

# Forschungsbericht (Kurzfassung)

# 3503

Titel der Wissenschaftlichen Tätigkeit:

## „Des-Aerosol“



**Projektleiter:**

**Eduard Zentner**, Leiter Abteilung Stallklimatechnik und Nutztierschutz am Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit, HBLFA u. LFZ Raumberg-Gumpenstein

**Kooperationspartner:**

**Prof. Dr. Maximilian Schuh**, Veterinärmedizinische Universität Wien

**Mag. pharm. Karl Buchrucker**, Firma Fr. Buchrucker Laboratorium, Ottensheim

**Dipl.-Ing. (FH) Peter Muckenhuber**, Projektkoordinator, Firma Fr. Buchrucker Laboratorium, Ottensheim

**Dipl.-Ing. agr. Wolfgang Schleicher**, Stv. Leiter Abteilung Tierhaltung und Aufstallungstechnik am Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit, HBLFA u. LFZ Raumberg-Gumpenstein

**Ing. Irene Mösenbacher-Molterer**, Referat für Messtechnik und Versuchsauswertung am Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit, HBLFA u. LFZ Raumberg-Gumpenstein

**Albert Muckenhuber**, Versuchsbetrieb, Gallspach

**Stichworte:**

Stallklima, Keimdruck, Staubreduzierung, Abluftreinigung, Geruchsreduzierung, Aerosolanwendung, Schweinedusche

**Laufzeit:**

**Sept. 2006 – Nov. 2007**

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung .....	1
1.1.	Luftbestandteile - Gesundheitsbelastungen.....	2
1.2.	Zukünftige Entwicklung und Trends.....	4
2.	Material und Methode .....	7
2.1.	Versuchsablauf .....	7
2.2.	Versuchsbetrieb .....	7
2.3.	Versuchsanlage.....	8
2.4.	Messtechnik.....	13
3.	Ergebnisse .....	15
3.1.	Geruch .....	15
3.2.	Fremdgase .....	16
3.3.	Staub.....	17
3.4.	Keime .....	18
3.5.	Temperaturabsenkung – Steuerung des Stallklimas.....	19
3.6.	Einweichen .....	24
3.7.	Betriebswirtschaftliche Auswertung .....	24
4.	Diskussion der Ergebnisse .....	28
4.1.	Geruch .....	28
4.2.	Fremdgase (Ammoniak - NH <sub>3</sub> ) .....	28
4.3.	Staub.....	28
4.4.	Keime .....	29
4.5.	Temperaturabsenkung – Steuerung des Stallklimas.....	29
4.6.	Einweichen .....	30
4.7.	Ökonomische Bewertung .....	30
5.	Zusammenfassung.....	31

## 1. Einleitung

Der fortschreitende Strukturwandel hin zu größeren Einheiten in der österreichischen Landwirtschaft bringt neben den gesellschaftlichen Problemen vermehrt Probleme mit Emissionen und daraus resultierenden Immissionen mit sich. Im Speziellen ist neben der Geflügelhaltung vor allem die Schweinehaltung (sinkende Betriebszahlen – steigende Tierzahlen je Betrieb) betroffen. Im Jahr 2007 weist der durchschnittliche österreichische schweinehaltende Landwirtschaftsbetrieb einen Bestand von 70 Schweinen auf. Verglichen mit den Beständen benachbarter Länder (z.B. Niederlande), lässt sich unschwer erahnen, dass die Strukturänderung bei weitem noch nicht abgeschlossen ist.

Trotz dieser im internationalen Vergleich klein strukturierten Verhältnisse tauchen bereits jetzt enorme Probleme im laufenden Betrieb, aber vor allem in Genehmigungsverfahren für neue Stallungen, auf. Das ist der Anlass für umfassende Untersuchungen hinsichtlich der Minderungsmöglichkeiten für Emissionen aus Stallungen.

