

Abschlussbericht

3525

Titel der Wissenschaftlichen Tätigkeit:

Einsatz von phytoenen Futterzusätzen im Hinblick auf Ammoniak-, Kohlendioxidreduktion und tägliche Zunahmen in der Mastschweinehaltung



Projektleiter: Eduard Zentner, DI Wolfgang Schleicher

Projektmitarbeiter: Ing. Irene Mösenbacher-Molterer, Christian Bachler, Johann Zainer, Dr. Johann Gasteiner, Ing. Anton Schauer, Ing. Josef Kaufmann, Barbara Steiner, Dr. Thomas Guggenberger, Mag. Agnes Leithold

Kooperationspartner: Fa. APC – Austria, Ludersdorf 183, 8200 Gleisdorf
Praxisbetrieb Meinrad König, Hauptstrasse 27, 8773 Kammern

Stichworte: Vet. Med. Universität Wien, Prof. Dr. Maximilian Schuh
Schwein, Futterzusatz, phytoen, Leistung, Schadgasreduktion

Laufzeit: 2007

INHALTSANGABE

1.	EINLEITUNG	2
1.1.	Zielsetzung	2
2.	MATERIAL UND METHODE	3
2.1.	Versuchsräume	4
2.2.	Lüftung.....	5
2.3.	Versuchsgruppen	5
2.4.	Fütterungsmanagement.....	7
2.5.	Futterzusätze der Fa. APC (Firmenangaben).....	9
2.6.	Gesundheitsstatus	10
2.7.	Messtechnik.....	10
2.8.	Olfaktometrie	11
2.9.	Elektronische Nase.....	12
2.10.	Auswertung.....	14
3.	VERSUCHSERGEBNISSE	15
3.1.	Luftbestandteile	15
3.2.	Stallklimawerte	18
3.3.	Olfaktometrische Untersuchungen	21
3.4.	Elektronische Nase PEN 2	21
3.5.	Wasserverbrauch	23
3.6.	Mast- und Schlachtleistung.....	24
3.7.	Chemische Untersuchung der Gülle	28
3.8.	Wirtschaftlichkeitskalkulation	29
4.	ZUSAMMENFASSUNG.....	31
4.1.	Fazit.....	31
5.	LITERATUR	32

1. EINLEITUNG

Der Strukturwandel der heimischen Landwirtschaft, Anzahl der Betriebe sinkend – Anzahl der Tiere je Betrieb steigend, bringt verstärkt Probleme im Genehmigungsverfahren für landwirtschaftliche Baumaßnahmen im Speziellen bei Stallungen.

Dies führt so weit, dass zum einen Wartezeiten im Genehmigungsverfahren von mehreren Jahren zu verzeichnen sind und zum anderen, dass sich die internationale Forschung seit Jahren um mögliche Minderungsmaßnahmen hinsichtlich Emissionen aus Stallungen bemüht. Dies geht so weit, dass technische Anlagen zur Abluftreinigung zwar durchaus akzeptable Emissionsminderungen zeigen, der finanzielle Aspekt (etwa in der Mastschweinehaltung) ist aber mit Zusatzkosten von € 6.- bis € 20.- pro produziertem Mastschwein ein unakzeptabler und wird aus diesem Grund auch als „Nicht Stand der Technik“ bezeichnet.

Die Praxis ist aus diesem Grund auf der Suche nach Emissionsreduktionspotential. In der vom VwgH empfohlenen Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus Stallungen könnte ein Reduktionspotential im Falle einer Anwendung Berücksichtigung finden, sofern geprüft, und auch in Form von Geruchszahlen dargestellt werden.

Diese wissenschaftliche Tätigkeit soll Aufschluss über das angesprochene Reduktionspotential und die mögliche Auswirkung auf Gesundheit und tägliche Zunahmen von Mastschweinen geben.

Phytogene Futtermittelzusätze sind Mischungen aus speziellen pflanzlichen Rohstoffen und fallweise mineralischen Trägerstoffen. Dafür werden hauptsächlich selektierte ätherische und pflanzliche Öle, sowie eine Reihe hochwertiger Kräuter und Gewürze mit speziellen Aroma- und Geschmackseigenschaften verwendet. Aufgrund ihres hohen Problemlösungspotentials hat sich diese neue Additiv-Generation speziell nach dem Verbot der meisten antibiotischen Wachstumsförderer einen festen Platz in der heutigen Tierernährungsindustrie gesichert.

1.1. Zielsetzung

In einem Mastdurchgang wurde ein Versuchsabteil mit dem für den Versuch in das Futtermittel eingemischten Futterzusätzen und ein identes Kontrollabteil mit demselben Futtermittel, jedoch ohne Zusätze, untersucht.

Weitere Untersuchungsparameter:

- 32 Tiere in 4 Buchten/ 2 Abteilen
- Futtermittelverwertung
- Temperatur
- Luftfeuchte
- Tägliche Zunahmen
- Ammoniumstickstoff in der Gülle
- Wasserverbrauch
- Untersuchung der Stallluft mit elektronischer Nase und Olfaktormeter
- Vergleich zur parallel laufenden Kontrollgruppe
- Projektlaufzeit 6 Monate
- Mastdurchgang ca. 3 ¹/₂ Monate

Ziel des Versuches ist die Überprüfung, welche Auswirkungen der Einsatz von APC nat. add. 0,2 auf folgende Punkte hat:

- a. Biologische Leistungen
- b. Ammoniakbildung und Geruchsbelastigungen in der Schweineproduktion
- c. Reduzierung des Gülleanfalles und der Inhaltsstoffe der Gülle

2. MATERIAL UND METHODE

Der gesamte Versuch erstreckte sich über einen Zeitraum von 31. August 2007 (Einstallen) bis 03. Dezember 2007 (letzte Schlachtung). Der eigentliche Versuchsbeginn war am 10.09.2007.

Laut Hrn. Prof. Schuh und Absprache mit Hrn. König Meinrad musste keine Einstallprophylaxe durchgeführt werden. Therapiemaßnahmen im Bedarfsfall.

Geschlachtet wurde aufgrund der großen Tieranzahl (begrenzte Schlachtraumkapazität) sowie der unterschiedlichen Lebendgewichte an 3 Terminen: am 20. und 26. November sowie am 03. Dezember 2007.

Tabelle 1: Anzahl geschlachteter Tiere an den 3 Terminen

Schlachtung	Datum	Versuch - APC	Kontrolle
		Tierzahl	Tierzahl
1	20.11.07	4	8
2	26.11.07	5	5
3	03.12.07	7	3



Abbildung 1: Betäubung eines Tieres im Schlachtraum

2.1. Versuchsräume

Im Mehrzweckversuchsstall des LFZ gibt es zwei spezielle Stallungen für Versuche mit Mastschweinen. Die Konzeption erlaubt eine variable Gestaltung der einzelnen Buchten, wobei in den völlig gleich gestalteten Räumen insgesamt $4 \times 8 = 32$ Endmasttiere (16 Tiere pro Raum) zwischen 30 und 110 kg Lebendgewicht untergebracht werden können.

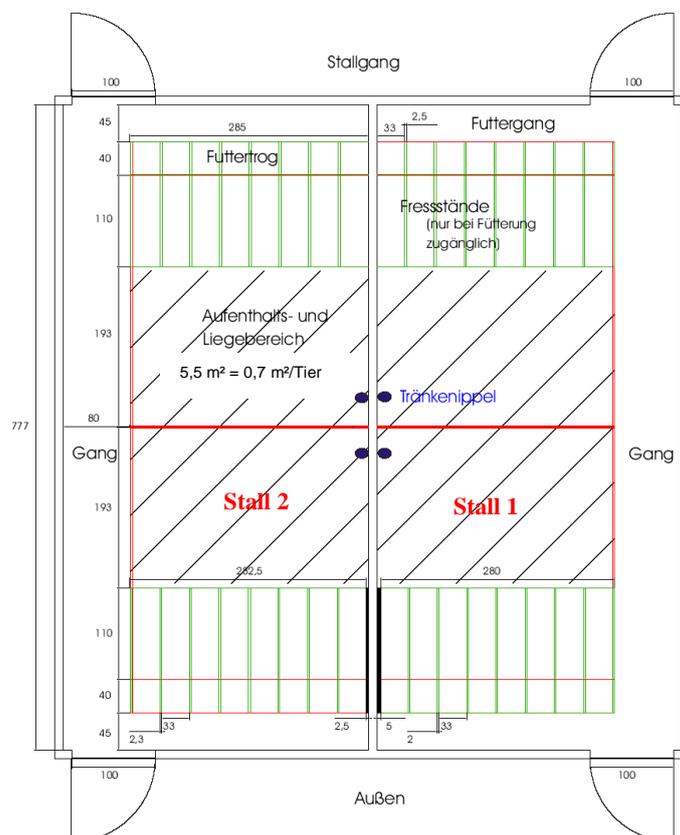


Abbildung 2: Planskizze Aufstallung

Die Haltung der Schweine erfolgte auf Vollspaltenböden, weiters befanden sich in jeder Bucht Raufen, die täglich mit Stroh befüllt wurden.

Die Abteile wurden vor Versuchsbeginn nochmals gereinigt, desinfiziert und der Güllbereich weitestgehend und so gut als möglich geleert.



Abbildung 3: Aufstallung im MZV (Abteil Kontrolle)

2.2. Lüftung

Als Zuluftelement fungierte eine Porendecke, wobei die Abluft elektronisch gesteuert im Abluftkamin geregelt wurde. Um die entsprechenden Temperaturen im Abteil zu gewährleisten, konnte der Abluftquerschnitt mit einem Schieber händisch verringert werden. Falls beim Einstallen oder auch während des Versuches zu niedrige Temperaturen herrschten, konnte zusätzlich eine Heizung zugeschaltet werden.

2.3. Versuchsgruppen

Zur Überprüfung der Auswirkung des phytogenen Futterzusatzes der Firma APC auf die Leistung sowie eine mögliche Reduzierung von Schad- bzw. Fremdgasen in der Schweinemast wurden in die insgesamt 4 Versuchsbuchten des LFZ jeweils acht Ferkel mit einem Gewicht zwischen 27,1 und 37,6 kg in die beiden Versuchsräume (Stall 1 = ohne Zusatz, Stall 2 = mit Futterzusatz) eingestallt. Insgesamt wurden 32 Ferkel eingestallt, davon 15 männliche und 17 weibliche Tiere (Kontrolle: 8m + 8w; Versuch: 7m + 9w).

Ferkelherkunft – Betrieb König

Meinrad & Johannes König, Hauptstraße 27, 8773 Kammern

140 Zuchtsauen, Babyferkelproduktion

Freiheit von PRRS und Rhinitis-atrophicans; Mycoplasmenimpfung (One Shot)

Ferkelverkauf an die Stryabrid

Generalvertrieb für Topigs Jungsauen in Österreich

Verkauf der Jungsauen im Alter von 3 bis 7 Monaten

www.topigs.at

Topigs- Genetik (Firmenangaben)

Topigs ist ein unabhängiges Zuchtunternehmen, welches aus bäuerlicher Struktur in Holland gewachsen ist. Mittlerweile ist Topigs das zweitgrößte Zuchtunternehmen und in 40 Ländern der Welt tätig.

Mit 120.000 Topigs –Großelterntieren, wird weltweit Zuchtarbeit geleistet. Alle Daten werden in Zentralcomputer von IPG erfasst und ausgewertet. Im Züchtungsprogramm von Topigs wird mit den Daten von 7 Mio. Schweinen gearbeitet.

Der Zuchtfortschritt wird durch konsequente Selektion in allen Zuchtbetrieben erreicht. Jedes Jahr steigern Topigs-Betriebe ihre Leistung durchschnittlich um 0,5 Ferkel pro Sau und Jahr. Der Gesundheitsstatus ist in allen Zuchtbetrieben auf sehr hohem Niveau.

Topigs-Jungsauen haben folgende Vorteile:

- Sehr gute Muttereigenschaften
- Durchschnittlich mehr als 26 abgesetzte Ferkel pro Sau und Jahr in allen holländischen Topigs- Betrieben (25% der Betriebe setzen mehr als 27 Ferkel ab!)
- Robuste, gesunde Sauen mit hoher Lebensleistung
- Ruhige, gutmütige Sauen
- Sehr gute Mastleistungen und Fleischqualität der Endprodukte
- Hervorragende Gruppentauglichkeit

Ferkeldaten APC-Versuch

Geburtsdatum der Ferkel: 12.-15.06.2007
 Geburtsgewicht: Ø 1.65 kg
 Absetzdatum: 11.07.2007

Anpaarung: Topigs 20: Kreuzung aus

- Niederländische Edelschweinlinien Mutter
- Niederländische Landrasselinien Vater
- F1 Jungsau mit sehr guter Fruchtbarkeit und Milchleistung
- Hervorragende Mastendprodukte

Säugezeit in Tagen: 27 Tage

Ø 9.21 kg Absetzgewicht bei den weiblichen Versuchsferkeln

Ø 8.95 kg Absetzgewicht bei den männlichen Versuchsferkeln

- 38 Ferkel zusammen in einer Gruppe, Automatenfütterung trocken, Plastikspaltenboden mit Warmwasserheizplatten und Abdeckung, Porendecke mit Ventilator, tägliche Futtevorlage - ca.18,2 m² Buchtengröße
 Beschäftigungsmaterial: Kette mit Holz + Ferkeltorf

Einstallprophylaxe: Endroxit (5kg/t) im Babystarter (10 Tage)

Ferkelverluste: 0 Stück

Futerverbrauch in der Ferkelaufzucht

Kalkulation Futerverbrauch je Ferkel: 38 Ferkel

APC Babystarter	5,8 kg/ Ferkel
APC Starter 1	10,5 kg/ Ferkel
APC Starter 2	22,5 kg/ Ferkel
Summe:	38,8kg/ Ferkel

Futterumwandlung

Zuwachs je Ferkel: 24kg Aufmast

9kg Ø Absetzgewicht

33kg Ø Ausstallgewicht

Futteraufwand: 1,62kg/ kg

Keine Probleme mit Gesundheit!!

