

Gemäss Schmidt et al. (2016) ist es schwierig, verschiedene Versuche mit Pflanzenkohle miteinander zu vergleichen, da die Kohlequalität wegen unterschiedlichem Ausgangsmaterial und Zusätzen beträchtlich variieren kann. Im Versuch im Jahr 2015 und im vorliegenden Versuch wurde zertifizierte Pflanzenkohle derselben Firma eingesetzt, was zu ähnlichen Resultaten führte und die gute Qualität des Ausgangsmaterials und des Prozesses bestätigte. Es wäre wichtig, dass bei Versuchen mit Pflanzenkohle klar deklariert wird, um was für ein Produkt es sich genau handelt (Material, Verkohlungsart, Herkunft). Die Wirkung industrieller Verkohlung und der Abfallverkohlung sollten miteinander verglichen werden, inklusive Schadstoffanalysen. Ziel sollte es sein, Pflanzenkohle so zu zertifizieren, dass sie, wenn im Lebensmittel produzierenden Bereich eingesetzt, keine Gefahr für die Lebensmittelsicherheit zum Beispiel von Eiern und Fleisch darstellt. Vergleichende Versuche mit unterschiedlichen Kohlequalitäten könnten dazu beitragen, die Wichtigkeit dieses Themas aufzuzeigen.

Weiterer Forschungsbedarf ist bezüglich der Einheitlichkeit der Partikelstruktur der eingestreuten Pflanzenkohle angezeigt, da diese eine Wirkung auf die Fussgesundheit der Tiere haben könnte. Basierend auf den Ergebnissen des vorliegenden Versuches und denjenigen von Albiker et al. (2016) ist es empfehlenswert, insbesondere bei Legehennen, welche länger im Stall gehalten werden und eine stärker ausgebildete Verdauungsflora als die Mastpoulets besitzen, weitere Untersuchungen mit Pflanzenkohle durchzuführen. Der Einsatz von Pflanzenkohle in der Einstreu oder im Futter könnte einen signifikanten Beitrag zur Senkung der Ammoniumstickstoffgehalte beitragen. Im Gegensatz zu Legehennen scharren Broiler kaum in der Einstreu. Legehennen würden daher die Pflanzenkohle besser in die Einstreu einarbeiten, was den Einfluss der Pflanzenkohle auf den Ammoniumstickstoffgehalt in der Einstreu erhöhen könnte.

6 Schlussfolgerungen

- Futter nach Biovorgaben ohne synthetische Aminosäuren führte zu signifikant tieferen Mastleistungen und Futtermittelschwund bei Standardhybriden Ross 308.
- Die Zufütterung von Pflanzenkohle verbesserte die Mastleistung, Einstreuqualität und Fussgesundheit.
- Die Verteilung von Pflanzenkohle in die Einstreu zeigte keinen negativen Effekt auf Leistung und Einstreuqualität.
- Der Ammoniumstickstoff in der Einstreu konnte durch Pflanzenkohle signifikant reduziert werden.
- Das EM-Carbonfutter verbesserte die Mastleistung, Einstreuqualität und Fussgesundheit.

7 Literatur

- Albiker D., Abächerli A. und Zweifel R., 2016. Pflanzenkohle als Einstreuzusatz und/oder Beifutter bei intensiven Broilern. Tagungsbericht der ETH-Nutztiertagung vom 11.05.2016
- Albiker D., Zweifel R. 2015. Wirkung von Pflanzenkohle als Einstreuzusatz und/oder Beifutter auf die Leistung von intensiven Broilern. Versuch M115 am Aviforum
- Aviagen, 2014. Broiler performance objectives Ross 308. Aviagen, Scotland, UK, www.aviagen.com
- Ekstrand C., Algers B., Svedberg J., 1997. Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish broiler chickens. *Preventive Veterinary Medicine* **31** (1997), 167-174.
- Gerlach A, 2014. Pflanzenkohle in der Tierfütterung – Aus Sicht des Tierarztes. 10.04.2014. Abgerufen am 01.05.2015, http://www.ithaka-institut.org/ithaka/media/doc/pflanzenkohle_tierarzt.pdf
- Gerlach H., Schmidt H.P., 2012. Pflanzenkohle in der Geflügelhaltung. *Ithaka Journal* **1** (2012), 26-28.
- GGÖ aktuell 4/2017 Geflügelmastgenossenschaft
- Heitmann S., Spindler B., Petersen H., Sürle C., Kemper N., 2016. Mehr als Asche und Staub. DGS Magazin 5/2016
- Kana J.R., Tegui A., Mungfu B.M., Tchoumboue J., 2010. Growth performance and carcass characteristics of broiler chickens fed diets supplemented with graded levels of charcoal from maize cob or seed of *Canarium schweinfurthii*. *Engl. Tropical Animal Health and Production* **43**(1), 51–56.
- Rogger C., 2012. Einfluss der Einstreu auf das Auftreten von Fersengelenkverätzungen und Fussballenläsionen. Semesterarbeit an der HAFL in Zollikofen.