Erschwerend ist die differenzierte gesetzliche Situation in Österreich auf Grund der einzelnen Landesgesetze. Während in einigen Bundesländern die Stallungen hinsichtlich der Immissionen einer Prüfung der widmungsbezogenen Ortsüblichkeit unterzogen werden (ständige Rechtsprechung des VwGH), ist es zum Beispiel in Oberösterreich möglich, nachträgliche Vorschriften bezüglich Emissionsminderungsmaßnahmen zu erteilen. Dies bedeutet, dass trotz erfolgter Genehmigung mit Errichtung und Inbetriebnahme der Stallungen bei Anrainernproblemen, zusätzliche wirtschaftliche Unsicherheiten für die Landwirte entstehen.

Obwohl derartige Minderungsmaßnahmen gemäß BVT (Besten Verfügbaren Techniken) zu entsprechen haben, wird in den Ländern über die Vorschreibung von Abluftwäschern, Biofiltern oder chemischen Abluftreinigungsanlagen diskutiert und zum Teil in der Parteistellung gefordert. Dass derartige technische Anlagen durchaus emissionsmindernde Wirkungen aufweisen ist ausreichend untersucht und nachgewiesen. Diese Filteranlagen gelten trotz ungleich größeren Betriebsstrukturen auf Grund der Errichtungs- und Betriebskosten als „Nicht dem Stand der Technik entsprechend“. Ein entscheidender und aus Sicht der Landwirtschaft unakzeptabler Nachteil ist, dass mit derartigen Anlagen, trotz hoher Bau- und Betriebskosten, keine Verbesserungen in den Stallungen erzielt werden. Stallklima ist aber immer auch Arbeitsklima.

Somit ist jenen Techniken der Vorzug zu geben, die bereits im Tierbereich emissionsmindernd wirken, damit auch für die Umwelt um die Stallungen eine Verbesserung der Immissionssituation erzielt wird und unterstreicht den ganzheitlichen Ansatz. Im folgenden Bericht wurde in Kooperation mit der Veterinärmedizinischen Universität Wien, der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt (HBLFA) und Landwirtschaftlichen Forschungszentrum (LFZ) Raumberg – Gumpenstein und der Firma Fr. Buchrucker Laboratorium eine neu entwickelte Technik untersucht, die den Mehrfachnutzen für die Landwirtschaft und die Umwelt herbeiführen soll. Neben der Geruchsreduktion soll mit der Versprühung einer Kombination aus Wasser und flüssigen Aerosolen eine Staubreduktion und zusätzlich die Möglichkeit zur Kühlung der Abteile möglich sein. Der Mehrfachnutzen soll sich aus einer verbesserten Tiergesundheit durch eine Keim-, Fremdgas- und Staubreduktion im Stall, einer wirtschaftlichen Verbesserung durch Steigerung der täglichen Körpermassen-Zunahmen bei hohen Stalltemperaturen und einer Geruchsreduktion mit Anerkennung als Immissionsminderungsmaßnahme im Baugenehmigungsverfahren ergeben.

Der folgende Bericht soll Aufschluss über die angesprochenen Potentiale samt Beschreibung und Wirkung der entwickelten Technik geben.

### **1.1. Luftbestandteile - Gesundheitsbelastungen**

In Folge mangelhafter Frischluftzufuhr und/oder -verteilung im Stall werden gesundheitliche Belastungen sowie Schäden bei Nutztieren 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 in höheren Konzentrationen beim Aufrühren der Gülle, und Kohlenmonoxid wird bei fehlerhafter Einstellung von Gasstrahlern gebildet.

Außer den chemisch nachweisbaren Luftbestandteilen ist in der Stallluft Staub, der aus Hautabschilferungen, Einstreu-, Futter- und Kotpartikeln besteht, vorhanden. Weiters befinden sich in der Stallluft, schwebend an Wassertröpfchen gebunden, Bakterien, Pilzsporen und Viren, die sich im Stall verteilen und sowohl vom Stallpersonal als auch von den Tieren eingeatmet bzw. mit dem Futter aufgenommen werden.

#### **1.1.1. Ammoniak (NH<sub>3</sub>)**

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

Die Schwelle der Geruchswahrnehmung für Ammoniak liegt zwischen 0,02 und 0,5 ppm, wobei Reizerscheinungen an Lidbindehäuten und Schleimhäuten des vorderen Atemtraktes bei Konzentrationen von 30 - 50 ppm (0,003 - 0,005 Vol.%) auftreten. Außerdem werden bei diesen Ammoniakkonzentrationen Leistungsminderung, Kannibalismus und erhöhte Anfälligkeit für Atemwegsinfektionen auf Grund der Zilienlähmung verursacht.