Gesundheitsstatus: siehe oben!

Aufzuchtende bzw. Lieferung nach Gumpenstein: **31.08.2007**

Nach ihrer Anlieferung wurden die Schweine gekennzeichnet und gewogen. Nach Überprüfung der Daten wurden die Tiere unter Berücksichtigung der Lebendmasse und des Geschlechts zufällig auf 4 Boxen, in zwei identische, jedoch räumlich getrennte Stalleinheiten aufgeteilt. Das Durchschnittsgewicht aller Tiere belief sich auf 32,70kg. Mit einer mobilen Waage wurden die Tiergewichte wöchentlich erhoben und die Gewichtszunahme errechnet.



Abbildung 4: Mastschweine in den Fressständen während einer Fütterung

2.4. Fütterungsmanagement

Ab Einstallung bis Montag, 10.09.07 einheitlich Vormastfutter, bereitgestellt vom Betrieb König Meinrad

Montag, 10.09.07

Futterumstellung auf Versuchs- und Kontrollfutter Mast I

- Futterlieferung, gesackt und GMO frei, über FA. Uitz

- Futterlieferung Mast II, ca. 4 Wochen später, 08.10.07

Mastphase I:

bis 70kg Lebendgewicht, dh Futterumstellung auf Mast II
Futter erfolgt dann, wenn das durchschnittliche Gewicht der Tiere ca. 70kg beträgt.

Alle Tiere (Versuchs- und Kontrolltiere) werden zugleich auf Mast II Futter umgestellt!

Kennzeichnung der Futtersorten

Abbildung 5: Kontrollfutter – weißer Sackanhänger



Abbildung 6: Versuchsfutter – grüner Sackanhänger



Tabelle 2: Unterschiede Angaben Sackanhänger im Überblick

	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch
Rohprotein %	16	16,1	15,6	15,7
Lysin %	0,85	0,9	0,8	0,9
Rohfett %	3,4	3,4	2,8	2,8
Rohfaser %	3,5	3,5	3,7	3,7
Rohasche %	4,7	4,6	4,7	4,6
Vit. A i. E.	10100	10700	10100	10700
Vit. D 3 i. E.	1700	1800	1700	1800
Vit. E mg	145	150	145	150
Kupfer mg	16	16	16	16

Als Fütterungseinrichtung sind Einzeltierfütterungen mit klappbarer Fixiereinrichtung für die Tiere vorhanden, da die Fixierung nur zum Einsperren während der Fresszeit notwendig ist und das Verhalten der einzelnen Gruppen so wenig wie möglich beeinflusst werden soll. Mit diesem System wird sichergestellt, dass kein Tier von einem anderen während der Fütterung vom Trog verdrängt werden kann, damit eine exakte Einzeltierfütterung gewährleistet wird. In der übrigen Zeit werden die Tiere in Gruppen gehalten.

Die Fütterung erfolgte 2-mal täglich. Am Morgen um ca. 7⁴⁵h und abends um ca. 16⁰⁰h. Die Futterzuteilung wurde auf das Tiergewicht abgestimmt und mit 15% Reserve berechnet, sodass immer eine Rückwaage erzielt werden konnte. Zusätzlich wurde von der Ein- und Rückwaage eine Rückstellprobe für die Analyse durch das Chemie-Labor bereitgestellt.

Table 3: Fütterungsschema nach Gewicht (pro Tier und Tag)

Futtermenge	Gewichtsklasse	umgestellt am
Mast I		
1600 Gramm	40kg	10.09.2007
2000 Gramm		12.09.2007
2400 Gramm	45kg	17.09.2007
2600 Gramm		20.09.2007
2800 Gramm	50kg	24.09.2007
<i>Umstellung auf Buchtenfütterung</i>		
30 kg / Bucht	60kg	01.10.2007
Mast II		
30 kg / Bucht	70kg	22.10.2007

Da das Futter anstatt in Pellets-Form gemahlen geliefert wurde und die Tiere nur außerhalb der Fressstände Zugang zu den Nippeltränken hatten, war die Futteraufnahme zu Versuchsbeginn zu niedrig.

Aufgrund dessen wurde ab 01.10.2007 wieder ad libitum gefüttert, dh die Tiere konnten die Fressstände zu jeder Tages- und Nachtzeit betreten, um Futter aufzunehmen. Die Ein- und Rückwaage erfolgte ab diesem Zeitpunkt 2mal täglich buchtenweise.

2.5. Futterzusätze der Fa. APC (Firmenangaben)

Die APC natural feed additive blends bestehen aus einer spezifischen Mischung von Tonmineralien, Kräutern, ätherischen Ölen und einem kleinen Anteil von Spurenelementen. Diese Bestandteile durchlaufen einen physikalischen Bearbeitungsprozess und dadurch entstehen hohe Wirkungen mit einer kleinen Einmischrate (0,2%).

Die APC natural feed additive blends bewirken bei den Tieren eine Verbesserung und Vergrößerung der Oberfläche der Darmschleimhaut. Dadurch wird eine deutlich bessere Absorption der Nährstoffe erreicht.

Diese Wirkung hat Schwerpunkte bei der Absorption von Proteinen und Mineralstoffen, wodurch diese Nährstoffe in den Rezepturen deutlich abgesenkt werden können.

Ein großer Teil der Kosten in der Tierproduktion resultiert aus Futterkosten. Durch die bessere Absorption mit APC natural feed additive blends sind deutliche Einsparungen zu erreichen.

Wirkungen beim Schwein

1. Bessere Absorption von Mineralstoffen

- Entlastung des Stoffwechsels
- Verminderte Antagonismen der Mineralstoffe
- Stark verringerte Säurepufferkapazität der Rezeptur
- Dadurch abgesenkter pH- Wert im Dünndarm
- Deutlich verminderter Besatz von Schadbakterien und starke, natürliche Vermehrung der Milchsäurebakterien im Dünndarm

2. Verbesserte Absorption von Rohprotein

- Starke Entlastung des Metabolismus des Tieres
- Dadurch bessere natürliche Immunität
- Starke Absenkung von Ammoniak in der Stallluft
- Reduzierter Wasserverbrauch, um 10-20% weniger Gülle und eine deutlich verminderte Ausscheidungsrate von Stickstoff und Phosphor
- Mehr Platz für energetische Komponenten und daher billigere Rezepturen



Abbildung 7: Schweine erkunden das Beschäftigungsmaterial

2.6. Gesundheitsstatus

Beim Einstellen wurde ein klinischer Befund seitens des Anstattstierarztes erstellt. Auch während des Versuches erfolgten Untersuchungen bzw. daran anschließende Behandlungen kranker Tiere seitens des Tierarztes auf Anweisung der jeweils zuständigen Betreuungspersonen.

Vom Gesundheitsstatus der Tiere gab es über den gesamten Versuchsdurchgang keine Probleme, außer dass ein Tier eine geringgrade Bindehautentzündung (*Conjunktivitis*) hatte, welche durch Verabreichung von Augentropfen nach einigen Tagen wieder völlig ausgeheilt war.

2.7. Messtechnik

In beiden Abteilen wurden mittels Kombifühlern mittig über jeder Bucht, rund 110 cm über dem Buchtenboden, Stalltemperatur und Luftfeuchte gemessen. Weiters wurden Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit im Tierbereich erhoben.

Zusätzlich wurden die Außenbedingungen sowie Temperatur und RH im Dachraum gemessen. Die Erfassung der Werte erfolgte kontinuierlich in 15-minütigen Abständen und endete mit einer abschließenden Speicherung auf dem mikromec-multisens-Datenlogger, welcher wöchentlich ausgelesen wurde.

Die Schad- und Fremdgase, namentlich Kohlendioxid, Ammoniak und Schwefelwasserstoff soweit vorhanden, sowie der Luftsauerstoffgehalt wurden

kontinuierlich mit einem tragbaren elektronischen Gerät der Baugruppe X-am 7000, Fa. Dräger Sicherheitstechnik, erhoben.

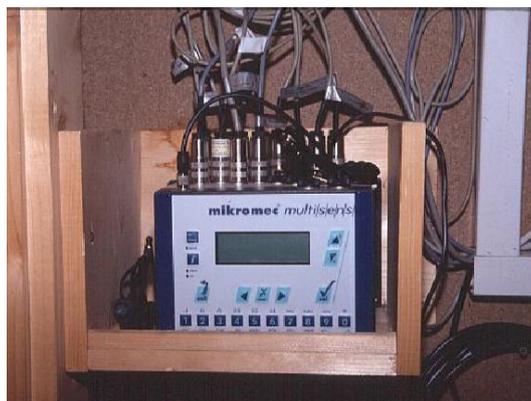


Abbildung 8: Datenlogger mikromec-multisens

2.8. Olfaktometrie

Um definitive Aussagen hinsichtlich der ursächlichen Fragestellung der Untersuchung, der Reduzierung von Geruch machen zu können, wurden olfaktometrische Untersuchungen in Gumpenstein durchgeführt.

Bei der Olfaktometrie handelt es sich um ein wirkungsbezogenes Messverfahren, das die Wirkung von Gerüchen auf den Menschen analysiert. Gerüche entstehen aus einer Vielzahl chemischer Substanzen, deren Zusammenwirken auf das Riechorgan je nach Art der Stoffe und nach Mengenanteilen sehr verschieden sein kann. Eine Analyse aller Geruchsstoffe einer aus der Luft entnommenen Probe ist wegen der meist sehr hohen Zahl an Einzelbestandteilen kaum möglich. Die Bestimmung von Leitkomponenten kann nur bei identischer Probenzusammensetzung eine Korrelation zu Geruchsstoffkonzentration und Geruchsintensität liefern. Selbst bei quantitativer Bestimmung aller Inhaltsstoffe einer Probe kann der Geruchseindruck nicht beschrieben werden.

Messung der Geruchsschwelle

Jede Probe wurde mit 2 Teams zu je 4 Probanden analysiert. Im Rahmen der Qualitätssicherung wurden die Probanden vor jeder Messung mit n-Butanol entsprechend DIN EN 13725 überprüft. So ist für n-Butanol z. B. eine Geruchsschwellenkonzentration des Probandenteams von 123 mg/m³ (40 ppb) als optimal vorgegeben, sie muss im Bereich von 62 mg/m³ (20 ppb) bis 246 mg/m³ (80 ppb) liegen (KRDL, 2003). Zu Geruchsmessungen wurden nur die Probanden eingesetzt, deren Geruchsschwellenwerte innerhalb des genannten Bereiches lagen. Raumberg-Gumpenstein ist ebenfalls erfolgreicher Teilnehmer eines internationalen Ringversuchs von olfaktometrischen Untersuchungen und erfahren im Bereich von Geruchsuntersuchungen.



Abbildung 9: Probanden am Olfaktometer TO8

Verwendet wurde ein Olfaktometer der Fa. Mannebeck, Baureihe TO8. Als Messmethode wurde die Geruchsschwellenmessung (Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration) ausgewählt. Die Ergebnisse der Geruchsstoffkonzentrationsmessungen werden in GE/m³ (Geruchseinheiten pro Kubikmeter) mit allen dazugehörigen statistischen Werten angegeben.

Definition: „1 Geruchseinheit (GE) ist die Menge an Geruchsstoffen, welche in 1 m³ Luft bei 50 % der Menschen gerade eben eine Geruchsempfindung auslöst“.

Die Geruchsstoffkonzentration der zu messenden Abgasprobe wird durch Verdünnung mit synthetischer Luft bis zur Geruchsschwelle bestimmt. Dazu wird einem konstanten, geruchsneutralen Luftstrom ein über Strömungsmesser dosierbarer, geruchsintensiver Gasstrom in steigender Konzentration beigemischt. Dieses Gemisch wird über Nasenmasken einem Probandenkollektiv zur Beurteilung angeboten. Zur Bestimmung der persönlichen Geruchsschwelle muss jeder Proband eine Ja-/Nein-Entscheidung (es riecht/es riecht nicht) treffen. Die positive Entscheidung wird per Tastendruck einem Auswerteprogramm übermittelt.