8 Dank

Wir danken der Firma Bionika AG für die zur Verfügung gestellte Pflanzenkohle und EM Schweiz AG für das zur Verfügung gestellte EM-Carbonfutter. Zudem möchten wir uns bei Willy Baumann von der Öko-Marketing GmbH, sowie bei Fredy Abächerli und Ueli Rothenbühler für die hilfreichen Erläuterungen zur Thematik bedanken.

Ebenso danken wir dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), welches im Rahmen des Finanzhilfekontrahes die Durchführung dieses Versuches ermöglicht hat.

9 Anhang

9.1.1 Details der Futteranalyse

Tabelle 17: Analyseergebnisse der beiden Mastfutter (Labor LUFA, D-Oldenburg)

	Unit	Starter A+B	Starter C+D	Starter E	Mast A+B	Mast C+D	Mast E	Endmast A+B	Endmast C+D	Endmast E
Rohasche	g/kg	55	55	57	44	45	46	44	46	46
Rohprotein	g/kg	217	210	204	218	216	215	187	186	190
Rohfett	g/kg	65	64	65	67	68	66	72	70	70
Rohfaser	g/kg	35	34	37	28	34	31	26	26	25
Zucker	g/kg	47	47	46	48	48	47	49	47	48
Stärke	g/kg	379	378	370	383	375	371	416	413	420
UEG¹	MJ/kg	12.5	12.4	12.2	12.7	12.6	12.4	13	12.8	13

¹Umsetzbare Energie Geflügel (MJ/kg) = 0.01551 x Rohprotein (g/kg) + 0.03431 x Rohlipide (g/kg) + 0.01669 x Stärke (g/kg) + 0.01301 x Zucker (g/kg)

9.1.2 Ammoniakmessung mit System Dräger

Eine Messung von Ammoniak in der Stallluft auf Stufe Abteil ist schwierig zu erheben. Mit dem System von Dräger konnten keine verlässlichen Daten zum Ammoniakgehalt gemessen werden (Tabelle 18). Bei diesen Resultaten darf man nur auf die relativen Unterschiede zwischen den Verfahren eingehen, da der reale Ammoniakgehalt (in ppm) in der Stallluft nicht den gemessenen Werten des Systems von Dräger entspricht.

Tabelle 18: Ammoniakmessung nach Dräger am 29., 33. und 37. Tag

NH3 ppm	Kontrolle	Ein-streu	Zufütte-rung	Einstreu+ Zufütterung	EM-Carbon-futter	Sig. ¹	Sig. ²
29.Tag	34.5	27.3	31.4	22.5	11	n.s.	n.s.
33.Tag	80	92.5	81	106.8	59	n.s.	n.s.
37.Tag	68.5	52.8	49	70.3	79.5	n.s.	n.s.

¹ Vergleich der Kontrolle mit den Verfahren mit Pflanzenkohle; * = p < 0.05, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

² Vergleich der Kontrolle mit EM-Carbonfutter; * = p < 0.05, n.s. = nicht signifikant; unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

9.1.3 Weitere Resultate der Kot- und Einstreuanalysen

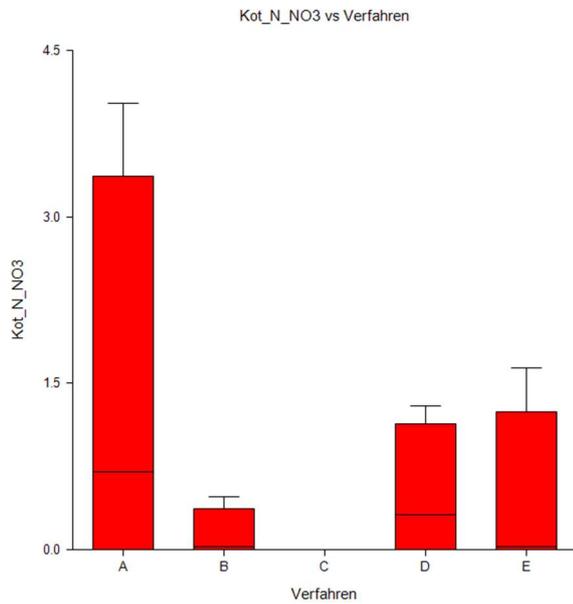


Abbildung 24: Boxplot der Kotanalyse für Nitrat [g/kg TS] ($p= 0.05$)