#### **1.1.2. Umweltbelastung durch Abluft von Schweineställen**

In der Umgebung von Schweineställen mit Intensivtierhaltung kommt es zu einer erheblichen Umweltbelastung in Folge der Abluft und somit zur Geruchsbelästigung für Anrainer. Im Rahmen der Raumplanung sollten für Stallneubauten sogenannte Mindestabstände zum Wohngebiet, die von der Tierzahl und einer Bewertungsskala des Haltungsverfahrens abhängig sind, eingehalten werden. In der Regel ist eine Entfernung von 500 m ausreichend. In den für Österreich typischen Landwirtschaftszonen der Raumordnung, Freiland – Grünland und Dorfgebiet, sind allerdings weitaus geringere Entfernungen vorzufinden. Bei Witterungsbedingungen mit langsamer oder gar keiner Luftbewegung sowie Inversionswetterlage ist der typische bzw. spezifische Schweinestallgeruch auch aus weiterer Entfernung (z. B. auf Autobahnen) eindeutig wahrnehmbar. Die Verbreitung von geruchsintensiv wirkenden organischen Verbindungen erfolgt vor allem durch Bindung an feinsten Staub und Tröpfchen (Aerosolen). Daher besteht auch zwischen benachbarten Schweinebeständen ein sehr hohes Risiko der Übertragung von Krankheitserregern (Bakterien, Viren, Pilzsporen). Ammoniak kann in der unmittelbaren Umgebung von Schweineställen sowie offenen Güllelagern (Lagunen) Pflanzen, insbesondere Nadelbäume, sichtbar schädigen. Wird Schweinegülle mit Druckfässern auf Weideflächen verregnet oder ausgebracht, stellt dies nicht nur eine außerordentlich starke Geruchsbelästigung dar, sondern auch ein enormes Infektionsrisiko für nahe gelegene

Schweinebestände. Die Ammoniakemission durch intensive Schweinehaltung ist derzeit ein vielseitig diskutiertes Umweltproblem.

Von Staub, Mikroorganismen und Fremdgasen können am Einwirkungsort (Immissionsort) verschiedene Gefährdungen für Lebewesen und/oder Gegenstände ausgehen. Hinlänglich ist bekannt, dass Anrainer durch Intensivtierhaltung in ihrer Gesundheit unterschiedlichen Grades beeinträchtigt werden können (MÖHLE, 1998; NOWAK, 1998). Eine wesentliche Rolle spielen dabei die mechanische Schädigungen des Staubes auf die Schleimhäute des Atemtraktes sowie Allergien auslösende Wirkungen der Staubpartikel und Infektionen durch luftgetragene Mikroorganismen. Ebenso spielen Bakterienbruchstücke (Endotoxine) und Stoffwechselprodukte eine gesundheitsrelevante Rolle (ZUCKER u. MÜLLER, 1997; HARTUNG, 1998; HARTUNG et al., 1998). Diese sind in der Regel, wie auch noch vermehrungsfähige Bakterien, an Staubpartikel gebunden.

Als Quelle der Mikroorganismen in der Stallluft gelten vor allem die Tiere. Der Eintrag in die Stallluft erfolgt direkt oder indirekt über Austauschflächen wie Tieroberflächen bzw. Grenzflächen des Stalles (CHAI, 1998). Die in der Stallluft vorkommenden Keime sind zu einem hohen Anteil an Stäube gebunden und verhalten sich aerodynamisch wie Partikel in einer Größe von  $< 4 \mu\text{m}$  (MÜLLER et al., 1977). Während von der Tieroberfläche und über den Atemtrakt überwiegend Staphylokokken und Streptokokken in die Stallluft abgegeben werden, gelangen über Futter und verkotete Einstreu hauptsächlich Sporenbildner und coliforme Keime in die Stallluft. Die mittlere Verweildauer in der Luft wird mit etwa 15 min. angegeben (JUNGE, 1952; HILBIG, 1972; WOIWODE, 1976). Aus der Stallluft werden die Keime vorwiegend mit der Abluft entfernt, aber auch durch Sedimentationsvorgänge.