2.9. Elektronische Nase

PEN 2 (Portable Electronic Nose – tragbarer chemischer Sensor) der Firma WMA Airsense Analysentechnik GmbH, Schwerin, ist ein schnelles und robustes Identifikationssystem für Gase und Gasgemische. Der Nachweis der Gase erfolgt über eine Anordnung von 10 verschiedenen Gassensoren.

Gasförmige Verbindungen werden anhand des von den Sensoren erzeugten Musters klassifiziert und nach einem Trainingsschritt wieder erkannt. Mit unterschiedlicher Software zur Mustererkennung erzielt das Instrument eine einfache und schnelle Entscheidung „gut“ oder „schlecht“, „ja“ oder „nein“ – je nach Training durch den Anwender.



Abbildung 10: Kalibrierung der elektron. Nase mit Ethyl-Acetat

Tabelle 4: Gassensoren der PEN 2

Lfd. Nummer	Sensorname	Allgemeine Beschreibung	Referenz
1	W1C aromatisch	aromatische Komponente	Toluol, 10 ppm
2	W5S große Bandbreite	hochempfindlich, sensitiv, große Bandbreite, hochempfindlich auf Stickstoffoxid und Ozon, hochempfindlich auf Negativsignal	NO ₂ , 1 ppm
3	W3C aromatisch	Ammoniak, Verwendung als Sensor für aromatische Komponenten	Benzol, 10 ppm
4	W6S Wasserstoff	hauptsächlich Wasserstoff, wahlweise Atemgas	H ₂ , 100 ppb
5	W5C aromatisch- aliphatisch	Alkan, aromatische Komponenten, niedrige Pool-Komponente	Propan, 1 ppm
6	W1S große Bandbreite für Methan	empfindlich für Methan (Umwelt) mit ca. 10 ppm, große Bandbreite, ähnlich zu Nr. 8	CH ₄ , 100 ppm
7	W1A organischer Schwefel	reagiert auf Schwefelkomponenten (H ₂ S, 0,1 ppm) andererseits feinfühlig gegenüber Terpenen und organischen Schwefelkomponenten, welche für den Geruch wesentlich sind (Limonen, Pyrazin)	H ₂ S, 1 ppm
8	W2S großer Bandbreite Alkohole	bestimmt Alkohole, teilweise aromatische Komponenten mit großer Bandbreite	CO, 100 ppm
9	W2W Schwefel – Chlor	Aromatische Komponenten, organische Schwefelkomponenten	H ₂ S, 1 ppm
10	W3S Methan- aliphatisch	reagiert auf hohe Konzentrationen > 100 ppm, manchmal sehr feinfühlig (Methan)	CH ₄ , 10 ppm

Der Vorteil gegenüber der menschlichen Nase besteht darin, dass ein derartiges System objektiv arbeitet und keine Ermüdung kennt. Das Signal ist quantifizierbar und hat eine elektronische Form. Im Vergleich zur klassischen Laboranalyse ist es außerdem wesentlich kostengünstiger und schneller und ermöglicht eine Massenanwendung. Eine Einbindung in automatische Verarbeitungs- und Messsysteme oder auch Alarmanlagen ist möglich. Ein gewisses Problem ist noch die Langzeitstabilität. Die Sensoren können mit der Zeit verschmutzen oder verstopfen, etwa durch Fettpartikel. Dadurch ändern sich Empfindlichkeit und Selektivität. Sie müssen deshalb regelmäßig kalibriert werden.

Ablauf einer Messung

Für die Messung mit der elektronischen Nase wurde je Probenahmepunkt ein Probenbeutel befüllt. Für die Gaszusammensetzung wurde mittels einer Testmessung festgestellt, auf welchen Kanal die Verdünnung eingestellt werden muss, um eine zu starke Strapazierung und somit einen höheren Verschleiß der Sensoren zu verhindern. Anschließend wurden alle Geruchsproben der Schweinestallluft mit der elektronischen Nase vermessen und mit der dazugehörigen Software analysiert.

Je nach Probenmenge wurde eine automatische Messung generiert, wobei je Probe 3 Wiederholungen erfolgten. Die Proben wurden in alternierender Reihenfolge an das Gerät angeschlossen. Das Messgas wurde für 20 Sekunden durch eine kleine Messkammer (Volumen 1,8 ml) geleitet, welche anschließend 40 Sekunden lang mit Aktivkohle gereinigter Luft gegengeschpült wurde.

Die aufgenommenen Muster können mit vorher abgespeicherten Mustern bekannter Stoffe verglichen werden. Mit der zugehörigen Software lassen sich aus den Signalen zwei charakteristische Parameter extrahieren, die in einem XY-Diagramm gegeneinander aufgetragen werden und den „Ort“ eines Geruchs widerspiegeln. Dieses Verfahren nennt sich Principal Components Analysis (PCA). Verschiedene Gerüche finden sich in unterschiedlichen Bereichen wieder, die teils klar voneinander abgegrenzt sind, teils sich auch überlappen.

Für eine Unterteilung der Proben in Klassen wurden die Einzelproben aufgrund des Probenahmeortes zusammengefasst. Das Ergebnis ist ein gut aufbereiteter Scores-Plot, wobei automatisch die Analysevariante, die Varianz sowie die Klassenbezeichnungen angezeigt werden. Mittels Linearer Diskriminanz-Analyse (LDA) ist das Ergebnis meist eine gute Trennung der Klassen mit einer doch sehr hohen Varianz.

2.10. Auswertung

Stallklima

Alle erhobenen Stallklimaparameter wurden vom Data-Logger ins EDV-Netz übertragen und als Excel-Datei statistisch weiter verarbeitet. Ausgehend von den fünfzehnminütig erhobenen Werten wurde folgendes berechnet: 24-Stunden Tagesmittel sowie Tagesmaxima und –minima. Um den Tagesgang vor allem im Tierbereich deutlich zu machen, wurden für typische oder extreme Zeitperioden mit den fünfzehnminütigen Werten Temperaturverlaufskurven gezeichnet.

Die Fremd- und Schadgasgehalte wurden vor allem mit dem Ziel gemessen, die Einhaltung optimaler Luftqualitäten in beiden Versuchsräumen zu prüfen und bei Auftreten von Extrembedingungen die Maximalwerte festzuhalten.

Schlachtleistung

Die Schlachtung und Zerlegung der Tiere erfolgte nach der EU-Referenzmethode im LFZ Raumberg-Gumpenstein. Der Magerfleischanteil wurde mit Hilfe einer Gleichung berechnet ($MFA \% = 49,123 - 0,55983 \times \text{Fettmaß} + 0,22096 \times \text{Fleischmaß}$). Neben der Teilstückzusammensetzung wurde der Schinken grobgeweblich in Knochen, Fleisch und Fett zerlegt, sowie das Fett/Fleischflächen-Verhältnis und die Fleischfläche (13. und 14. Rückenwirbel) im Kotelett (*Musculus longissimus dorsi*) bestimmt.

Fleischqualität

Der Gehalt an Trockenmasse, Rohprotein, Rohfett und Rohasche im *Musculus longissimus dorsi* wurde analytisch bestimmt. Als weitere Qualitätsmerkmale wurden die Tropfsaftverluste sowie der pH-Wert im Schinken (*Musculus vastus lateralis*) und im Rückenmuskel (*Musculus longissimus dorsi*) 1 bzw. 24 Stunden nach der Schlachtung erhoben. Zusätzlich erfolgte eine subjektive Bauchqualitätsbeurteilung mit Punkten von 1 bis 5 (1 = fett, 5 = mager) sowie eine Fleischfarbenbewertung (*Musculus longissimus dorsi*) ebenfalls mit Punkten von 1 bis 5 (1 = hell, 5 = dunkel). Des Weiteren wurde auch das Wasserhaltevermögen (1 = schlecht, 5 = gut) im Rückenmuskel (*Musculus longissimus dorsi*) subjektiv beurteilt.

3. VERSUCHSERGEBNISSE

3.1. Luftbestandteile

Gesundheitsbelastungen

In Folge mangelhafter Frischluftzufuhr und/oder -verteilung im Stall werden gesundheitliche Belastungen sowie Schäden bei Schweinen durch erhöhte Ansammlungen von Luftbestandteilen verursacht. Kohlendioxid entsteht aus der Atemluft und Gärung von Fäkalien, Wasserdampf wird vorwiegend durch Atmung abgegeben, Ammoniak durch bakteriellen Abbau von Harnstoff, Schwefelwasserstoff wird in höheren Konzentrationen beim Aufrühren der Gülle und schließlich Kohlenmonoxid bei fehlerhafter Einstellung von Gasstrahlern gebildet.

Der für Schweinebetriebe auf Grund unterschiedlicher Entmistungsverfahren typische Geruch wird durch ein Gemisch von Fettsäuren, Estern, Aminen und Phenolen, die bereits in sehr niedrigen Konzentrationen wahrnehmbar sind, verursacht. Dabei ist besonders von den eben genannten Fremd- bzw. Schadgasen nur **Ammoniak** beteiligt, wobei die Geruchsschwelle bei 0,5ppm, jedoch unter Stallbedingungen, höher liegt.

Gut klimatisierte Ställe weisen im Schnitt 10 - 20 ppm Ammoniak in Tierhöhe auf, ein Wert, der dem angestrebten Optimum sicherlich schon sehr nahe kommt. Entscheidend dafür sind eine ausgefeilte Zuluffführung einerseits und eine ausreichende Lüfrate andererseits.

Ammoniak

Ammoniak wird bei höherer Temperatur und Luftzutritt durch bakteriellen Abbau von Harnstoff gebildet, wobei harnbedeckte Bodenflächen und feuchte Einstreu eine wesentliche Rolle spielen.

Der Ammoniakgehalt wird vom Lüftungssystem sowie einer ev. zu hohen Stalltemperatur bestimmt. Im Winter korreliert der Ammoniakgehalt positiv mit der Raumtemperatur und im Sommer hängt er von der temperaturgesteuerten Frischluftzufuhr ab, d.h. je höher die Temperatur, desto stärker die Luftaustauschrate und desto tiefer der Ammoniakgehalt.

Wie beim Staub ist auch beim Ammoniak die Höhe der Konzentration und deren Dauer entscheidend für eine Beeinträchtigung der Gesundheit.

Die Schwelle der Geruchswahrnehmung für Ammoniak liegt zwischen 0,02 und 0,5ppm, wobei Reizerscheinungen an Lidbindehäuten und Schleimhäuten des vorderen Atmungstraktes bei Konzentrationen von 30 - 50ppm (0,003 - 0,005 Vol.%) auftreten. Außerdem werden bei diesen Ammoniakkonzentrationen Leistungsminderung, Kannibalismus und erhöhte Anfälligkeit für Atemwegsinfektionen (Bakterien, Viren, Parasiten) auf Grund der Zilienlähmung verursacht. Die Futterraufnahme sowie die täglichen Körpermassezunahmen bei Schweinen sind bei Ammoniakgehalten von über 100ppm signifikant vermindert. Kommt es zur Gewöhnung bei chronischer Belastung mit Ammoniak, die in Folge der Bildung einer Lipidschutzschicht in den Alveolen verursacht wird, erschwert dies den Gasaustausch und führt zu einer eklatanten Leistungsminderung der betroffenen Tiere. Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass die Infektabwehr bei Schweinen durch Ammoniakkonzentrationen von 50ppm (0,005 Vol.%) signifikant vermindert wird, wobei eine gestörte Zilienfunktion (staubpartikelreinigende Funktion < 5µm) vermehrt zu Atemwegserkrankungen durch Bakterien, Viren und Parasiten, führt. Bereits ab einem Ammoniakgehalt von 20ppm (0,002 Vol.%) werden klinische Symptome wie Reizhusten und gerötete Schleimhäute (Lidbindehäute, Nase) festgestellt. Ammoniak stellt für den Organismus in entsprechend hohen Konzentrationen ein starkes Zell- bzw. Atemgift dar.

Das Hauptaugenmerk der Untersuchung in Gumpenstein lag daher auf dem Reduktionspotential für Ammoniak. Aus diesem Grund wurde durch Zuheizen in den Abteilen für einen ausreichenden Luftaustausch und für gutes Stallklima gesorgt.

Zur permanenten Messung von Ammoniak und Kohlendioxid wurden geeichte und kalibrierte Messgeräte der Fa. Dräger Austria Sicherheitstechnik (X-am 7000 mit integriertem Datenlogger) eingesetzt. Diese wurden im unmittelbaren Tierbereich und leicht über der Buchtentrennwand montiert.