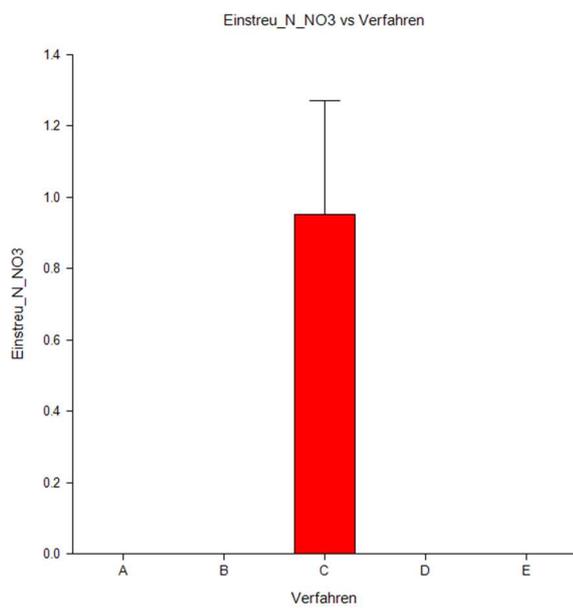


Abbildung 25: Boxplot der Einstreuanalyse für Nitrat [g/kg TS] ($p= 0.05$)

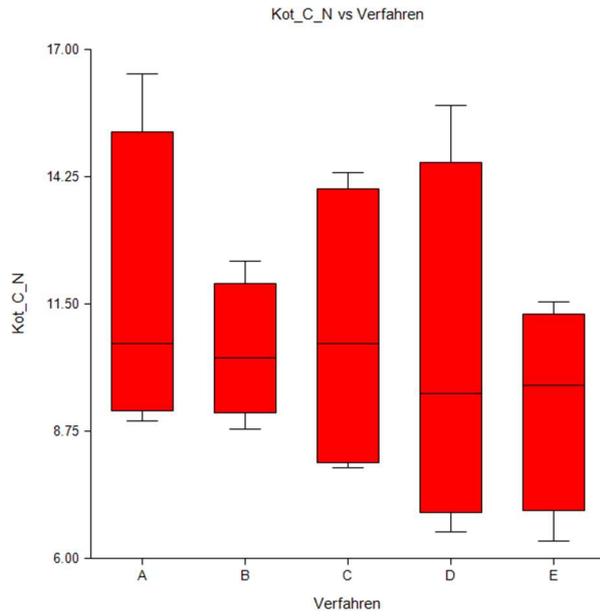
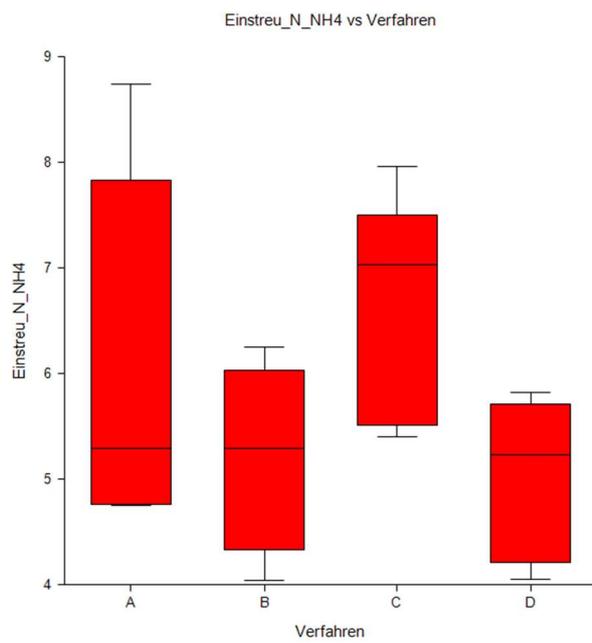


Abbildung 26: Boxplot der Kotanalyse für das Verhältnis von C/N [g/kg TS] ($p= 0.05$)



A = Kontrolle, B = «Einstreu», C = «Zufütterung», D = «Einstreu + Zufütterung»

Abbildung 27: Versuch M115: Boxplot der Einstreuanalyse für Ammoniumstickstoff [g/kg TS], unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($p= 0.05$)