### **1.1.3. Wirtschaftliche Bedeutung der Atemwegserkrankungen**

Mit der Intensivierung der Schweineproduktion hat die Häufigkeit der Respirationskrankheiten zugenommen. Dies lässt sich sowohl durch klinische Erscheinungen (Husten, Niesen, Nasen-, Augenausfluss, pumpende Atmung, Schweratmigkeit, erhöhte Atemfrequenz, sitzende Körperhaltung, erhöhte Todesrate) bei Schweinen in Mastbetrieben als auch durch Schlachtfunde der Lungen eindeutig nachweisen. Der allgemeine Gesundheitszustand der betroffenen Tiere ist vermindert und die Anfälligkeit gegenüber Krankheitserregern auf Grund der geschwächten Immunität erhöht. **Die hohen ökonomischen Verluste werden durch verminderte tägliche Körpermassezunahmen, erhöhten Futteraufwand, hohe Medikationskosten und verlängerte Mastdauer und damit weniger Mastdurchgänge pro Jahr, verursacht** (STEINWIDDER, 1999).

Weiters sei festgestellt, dass der gezielte Einsatz von Impfstoffen und/oder Medikamenten nach Erstellung einer kausalen Diagnose zu einer deutlichen Reduzierung des Infektionsdruckes sowie der Ausscheidung von Krankheitserregern und einhergehender Verbesserung des Gesundheitsstatus der Nutztiere führt. Diese Wirkungen werden durch die zusätzliche Anwendung von Des-Aerosol auf Grund dessen geruchsverbessernden, keim- und schadgasreduzierenden sowie staubbindenden Eigenschaften der Stallluft weiter optimiert. Der Einsatz führt zu einer wesentlichen Verminderung des Krankheitsrisikos für das Personal von Nutztierbeständen und der Tiere.

### 1.1.4. Hitzestress

Bei zu hohen Stalltemperaturen werden verringerte Futteraufnahme, Leistungseinbußen in Folge intensiver Atmung, Fruchtbarkeitsstörungen sowie im Extremfall Hitzschlag bei Schweinen beobachtet (PLONAIT, 2001).

## 1.2. Zukünftige Entwicklung und Trends

Neben den nationalen Erkenntnissen zeichnen sich in der EU bzw. weltweit Trends und Marktentwicklungen ab, die für die Versuchsüberlegungen maßgeblichen Einfluss haben. Neben Gesundheits- und Umweltaspekten spielt auch die Produktivität der Nutztiere eine wesentliche Rolle in der zukünftigen Marktgestaltung.

### 1.2.1. Marktentwicklungen

Die EU Kommission hat in ihrem Ausblick im Zeitraum von 2007-2014 für den gesamten Fleisch- und Milchmarkt ansteigende Produktion als auch erhöhten Konsum prognostiziert. Diese Daten stimmen auch mit den weltweiten Daten der FAO überein.<sup>1</sup>

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Produktionsentwicklung von Schweinefleisch in den letzten 12 Jahren. Zukünftig wird sich die Situation in der EU so gestalten, dass sich die Betriebe weiter konzentrieren und einen höheren Produktionsausstoß erreichen.