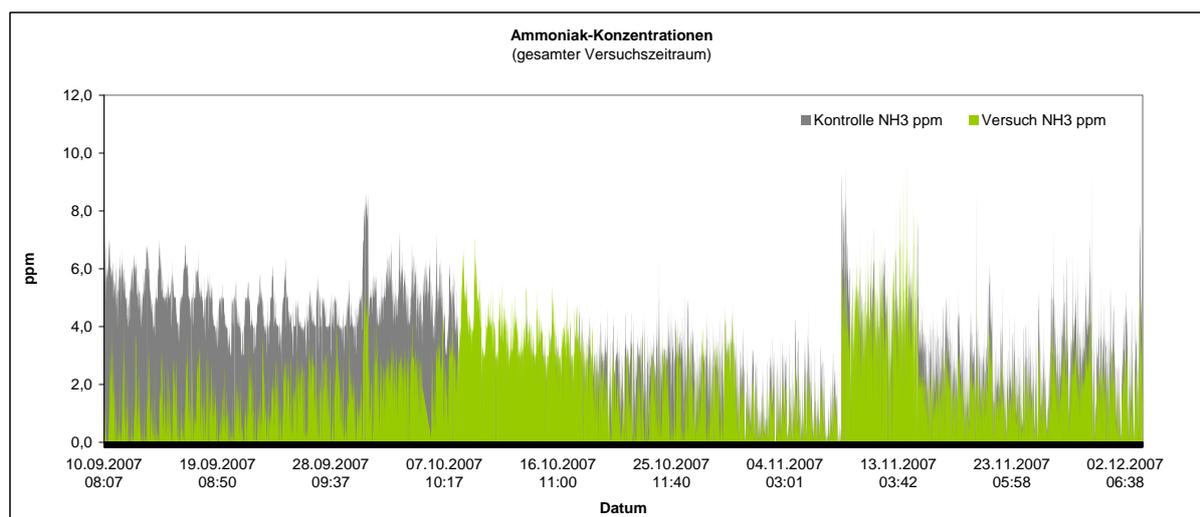


Abbildung 11: Ammoniakwerte in ppm im Vergleich

Abbildung 11 zeigt, dass trotz bereits sehr guter Bedingungen in der Kontrollgruppe, die NH₃ Werte lagen großteils zwischen 4 und 6ppm, noch ein Reduktionspotential durch den Futterzusatz besteht. Die Werte lagen in der Anfangsmast im Schnitt bis zu 80% unter der Kontrolle, gegen Versuchende verringerte sich diese Differenz jedoch.

Kohlendioxid

Kohlendioxid ist als Stoffwechselprodukt der Atmung von Tieren in allen Ställen zu finden. Geringe Kohlendioxidmengen stammen aus der Zersetzung von Kot, Harn und Futterresten. Erhöhte Konzentrationen von Kohlendioxid im Stall weisen auf eine unzureichende Lüftung hin. Die Höhe der Kohlendioxidkonzentration im Stall wird vom Alter der Tiere, ihrer Leistung und der Anzahl der Tiere sowie deren Aktivität bestimmt (UNRATH, 2004). Die höchsten Kohlendioxidkonzentrationen lassen sich nach MOTHES (1977) sowohl am Stallboden als auch an der Stalldecke finden. Der Autor begründet dies mit dem Lösungsvermögen von Kohlendioxid in Wasser bei unterschiedlichen Temperaturen.

Unterschiedliche Kohlendioxidkonzentrationen im Tagesverlauf sind nach Angaben des Autors auf erhöhte Stoffwechsellleistungen nach Fresszeiten zurückzuführen.

Hinsichtlich CO₂ ergaben sich keine Unterschiede zwischen den zwei Abteilen, die Werte lagen zwischen 1.000 und 2.000 ppm (Abbildung 12).

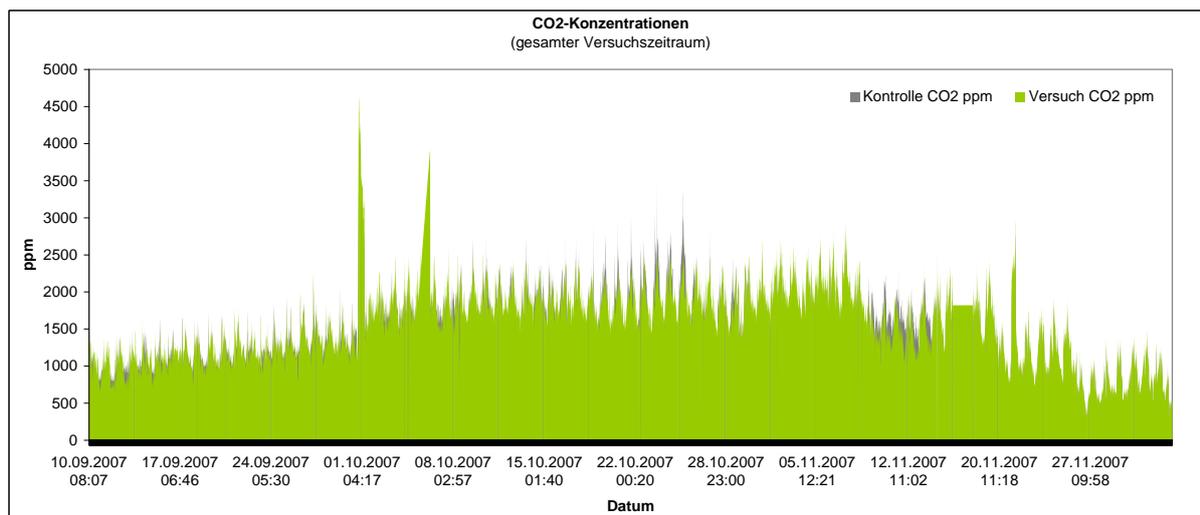


Abbildung 12: Kohlendioxidwerte in ppm im Vergleich

3.2. Stallklimawerte

Mit permanenten Messungen wurden über den gesamten Mastdurchgang alle relevanten Stallklimadaten erfasst. Es wurde besonders Bedacht auf absolute Vergleichbarkeit von Kontroll- und Versuchsabteil gelegt. *Abbildungen 13 und 14* zeigen, wie gering die Unterschiede von Abteiltemperatur und rel. Luftfeuchte in den beiden Abteilen waren.

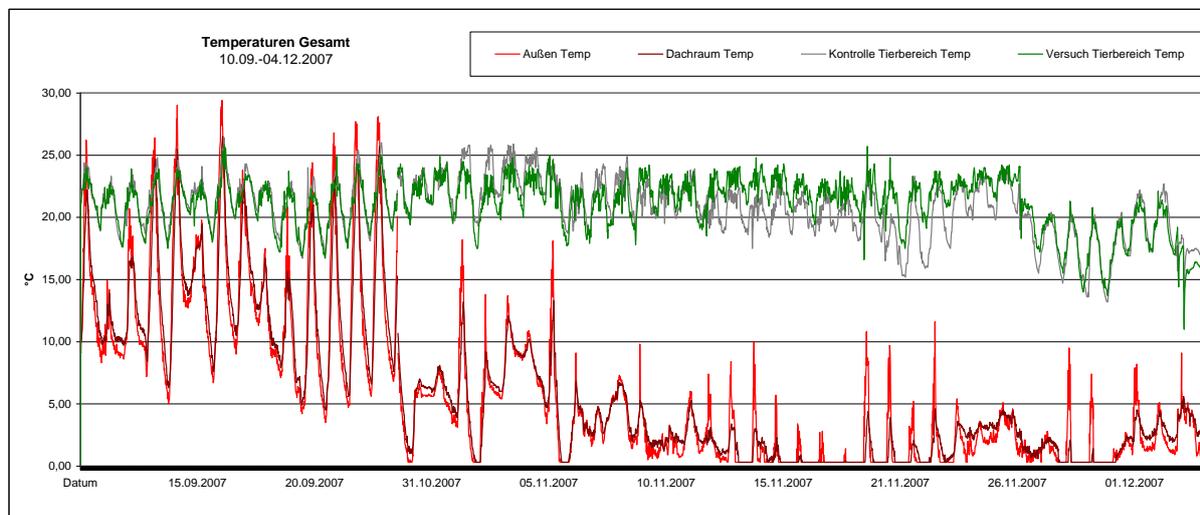


Abbildung 13: Tageswerte für Temperatur im Vergleich

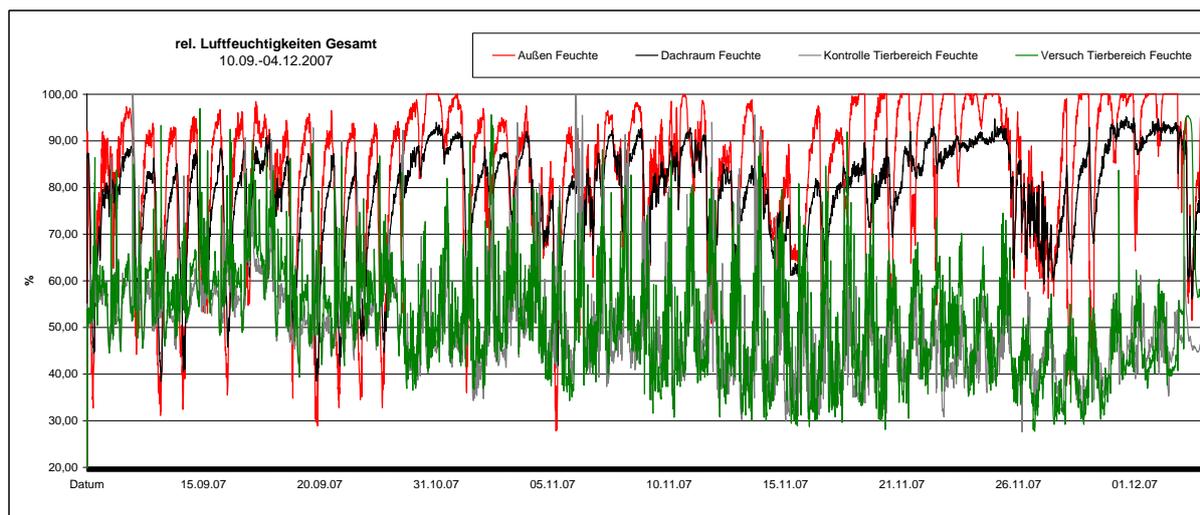


Abbildung 14: Tageswerte für rel. Luftfeuchtigkeit im Vergleich

Rel. Luftfeuchte

Die relative Luftfeuchte soll nach der DIN 18910 (1992) in Ställen ohne Heizung zwischen 60% und 80 % liegen. Für Ställe mit Heizung werden Werte zwischen 40 % und 70 % relativer Luftfeuchte angestrebt (BEA, 2004).

Da in den Abteilen zur Durchbringung eines größeren Luftdurchsatzes (gute Luftqualität) und einem Entgegenwirken eines zu großen Temperaturabfalls zugeheizt wurde, betragen die rel. Luftfechtigkeiten richtigerweise zwischen 40 und 70% RH, mit geringen Abweichungen zwischen den Abteilen.

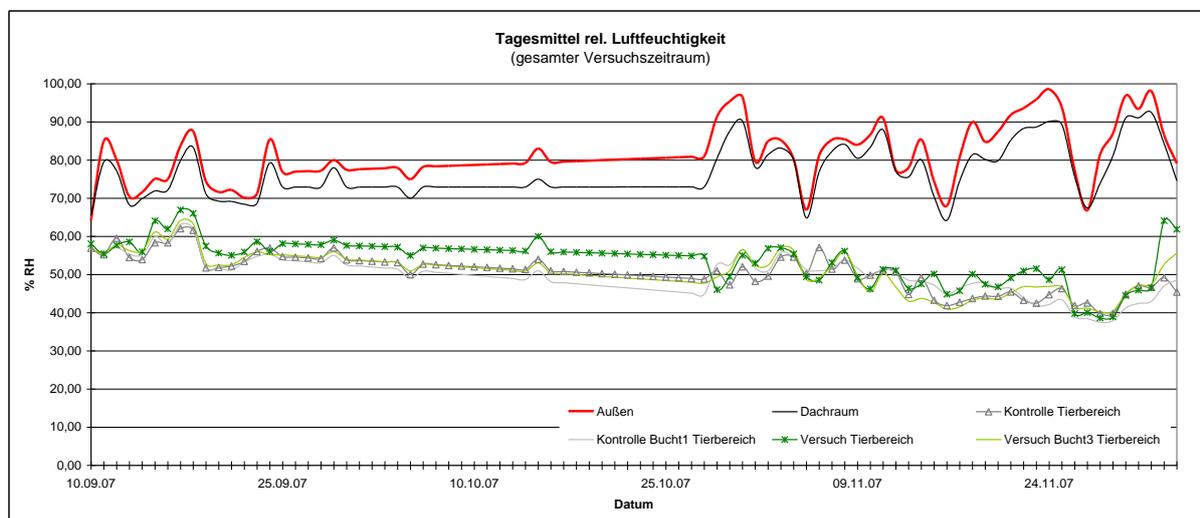


Abbildung 15: Verlauf der mittleren rel. Luftfechtigkeiten während des gesamten Versuchszeitraumes

Lufttemperatur

Anhand nachstehender *Tabelle* sowie *Abbildung 16* wird ersichtlich, wie gut die Vorgaben der annähernd gleichen Bedingungen in beiden Abteilen eingehalten werden konnten.