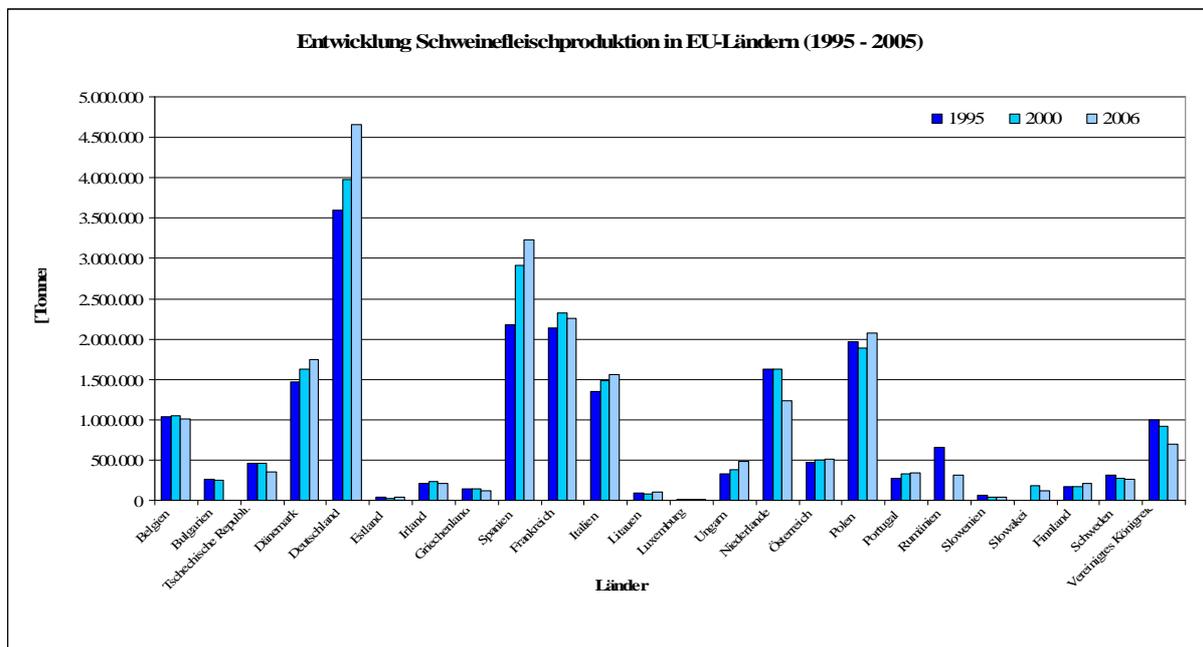


Abbildung 1: Schweinefleischerzeugung in der EU 2000 u. 2006 in Tonnen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> URL: [http://ec.europa.eu/agriculture/publi/caprep/prospects2007a/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/publi/caprep/prospects2007a/index_en.htm) [03.10.2007]

<sup>2</sup> URL:

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?\\_pageid=1996.39140985&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL&screen=detailref&language=de&product=Yearlies\\_new\\_agriculture&root=Yearlies\\_new\\_agriculture/E/E1/E12/eda31504](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1996.39140985&_dad=portal&_schema=PORTAL&screen=detailref&language=de&product=Yearlies_new_agriculture&root=Yearlies_new_agriculture/E/E1/E12/eda31504) [03.10.2007]

Außerhalb der EU gibt es Länder, deren Produktionssteigerungen der landwirtschaftlichen Produkte ebenfalls äußerst dynamisch verlaufen. Die Abbildung der FAO zeigt dies für die letzten Jahre auf. Dieser Trend wird sich weiter fortsetzen.

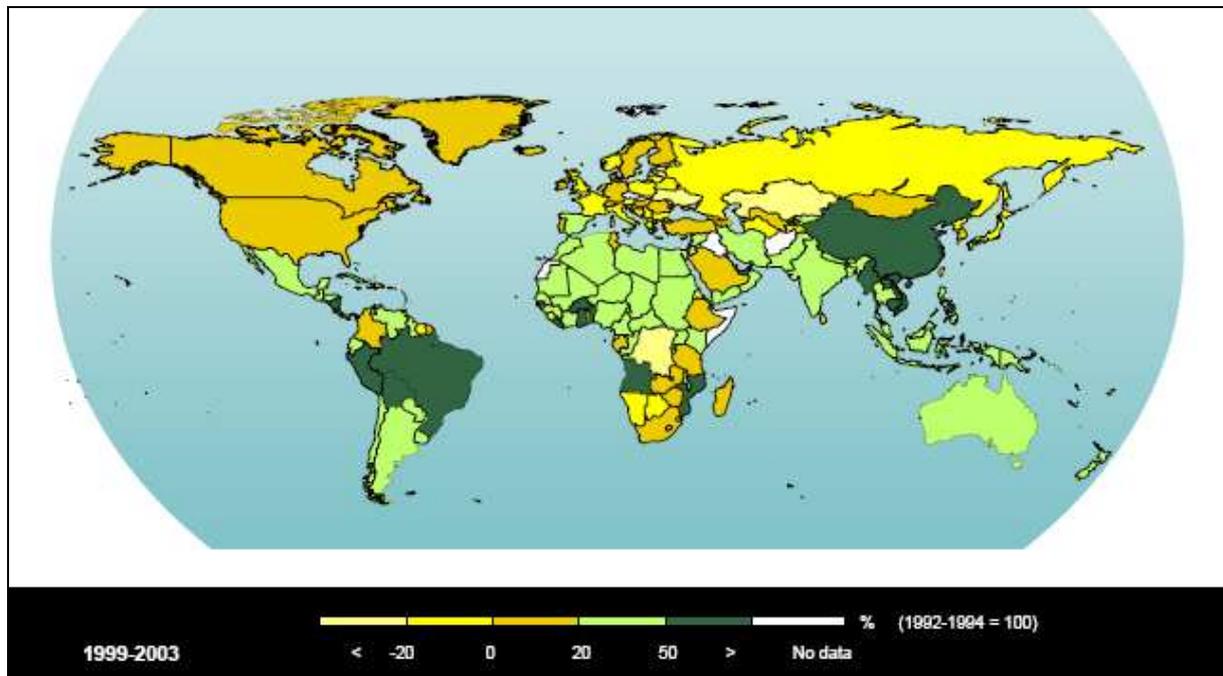


Abbildung 2: Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktion<sup>3</sup>

Die FAO prognostiziert in ihrem Diskussionspapier aus dem Jahr 1999, wie sich die Nachfrage und die Produktion je Region im weltweiten Vergleich entwickeln werden. Hierfür sind die relevanten Tabellen herangezogen worden.

Tabelle 1: Entwicklung bei Fleisch- und Milchkonsum, 1993-2020 (DELGADO et al., 1999)

Region	Jährliches Wachstum des Gesamtverbrauches (1993-2020)		Gesamtverbrauch im Jahr 2020		Pro Kopf Verbrauch im Jahr 2020	
	Fleisch	Milch	Fleisch	Milch	Fleisch	Milch
	[ % ]		[Mio. t]		[kg]	
China	3,0	2,8	85	17	60	12
Andere ostasiat. Länder	2,4	1,7	8	2	67	20
Indien	2,9	4,3	8	160	6	125
Andere südasiat. Länder	3,2	3,4	5	41	10	82
Südostasien	3,0	2,7	16	11	24	16
Lateinamerika	2,3	1,9	39	77	59	117
Westasiat. Länder und Nordafrika (WANA)	2,8	3,0	15	51	24	80
Länder südl. der Sahara	3,5	3,8	12	31	11	30

<sup>3</sup> URL: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> [03.10.2007]

Entwicklungsländer	2,8	3,3	188	391	30	62
Industrienationen	0,6	0,2	115	263	83	189
Gesamte Welt	1,8	1,7	303	654	39	85

**Tabelle 2: Entwicklung bei Fleisch- und Milchproduktion, 1993-2020 (DELGADO et al., 1999)**

Region	Jährliches Wachstum der Gesamtproduktion (1993-2020)		Gesamtproduktion im Jahr 2020		Pro Kopf Produktion im Jahr 2020	
	Fleisch	Milch	Fleisch	Milch	Fleisch	Milch
	[ % ]		[Mio. t]		[kg]	
China	2,9	3,2	86	19	60	13
Andere ostasiat. Länder	2,4	3,9	7	3	55	29
Indien	2,8	1,6	8	172	6	135
Andere südasiat. Länder	3,6	3,1	4	46	9	92
Südostasien	3,1	2,9	16	3	25	5
Lateinamerika	2,2	2,0	39	77	59	121
Westasiat. Länder und Nordafrika (WANA)	2,5	2,6	11	46	18	72
Länder südl. der Sahara	3,4	4,0	11	31	10	30
Entwicklungsländer	2,7	3,2	183	401	29	63
Industrienationen	0,7	0,4	121	371	87	267
Gesamte Welt	1,8	1,6	303	772	39	100