Tabelle 5: Minima, Mittelwerte und Maxima aller Temperaturmesspunkte

	Außen	Dachraum	Kontrolle Tierbereich	Kontrolle Bucht 1	Versuch Tierbereich	Versuch Bucht 3
Mittel	7,11	7,13	20,40	20,29	20,38	19,66
Min	3,50	4,50	16,70	15,90	16,70	15,40
Max	29,40	26,50	26,40	26,40	25,80	25,70

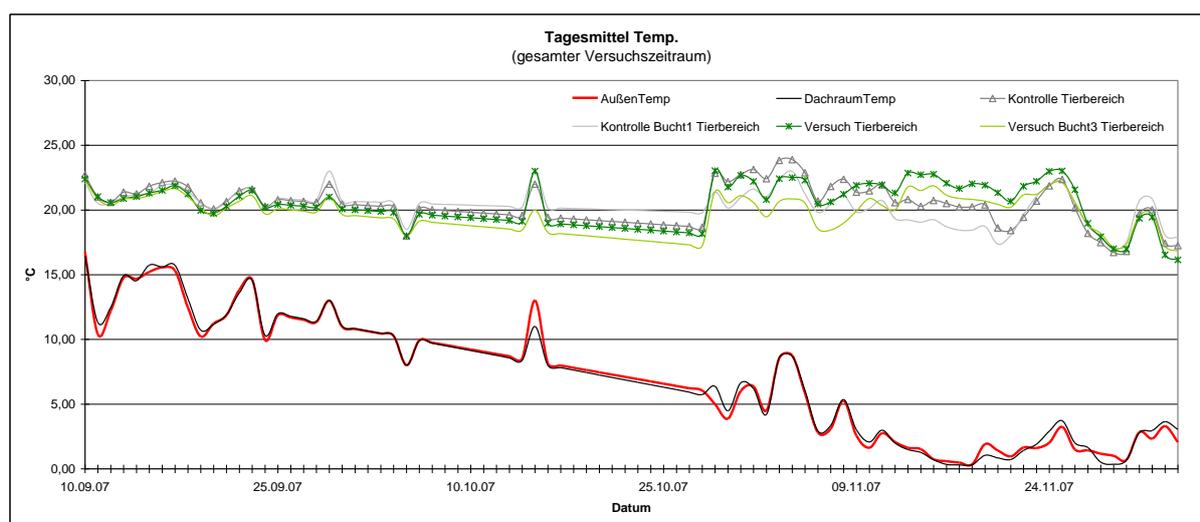


Abbildung 16: Mittelwerte der Lufttemperaturen

Auch bei extremen Schwankungen der Außentemperatur (14 Kelvin innerhalb weniger Stunden) verliefen die Temperaturwerte im Inneren des Stallabteils mit geringen Differenzen.

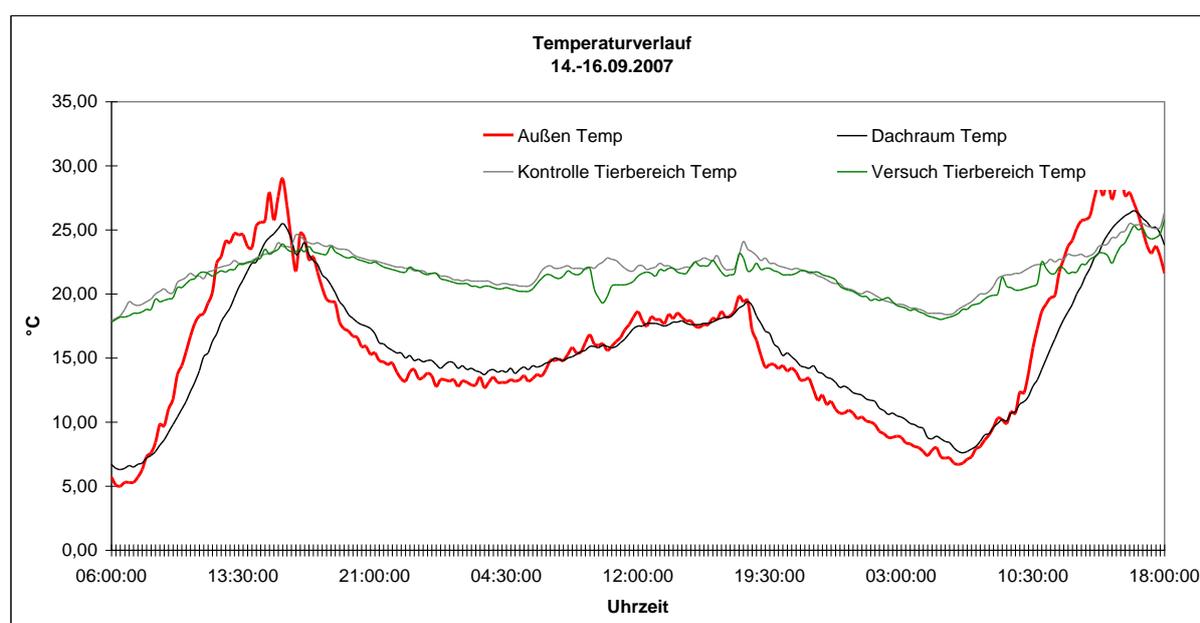


Abbildung 17: Verlauf der Lufttemperaturen von 14.-16.09.2008 (große Schwankungen der Außentemperatur)

3.3. Olfaktometrische Untersuchungen

Die Auswertung der olfaktometrischen Messungen zeigt bei der ersten und der letzten Probenahme eine geringe Reduktion, in der Mitte des Mastdurchganges waren die Emissionswerte im Versuchsabteil jedoch etwas höher als im Kontrollabteil. Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit den Ammoniakwerten, wobei am Anfang der Mast tendenziell eine höhere Reduktion der Werte festgestellt werden konnte, danach ergab sich jedoch kein Unterschied mehr zwischen den beiden Abteilen.

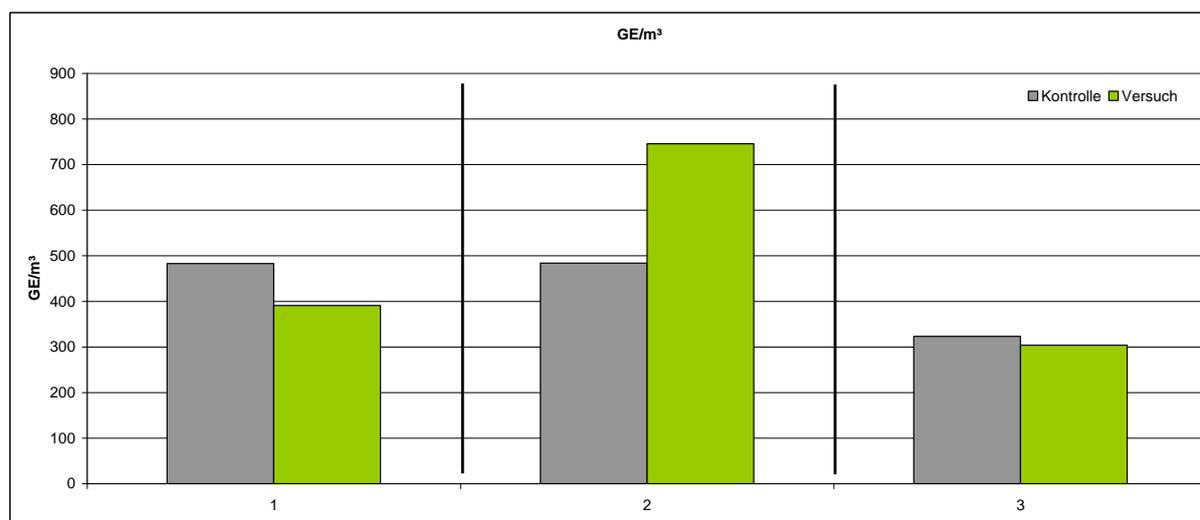


Abbildung 18: Geruchseinheiten in GE/m^3 im Vergleich

In den Monaten September und Oktober des Jahres 2004 wurden durch das LFZ Raumberg-Gumpenstein bereits erste olfaktorische Beprobungen von schweinehaltenden Betrieben durchgeführt, wobei in vergleichbaren Abteilen Werte zwischen 1.300 und 6.100 GE/m^3 ermittelt wurden (MÖSENBACHER, 2005). Beim Vergleich der im Jahr 2007 ermittelten Werte aus dem Versuchsabteil liegen die höheren Konzentrationen jedoch in einem praxisüblichen Rahmen.

3.4. Elektronische Nase PEN 2

In den zwei nachfolgenden Abbildungen werden die Ergebnisse der Geruchsuntersuchungen mit Hilfe der elektronischen Nase PEN 2 dargestellt. Die Auflistung der 10 Gassensoren (s. *Tabelle 4*) gibt einen Überblick über die Zusammensetzung des Geruchs. Die höchsten Ausschläge sind bei den Sensoren 6 (große Bandbreite für Methan) und 8 (große Bandbreite Alkohole) zu verzeichnen.

PCA-Analyse

Die Kontroll- und Versuchsdaten vom 09. und 15.11.2007 wurden in einem Diagramm zusammengefasst (Klassen Kontrolle und Versuch) - Auswertung auf 1. und 2. Hauptachse.

Wichtig ist, dass Ergebnisse unterschiedlicher Proben einer Klasse zusammenliegen.

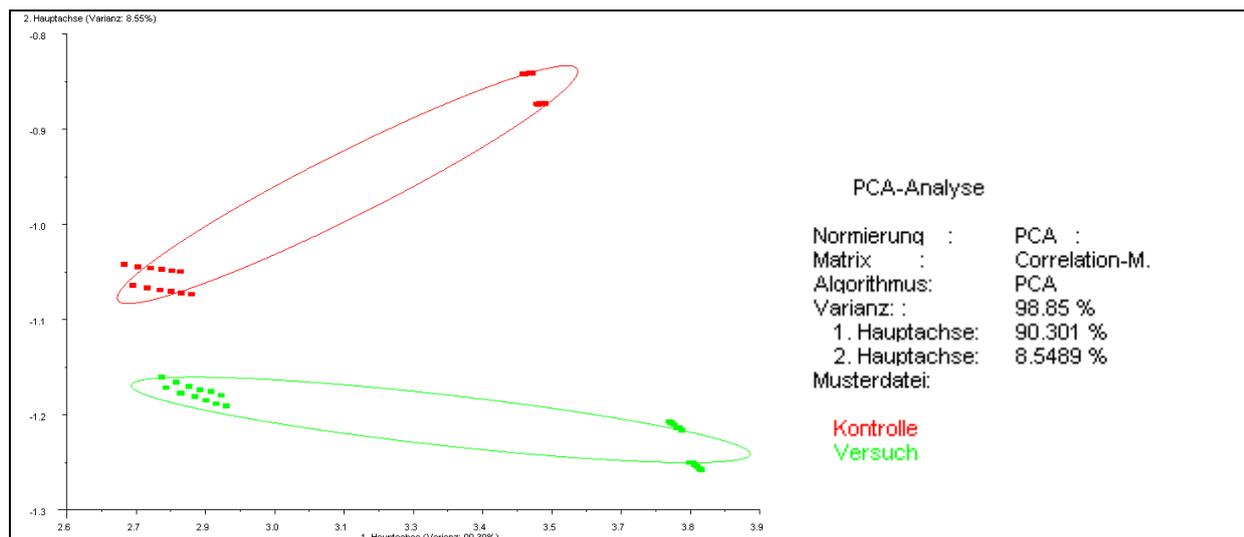


Abbildung 19: PCA-Analyse – Kontrolle und Versuch im Vergleich

Mittels Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis - PCA-Analyse) wird eine sehr gute Differenzierung der unterschiedlichen Klassen erreicht, dh die Luftzusammensetzung des Abteils Versuch veränderte sich durch den Einsatz des Futterzusatzstoffes, wobei die Geruchsintensität/Stärke jedoch in beiden Abteilen ähnlich war (vgl. Abb. 19 – Verteilung der Datenpunkte auf der x-Achse).

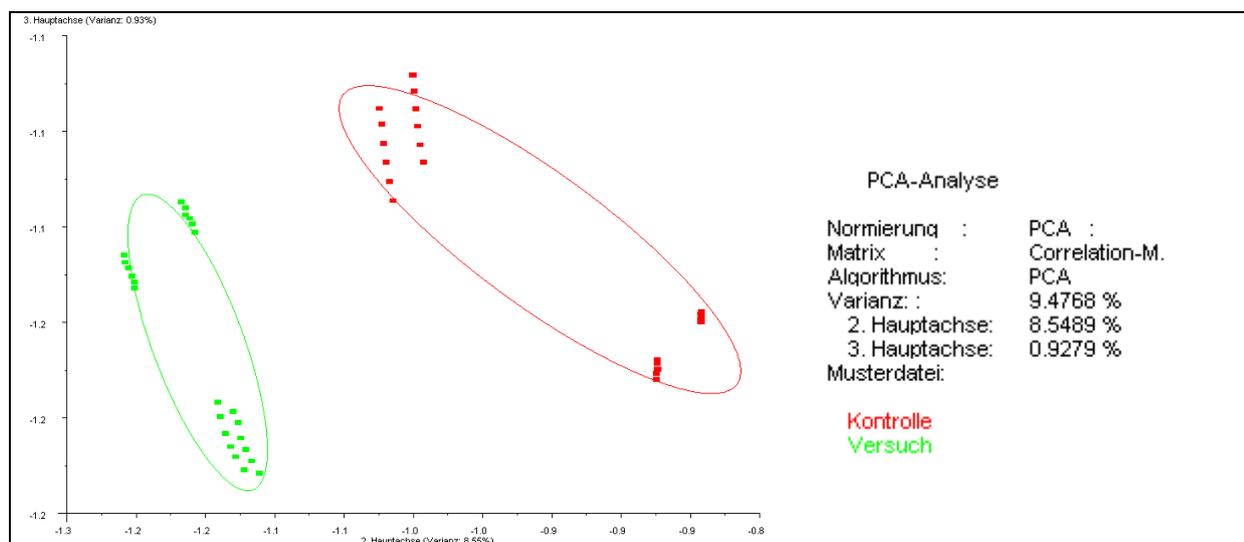


Abbildung 20: PCA-Analyse – Auswertung auf der 2. und 3. Hauptachse

Zur Beurteilung der einzelnen Messdateien wurden je eine Versuchs- bzw. Kontrollabteilprobe ausgewählt, um in einem Messdaten- bzw. Kreisdiagramm die Geruchszusammensetzung darzustellen. Im Zeitablauf einer Messung (50 sek.) ergeben sich für beide Proben höhere Widerstandswerte der Sensoren 6 und 8.