### 1.2.2. Resümee der Marktentwicklung auf die Versuchsanstellung

Durch die dynamische Entwicklung der Produktions- bzw. Konsummengen wird mit einer vermehrten Konzentration der Produktion an bestehenden und neuen Standorten gerechnet. Die bereits im nationalen Umfeld bekannten Probleme werden sich dadurch massiv verstärken und zu einer Sensibilisierung der durch die Auswirkungen der Intensivtierhaltung direkt wie auch indirekt betroffenen Menschen führen. Hierfür stehen unsere pro-aktiven Überlegungen der Zielsetzungen des Versuches, die unterschiedlichen Zwecken dienen. Somit werden bereits heute Lösungsalternativen entwickelt, die morgen benötigt werden!

## **2. Material und Methode**

### **2.1. Versuchsablauf**

Der Versuch wurde in zwei Teilen durchgeführt. Die Vorversuche dienten der Entwicklung der technischen Anlage, der Festlegung der Größenordnungen sowie der Findung der ersten Messergebnisse. Im Hauptversuch wurden die maßgeblichen Ergebnisse unter betriebsgewöhnlicher Benutzung des Stalles wie des installierten Prototyps geliefert. Die Vorversuche wurden in 2 Mastdurchgängen im Zeitraum von November 2006 bis Mitte Mai 2007 und der Hauptversuch von Mai 2007 bis August 2007 durchgeführt. Im Anschluss erfolgte die Datenauswertung, Dokumentation und Berichtslegung.

Die Versuchsziele bestanden aus der Untersuchung folgender Effekte:

- Geruchs- und Fremdgasreduktion
- Keim- und Staubreduktion
- Temperatursenkung
- Feuchtigkeitsregulation

Die Versuchsanlage wird am Versuchsbetrieb als Prototyp in einer Nachrüstlösung in den bestehenden Mastschweinstall eingebaut. Die geplante Produktkonzeption sieht vor, dass zwei Varianten der Des-Aerosol-Anlage, d.h. Einbau bei Neubauten als auch eine Nachrüstlösung für bestehende Stallungen, am Markt angeboten werden.

### **2.2. Versuchsbetrieb**

Als Versuchsbetrieb diente der Schweinemastbetrieb von Herrn Albert Muckenhuber, Niederndorf 20, 4713 Gallspach (Oberösterreich). Die Durchführung des Versuchs erfolgte unter bestandsüblichen Praxisbedingungen sowie laufender Aufsicht des LFZ Raumberg-Gumpenstein (Eduard Zentner) und der Veterinärmedizinischen Universität Wien (Prof. Dr. Maximilian Schuh).

#### **Technische Ausstattung**

Bei der Versuchsstallung handelt es sich um einen Mastschweinstall, bestehend aus 4 Abteilen (Kammern) mit insgesamt 280 Plätzen, wobei 3 Abteile idente Abmessungen aufweisen.

Alle für die Untersuchungen maßgeblichen Abteile am Versuchsbetrieb Muckenhuber wurden von der Abteilung Stallklimatechnik und Nutztierschutz des LFZ Raumberg-Gumpenstein auf etwaige Mängel hinsichtlich des Lüftungssystems und der Lüftungssteuerung überprüft und, sofern nötig, auf den Stand der Technik gebracht.

#### **2.2.1. Betriebsmanagement**

Der Mastbetrieb betreibt abteilweises Rein-Raus-System. Während des gesamten Mastdurchganges erfolgt eine ad libitum Fütterung mittels Flüssigfütterung (2-Phasenfütterung) mit täglich dreimaliger Verabreichung. Die Mastdauer wird in zwei Phasen geteilt (Wachstumsfütterung). Die Kontrolle der Futterakzeptanz wird im Rahmen von Kontrollgängen und bei Bedarf täglich bzw. öfter an die Tiergewichte angepasst.