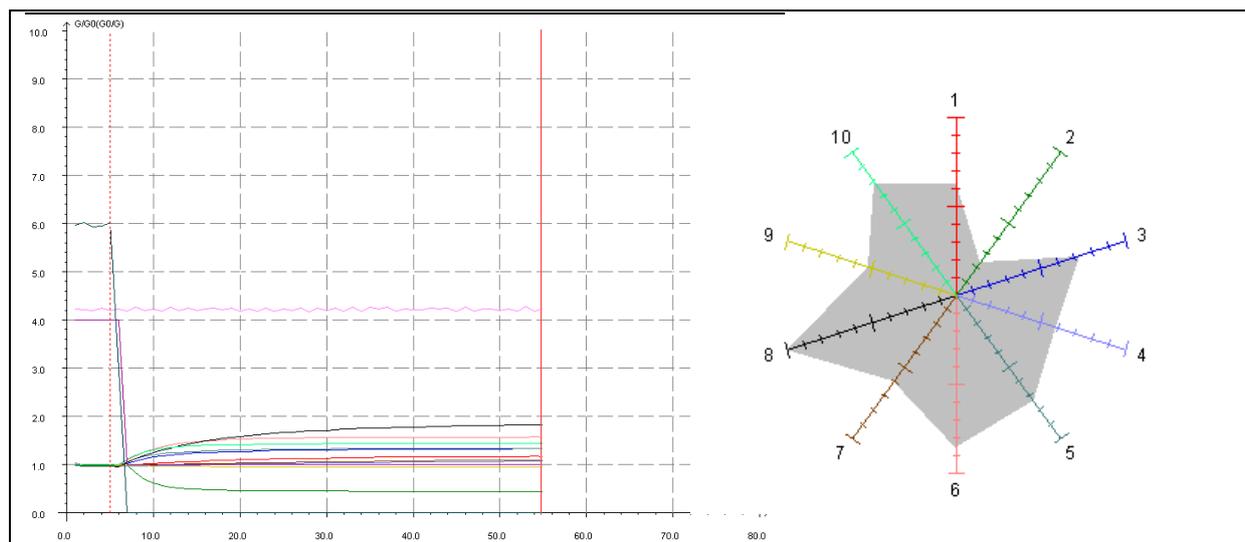


Abbildung 21: Messdatei Kontrolle

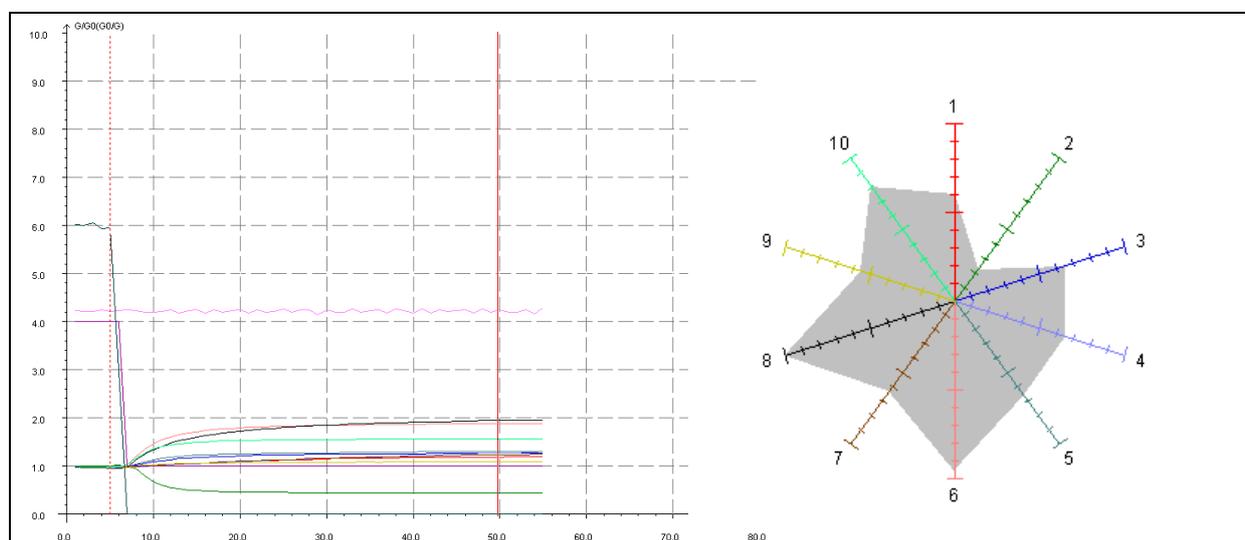


Abbildung 22: Messdatei Versuch (erhöhte Werte bei Sensor Nr. 6)

3.5. Wasserverbrauch

Mittels Wasseruhren wurde der Wasserverbrauch der Abteile Kontrolle und Versuch erhoben sowie zweimal wöchentlich abgelesen.

Generell wird vor allem nach der Futteraufnahme getrunken, doch auch zwischendurch nimmt ein Schwein kleinere Wassermengen auf. Im Durchschnitt wird täglich zehnmal getrunken. Die Beschäftigung mit der Tränke geschieht aus Langeweile oft viel häufiger und der Wasserverbrauch ist viel größer, wobei ein Teil des Wassers auch vergeudet wird.

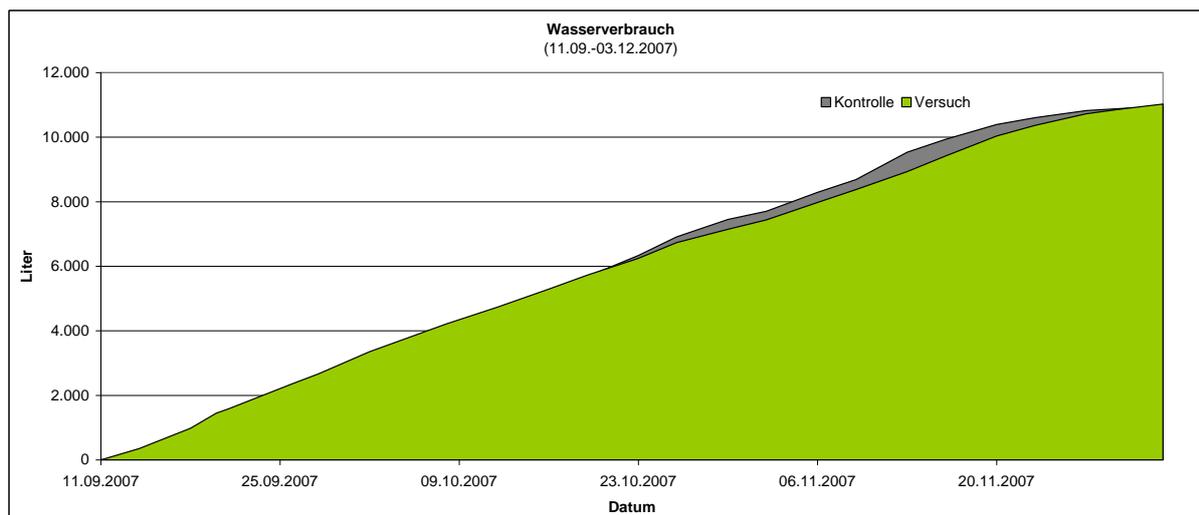


Abbildung 23: Wasserverbrauch während des Versuchszeitraumes

Wie in *Abbildung 23* ersichtlich, ergaben sich keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Abteilen. In der Endmast stieg der Wasserverbrauch im Abteil „Kontrolle“ leicht an, dh die Tiere des Versuchsabteils verbrauchten weniger Wasser. Insgesamt wurden je Abteil (16 Tiere) im Durchschnitt 10.900 Liter Wasser verbraucht (Kontrolle - 8,72l Wasser/Tier und Tag, Versuch – 8,60l Wasser/Tier und Tag).

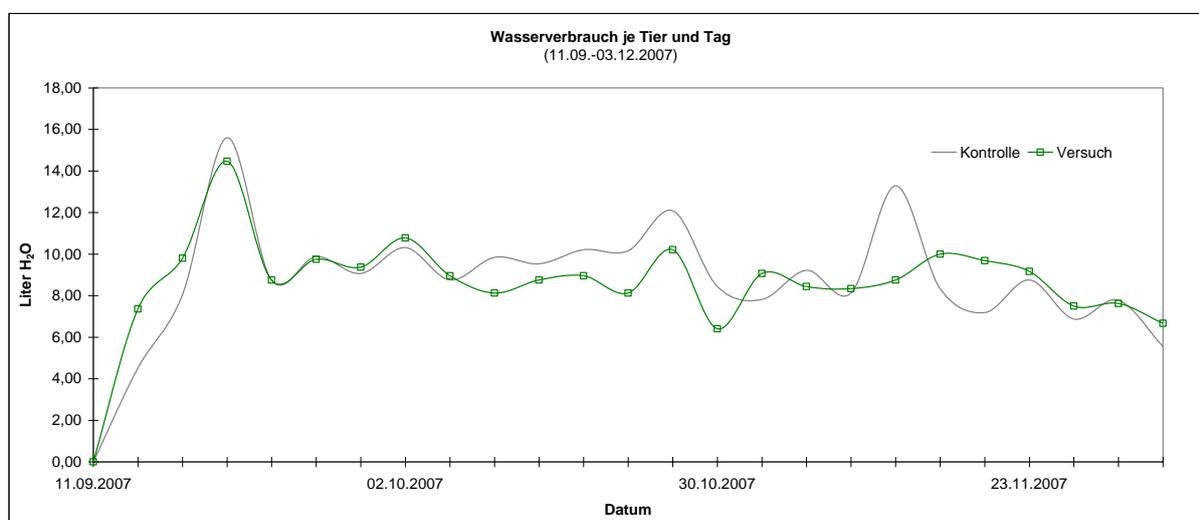


Abbildung 24: Wasserverbrauch je Tier und Tag

3.6. Mast- und Schlachtleistung

Der APC-Versuch wurde am LFZ Raumberg-Gumpenstein von September bis Dezember 2007 durchgeführt. Dabei wurde die Fütterung in den ersten drei Wochen auf Einzeltierbasis, in den folgenden Wochen auf Buchtenbasis erhoben. Die Futtermengen beziehen sich immer auf die tägliche Futtermenge. Die Wiegung des Lebendgewichtes erfolgte wöchentlich am Einzeltier.

Vergleicht man die tatsächlichen Leistungen aller Tiere, so ergeben sich bei 84 Versuchstagen durchschnittliche tägliche Lebendmassezunahmen von 896g für das Abteil Versuch, sowie 897g für die Kontrollgruppe.

Tabelle 6: Mastleistung im Vergleich

		tägliche Lebendmasse- zunahmen	Zunahmen pro Schwein in kg	Futtermittel/MS in kg FM	Futtermittel je kg Tageszunahme Zunahmen : Futtermittelverbrauch
Kontrollgruppe	Kontrolle männlich	931,97	71,71	216,22	1 : 3,02
	Kontrolle weiblich	862,31			
Versuchsgruppe	Versuch männlich	935,50	69,53	209,53	1 : 3,01
	Versuch weiblich	856,75			

Statistische Auswertung

Die Auswertung erfolgt in 5 Teilschritten:

- 1.) Prüfung der Homogenität der Gruppeneinteilung: Das mittlere Gewicht der Tiere in der Bucht 1 beträgt 32,5kg, in der Bucht 2 32,8kg, in der Bucht 3 32,6kg und in der Bucht 4 33kg. Bucht 1 und Bucht 2 sind die Kontrollgruppen mit einem mittleren Gewicht von 32,65kg, Bucht 3 und 4 die Versuchsgruppe mit einem mittleren Gewicht von 32,8kg. Eine Prüfung der Futtermittelverwertung in den ersten drei Versuchswochen zeigt, dass alle Tiere gleichmäßig fressen und dementsprechend wachsen. Die Homogenitätsprüfung wurde mit dem Bonferroni-Test durchgeführt.
- 2.) Die verwendeten Futtermittel unterschieden sich geringfügig im Rohproteingehalt (Kontrolle 171g/kg T, Versuch 166g/kg T) und im Energiegehalt (Kontrolle 16,0MJ, Versuch 15,9MJ)

Tabelle 7: Ergebnisse der Futteranalyse

Futter	Rohprotein	Rohfaser	Rohfett	Rohasche	Stärke	Zucker	Energie
	g/kg T						MJ ME/kg T
Kontrolle	171,88	41,79	33,84	45,00	594,00	46,00	15,95
Versuch	165,89	41,87	33,21	45,84	605,50	46,00	15,90

- 3.) Prüfung der Futter- und Nährstoffaufnahme, sowie Mastleistung im Versuchsmittel: Nachdem die ersten Wochen der Einzelfütterung auf Buchtenwerte hochgerechnet wurden, konnte eine Gesamtauswertung des Datenmaterials umgesetzt werden. Im Wesentlichen wurden folgende Ergebnisse erzielt.
 - Die Tiere der Versuchsgruppe weisen während des Versuches signifikant niedrigere tägliche Lebendmassezunahmen auf. Die Tiere der Kontrollgruppe wurden im Mittel bei 111,5kg geschlachtet, die Tiere der Versuchsgruppe bei 109. Bezogen auf den Versuchszeitraum bedeutet dies eine mittlere tägliche Lebendmassezunahme der Kontrollgruppe von 936 Gramm. Die Versuchsgruppe erreichte eine tägliche Lebendmassezunahme von 894 Gramm.
 - Im Mittel der Mastdauer wurden von den Tieren der Kontrollgruppe 2.226 Gramm Futter pro Tag aufgenommen. Die Futteraufnahme der Versuchstiere lag bei 2.250 Gramm. Die Differenz von 24 Gramm ist kein signifikanter Unterschied.

- Der Futteraufwand je kg Tageszunahme sowie die Nährstoffverwertung entsprechen bei annähernd vergleichbarem Futter den Ergebnissen der bereits genannten Punkte. Tendenziell verbrauchen die Tiere der Versuchsgruppe mehr Nährstoffe, jedoch ist der Unterschied nicht signifikant.
- Die integrierte Untersuchung des Wachstums- und Nährstoffaufnahme- bzw. Verwertungsverlaufes zeigt, dass allfällige Unterschiede stark von der Wachstumsentwicklung entlang der Zeitachse bestimmt sind. Die Wochen unterscheiden sich durchwegs hoch signifikant.

Das Erklärungsmodell beinhaltet die Klassen Fütterungsgruppe, Woche und deren Wechselwirkung. Das Bestimmtheitsmaß R^2 liegt durchwegs über 95 % und erklärt somit die Unterschiede gut.

- 4.) Geschlechtsspezifischer Wachstumsverlauf während der Zeit der Einzeltiererhebung: In den ersten 3 Wochen der Untersuchung wurde die Futter- und Nährstoffaufnahme der Einzeltiere erhoben. Dies ermöglicht nun eine Aussage über die Unterschiede hinsichtlich des Geschlechts. Es darf angenommen werden, dass der erkannte Trend auch für den weiteren Mastverlauf gilt. Die täglichen Lebendmassezunahmen der Kastraten liegen demzufolge mit 996g um 109 Gramm über den weiblichen Tieren, die bei 887 Gramm liegen.

Dieser Unterschied ist hoch signifikant und lässt sich sowohl auf den Geschlechtseinfluss als auch auf die höhere Futteraufnahme der Kastraten zurückführen (Kastraten 1.703g/T, weibliche Tiere 1.605g/Tag). Sinngemäße Unterschiede finden sich in Folge im Futteraufwand je kg Tageszunahme sowie in der Nährstoffverwertung und sind immer hoch signifikant.

- 5.) Schlachtleistung: Während der Erklärungsgrad der statistischen Modelle für die Futter- und Nährstoffaufnahme sehr hoch waren (>95%) finden wir in der Auswertung der Schlachtleistung nur mehr sehr geringe Bestimmtheitsmaße. Der Grund liegt in der fehlenden Zeitachse. Über alle Parameter gilt für allfällige geringe Unterschiede zwischen Kontroll- und Versuchsgruppe, dass kein signifikanter Unterschied herrscht.

Im Gegensatz dazu unterscheiden sich die Kastraten und die weiblichen Tiere fast immer hoch signifikant.

Tabelle 8: Schlachtleistung und Fleischqualität

Parameter	Einheit	Klassen				Wechselwirkungen				Statistik				
		Fütterung		Geschlecht		Kontrolle		Versuch		Gruppe	Geschlecht	Gru x Geschl	Std	R ²
		Kontrolle	Versuch	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich					
Schlachtkörper - Gewicht														
Mastendgewicht	kg	111,47	108,98	112,69	107,76	114,31	108,63	111,07	106,89	0,25	0,03	0,73	5,99	0,21
Schlachtgewicht warm	kg	91,59	89,71	92,54	88,75	93,51	89,66	91,57	87,84	0,29	0,04	0,97	4,92	0,18
Schlachtgewicht rechts	kg	44,35	43,70	44,99	43,05	45,29	43,41	44,69	42,70	0,46	0,03	0,95	2,46	0,17
Schlachtgewicht links	kg	45,28	44,11	45,64	43,75	46,34	44,23	44,95	43,28	0,18	0,04	0,80	2,41	0,20
Ausschlachtung warm	%	82,20	82,30	82,14	82,36	81,85	82,55	82,44	82,17	0,77	0,56	0,19	1,03	0,07
Ausschlachtung kalt	%	80,44	80,56	80,45	80,55	80,20	80,69	80,70	80,42	0,74	0,79	0,31	1,04	0,04
Schlachtkörper - Maße														
Speckmaß	cm	1,45	1,25	1,48	1,22	1,61	1,29	1,36	1,14	0,17	0,07	0,69	0,39	0,18
Fleischmaß	cm	7,84	7,93	7,76	8,00	7,60	8,08	7,93	7,93	0,47	0,07	0,08	0,36	0,21
Körperlänge	cm	98,41	98,75	97,86	99,30	97,94	98,88	97,79	99,72	0,67	0,09	0,54	2,27	0,12
Rückenspeckdicke (Schulter)	cm	3,71	3,73	4,04	3,40	3,99	3,43	4,10	3,37	0,88	0,00	0,63	0,50	0,33
Rückenspeckdicke (Lendenwirbel)	cm	1,66	1,54	1,76	1,45	1,80	1,53	1,71	1,37	0,37	0,03	0,79	0,38	0,19
Rückenspeckdicke (hinten=a1)	cm	1,45	1,25	1,48	1,22	1,61	1,29	1,36	1,14	0,17	0,07	0,69	0,39	0,18
Schlachtleistung														
Kopf	kg	2,36	2,30	2,39	2,27	2,41	2,31	2,36	2,23	0,49	0,24	0,88	0,27	0,07
Füße	kg	1,01	0,98	1,00	0,98	1,04	0,97	0,96	1,00	0,35	0,55	0,06	0,08	0,15
Niere	kg	0,15	0,14	0,15	0,14	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,49	0,41	0,02	0,11
Nierenfett	kg	0,64	0,64	0,74	0,54	0,74	0,53	0,74	0,54	0,93	0,00	0,94	0,14	0,39
Schinken (Fleisch)	kg	8,89	8,72	8,79	8,81	8,89	8,89	8,69	8,74	0,24	0,86	0,85	0,40	0,05
Schinken (Fett)	kg	1,57	1,44	1,63	1,38	1,67	1,46	1,58	1,30	0,17	0,01	0,71	0,26	0,27
Schinken (Knochen)	kg	0,81	0,80	0,79	0,81	0,83	0,79	0,76	0,84	0,70	0,56	0,08	0,09	0,12
Stelze	kg	1,50	1,48	1,51	1,48	1,52	1,49	1,50	1,46	0,41	0,29	0,93	0,08	0,07
Langes Kaaree	kg	12,77	12,64	13,03	12,37	12,94	12,59	13,13	12,15	0,70	0,06	0,35	0,93	0,16
Schulter	kg	6,69	6,65	6,74	6,61	6,75	6,64	6,72	6,58	0,64	0,17	0,88	0,26	0,08
Bauchfleisch	kg	7,99	7,87	8,18	7,68	8,38	7,60	7,98	7,76	0,55	0,02	0,18	0,57	0,23
Magerfleischanteil	%	58,32	59,64	57,97	60,00	56,89	59,76	59,04	60,25	0,14	0,03	0,35	2,45	0,24
Fleischbeschaffenheit														
Farbe	Punkte	3,38	3,30	3,26	3,41	3,31	3,44	3,21	3,39	0,74	0,51	0,91	0,63	0,02
Wasser	Punkte	3,66	3,32	3,32	3,66	3,50	3,81	3,14	3,50	0,08	0,08	0,90	0,51	0,19
Bewertung Bauchfleisch	Punkte	3,13	3,31	2,91	3,53	2,75	3,50	3,07	3,56	0,34	0,00	0,50	0,55	0,30
Klassifizierung	Punkte	1,69	1,38	1,71	1,35	2,00	1,38	1,43	1,33	0,19	0,13	0,26	0,64	0,18
Kotletgewicht	g	446,63	442,05	457,09	431,58	454,75	438,50	459,43	424,67	0,76	0,09	0,53	41,08	0,12
Fleischqualität														
pH 1 Stunde Schinken		6,07	6,19	6,14	6,11	6,07	6,07	6,22	0,26	0,29	0,79	0,76	0,32	0,04
pH 24 Stunden Schinken		249,65	253,32	254,17	248,80	251,31	247,99	257,02	10,98	0,42	0,26	0,23	0,11	0,11
pH 1 Stunde Rücken		82,20	82,30	82,14	82,36	81,85	82,55	82,44	82,17	0,79	0,14	0,45	0,22	0,10
pH 24 Stunden Rücken		11,88	11,87	11,77	11,98	11,68	12,09	11,86	11,88	0,38	0,18	0,22	0,06	0,12
Tropfsaftverluste	g	48,34	47,82	47,83	48,33	48,10	48,58	47,56	48,10	0,52	0,57	0,91	0,71	0,21
Fleischfläche 13. Rippe	cm ²	53,83	55,17	53,59	55,40	52,36	55,29	54,81	55,52	0,40	0,26	0,49	4,43	0,08
Fleisch:Fett-Verhältnis		0,32	0,29	0,34	0,27	0,36	0,29	0,32	0,26	0,20	0,01	0,83	0,06	0,29
Trockenmasse	g/kg	249,65	253,32	254,17	248,81	251,31	247,99	257,02	259,61	0,09	0,02	0,34	5,96	0,26
Rohprotein	g/kg	234,49	235,01	235,85	233,64	235,28	233,70	236,43	233,59	0,72	0,14	0,67	4,08	0,08
Rohasche	g/kg	11,88	11,87	11,77	11,98	11,68	12,09	11,86	11,88	0,95	0,35	0,40	0,64	0,06
Rohfett	g/kg	12,13	12,47	13,34	11,26	12,71	11,54	13,97	10,98	0,69	0,02	0,30	2,41	0,20

3.7. Chemische Untersuchung der Gülle

Zur genaueren Betrachtung von Stickstoff in der Gülle wurden drei Proben aus dem Güllbereich entnommen. Vor der Probennahme wurde die Gülle mit einem Spaltenmixer aufgerührt, um eine homogene Beprobung so weit als möglich zu gewährleisten.

Die Auswertung der chemischen Analysen ergab eine tendenzielle Erhöhung im Gesamtstickstoff von 29%, wenngleich sich der Wert in beiden Abteilen während des Versuches um ein Vielfaches reduzierte.

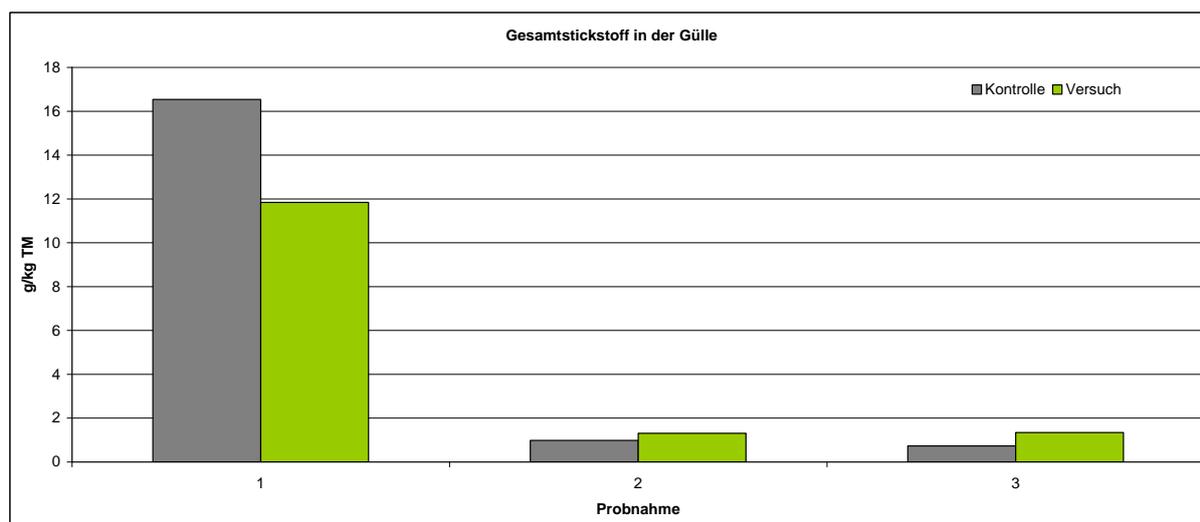


Abbildung 25: Gesamtstickstoff in der Gülle in g/kg Trockenmasse

Die Auswertung hinsichtlich $\text{NH}_4\text{-N}$ zeigt in etwa dasselbe Ergebnis wie im Gesamtstickstoff. Die Werte lagen auch in diesen Analysen im Durchschnitt 30% über den Werten der Kontrollgruppe.

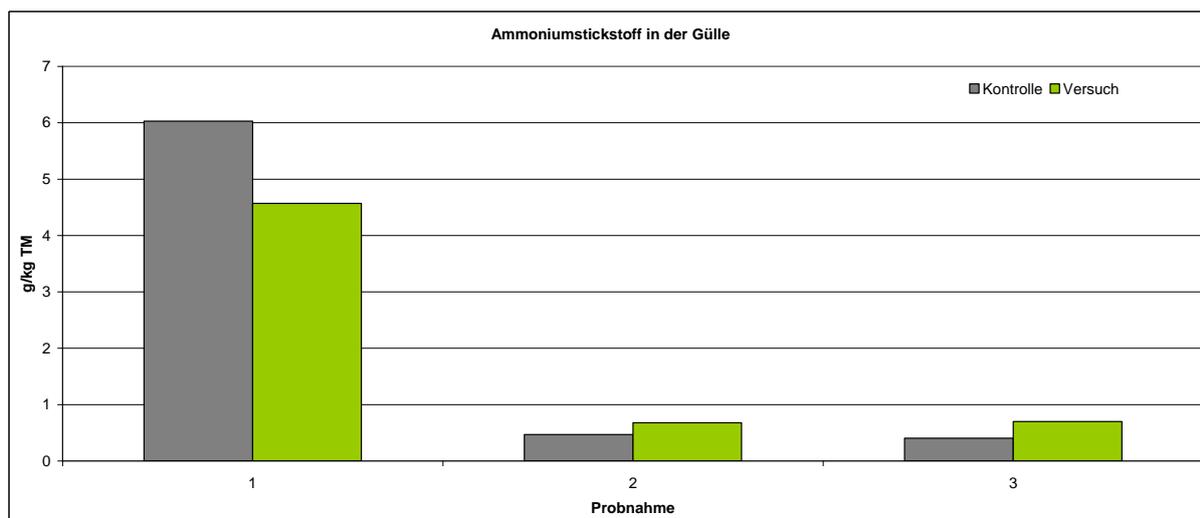


Abbildung 26: Ammoniumstickstoff in der Gülle in g/kg Trockenmasse

3.8. Wirtschaftlichkeitskalkulation

Tabelle 9: Aufstellung der Rezepturkosten

Versuchszeitraum: Sept.-Dez. 2007

	€/ kg	Mast I			
		Kontrolle		Versuch	
Mais	0,22	40,8%	0,08976	40,8%	0,08976
Weizen	0,24	20,0%	0,048	20,0%	0,048
Gerste	0,24	17,0%	0,0408	17,0%	0,0408
Soja 48% HP	0,32	16,2%	0,05184	16,2%	0,05184
Zuckerrübensvinasse	0,14	2,0%	0,0028	2,0%	0,0028
Rapsöl	0,9	1,0%	0,009	1,0%	0,009
Min.Mast 3% konv.	1,05	3,0%	0,0315	-	-
Min.Mast 3% APC	1,38	-	-	3,0%	0,0414
		100%		100%	
Kosten je kg Fertigfutter:			0,274 €/kg		0,284 €/kg
					0,01 €/kg

	€/ kg	Mast II			
		Kontrolle		Versuch	
Mais	0,22	30,7%	0,06754	30,7%	0,06754
Weizen	0,24	20,0%	0,048	20,0%	0,048
Gerste	0,24	30,0%	0,072	30,0%	0,072
Soja 48% HP	0,32	13,8%	0,04416	13,8%	0,04416
Zuckerrübensvinasse	0,14	2,0%	0,0028	2,0%	0,0028
Rapsöl	0,9	0,5%	0,0045	0,5%	0,0045
Min.Mast 3% konv.	1,05	3,0%	0,0315	-	-
Min.Mast 3% APC	1,38	-	-	3,0%	0,0414
		100%		100%	
Kosten je kg Fertigfutter:			0,271 €/kg		0,280 €/kg
					0,01 €/kg

In der folgenden Tabelle 10 wurde der tatsächliche Futteraufwand (bezogen auf die Frischmasse) je Tier erhoben, um in weiterer Folge den Futteraufwand je kg Tageszunahme zu errechnen.

In Kombination mit den Kosten je kg Fertigfutter wurden die durchschnittlichen Futterkosten je Mastschwein für einen Durchgang berechnet. Hierbei ergeben sich für die Gruppe Versuch Mehrkosten von €0,25 pro Mastschwein.

Rein rechnerisch dürften die Futterkosten für Tiere der Gruppe Versuch bei Annahme von gleichen tierischen Leistungen mit Kosten von €0,01/kg Futter für den Einsatz von APC nat. add. 0,2 bei einem Futteraufwand von 209kg je Tier aber sogar um €2,09 höher sein.

Tabelle 10: Vergleich der Futterkosten je Mastschwein

	Versuch		Kontrolle	
Futtermittel je kg Tageszunahme:	3,01	kg/kg	3,02	kg/kg
Zuwachslleistung *	69,53	kg	71,71	kg
Futtermittel je Tier **	209,53	kg	216,22	kg
Ø Futterkosten je kg Futter:	0,282	€/kg	0,272	€/kg
Ø Futterkosten je Mastschwein:	59,09	€	58,83	€
	Differenzbetrag:		-0,25	€

* Zunahmen des Einzeltiers von Mastbeginn bis Mastende, Mittelwert über alle Tiere

** Summe Futtermittel gruppenweise bezogen auf die Frischmasse, dividiert durch Tierzahl

4. ZUSAMMENFASSUNG

Untersucht wurde der Einfluss des phytogenen Futterzusatzes APC nat. add. 0,2 auf die tägliche Zunahmen sowie eine mögliche Reduktion von Schad- bzw. Fremdgasen in der Schweinemast. Trotz sehr guter Bedingungen in der Kontrollgruppe - die NH_3 -Werte lagen größtenteils zwischen 4 und 6ppm - lagen die Ammoniakwerte im Schnitt 40% unter der Kontrolle, wobei die Reduktion zu Beginn der Mast bis 80% betrug. Für Kohlendioxid ergab sich über den gesamten Mastdurchgang lediglich eine Reduktion von 4%.

Hinsichtlich der Temperaturen und rel. Luftfeuchtigkeiten wurde besonders Bedacht auf absolute Vergleichbarkeit von Kontroll- und Versuchsabteil gelegt.

Die Auswertung der olfaktometrischen Messungen zeigt in der Anfangs- und Endmast eine Reduktion der Geruchseinheiten in der Versuchsgruppe. Diese Werte sind vergleichbar mit jenen der Ammoniakreduktion.

Im Durchschnitt verbrauchten die Tiere des Abteiles „Versuch“ weniger Wasser als die Tiere der Kontrollgruppe. Die Wasseraufnahme betrug pro Tier und Tag 8,72l in der Kontrollgruppe und 8,60l in der Versuchsgruppe, wobei davon ausgegangen werden kann, dass ein Teil des Wassers durch Spielerei der Tiere vergeudet wurde. Die Gülleuntersuchung ergab über den gesamten Versuchszeitraum gesehen eine Reduktion von Gesamt- und Ammoniumstickstoff. Vergleicht man aber die beiden Abteile miteinander, so ergibt sich für das Abteil Versuch eine Erhöhung von 30% gegenüber der Kontrolle.

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ergeben sich um €0,25 höhere Futterkosten pro Mastschwein in der Gruppe Versuch, wobei man bei Annahme gleicher tierischer Leistungen allein durch den Zusatz von APC nat. add. 0,2 Mehrkosten von €2,09 pro Schwein haben dürfte. Bezieht man nun die Tatsache mit ein, dass die Kontrollgruppe im Versuchsdurchgang im Vergleich zur Praxis stickstoffreduziert gefahren wurde, so ist anzunehmen, dass der Einsatz des Versuchsfutters in der Praxis günstiger sein wird.

4.1. Fazit

Im direkten Vergleich gibt es keine Unterschiede hinsichtlich der tierischen Leistungen.

Ergebnisse der in der Praxis eingesetzten N-reduzierten Variante im Zusammenhang mit dem Einsatz von APC nat. add. 0,2 (148g Rohprotein im Gegensatz zu 180g im konventionellen Futter) müssen erst in Folgeversuchen geklärt werden.

Generell zeigen die aktuellen Ergebnisse dieser Untersuchung mit dem Einsatz von APC nat. add. 0,2 ein mögliches Reduktionspotential für Ammoniak und Geruch.

5. LITERATUR

- BARTH, S. (2005): Immissionsprognosen; Vortrag Seminar „Geruch – Messung und Beseitigung“, Barth & Bitter GmbH, 31515 Wunstorf.
- BARTUSSEK H., et.al. (2001): Die Auswirkung schlechter Stallluft als Folge geringer Luftraten auf Mastleistung und Gesundheit von Mastschweinen. BTU Tagung Hohenheim 2001; Tagungsband S. 320-326
- BEA, W. (2004): Vergleich zweier Mastschweinehaltungssysteme – Beurteilung der Tiergerechtigkeit. Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften an der Fakultät Agrarwissenschaften, Universität Hohenheim, März 2004, Stuttgart.
- GLÄSER, K.R., J. PERNER, A. ASAMER, D. BOGAERTS und D. GEYSEN (2005): Effects of the phytogenic feed additive AROMEX® ME Plus on growth performance and carcass characteristics in pigs. Tagungsband 4. BOKU-Symposium Tierernährung, Tierernährung ohne Antibiotische Leistungsförderer, 27.10.2005, Wien, 102-106.
- HARTUNG, E. (2001): Ammoniak-Emissionen der Rinderhaltung und Minderungsmaßnahmen, KTBL-Schrift 406, Emissionen der Tierhaltung – Grundlagen, Wirkungen und Minderungsmaßnahmen, 2001, S. 63-72.
- HARTUNG, J. (1988): Zur Einschätzung der biologischen Wirkung von Spurengasen der Stallluft mit Hilfe von zwei bakteriellen Kurzzeittests. Fortschr. Ber. VDI-Reihe 15, Nr. 56.
- KALISCH J. und W. SCHUH (1979): Einfluss der Schadgase Ammoniak und Schwefelwasserstoff in der Stallluft auf die Mastleistung der Schweine. Tierärztliche Umschau (34), S. 34-45.
- KRDL (2003): DIN EN 13725, Luftbeschaffenheit - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie; Deutsche Fassung EN 13725:2003, Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss; Beuth Verlag, Berlin, Juli 2003.
- KTBL (2006): Emissionen der Tierhaltung. Tagungsband, KTBL-Tagung vom 5.-7. Dezember 2006 in Kloster Banz
- MANNEBECK D. und H. MANNEBECK (2002): Qualität und Vergleichbarkeit olfaktometrischer Messungen; in: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, Nr. 4, April 2002.
- MOTHES, E. (1977): Stallklima. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, S. 54-56.
- MÖSENBACHER, I. (2005): Einführung in das olfaktometrische Messverfahren unter gleichzeitiger Verwendung einer elektronischen Nase zur Ermittlung von Geruchsemissionen - Vergleichsmessungen auf Schweinemastbetrieben, Abschlussbericht WT, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irtdning.
- OLDENBURG, J. (2002): Emission und Immission von Schadgasen und Geruchsstoffen. In: Methling, W., J. Unselm (Hrsg.): Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. Parey Buchverlag Berlin, S. 20-27.
- SAS Institute Inc. (2003): SAS/STAT User's Guide, Version 9, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2003.
- SCHAUBERGER, G., et. al (1995): Vorläufige Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen. Interdisziplinäre Arbeitsgruppe „Immissionen aus der Nutztierhaltung“, Korrigierte Auflage 2000.
- TRUNK, W. (1995): Ökonomische Beurteilung von Strategien zur Vermeidung von Schadgasemissionen bei der Milcherzeugung – dargestellt für Allgäuer Futterbaubetriebe. Kovac Verlag Hamburg
- UMWELTBUNDESAMT (2003): Emissionsinventur für Österreich

UNRATH, J. (2004): Analyse und Bewertung von Parametern der Produktionsumwelt bei der Milchgewinnung mit automatischen Melksystemen, Dissertation an der Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät. April 2004, Berlin.