Der Betrieb ist Mitglied des oberösterreichischen Tiergesundheitsdienstes. Im Rahmen der Diagnostik werden entsprechende Probenmaterialien (Blut- und Organproben) vom Betreuungstierarzt Herrn Dr. Leibetseder an die AGES Linz zur Untersuchung übermittelt.

### **2.2.2. Tiere**

Die Versuchstiere waren Ö-HYB-Ferkel (Rasse/Kreuzung: ES x LR → F<sub>1</sub> x Pi) und wurden von Schweinezüchtern des VLV Wels geliefert. Für den Hauptversuch wurden für die 3 Versuchskammern insgesamt 240 Ferkel von 11 Lieferanten aus dem Umkreis von ca. 25 km eingestellt. Die Einstallgewichte lagen bei ca. 30 kg. Im Hauptversuch wurden die Tiere beim Einstallen gewogen. Als Zielgewicht der Mastschweine war ein Mastendgewicht von ca. 110 kg vorgesehen.

### **2.2.3. Futtergrundlage**

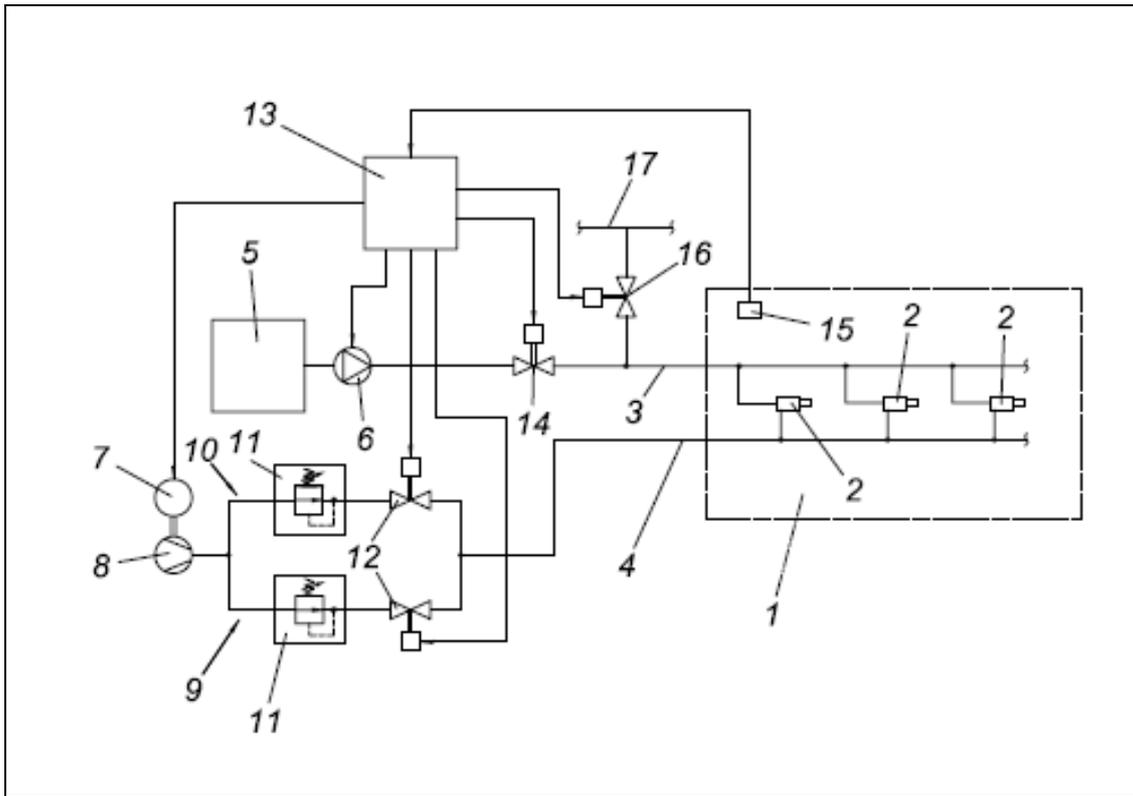
Die Futtermittel, die in der Schweinemast am Versuchsbetrieb eingesetzt werden, bestehen aus Mais (CCM), Gerste und Weizen (beides geschrotet). Zugekauft werden Sojaschrot (GMO frei) sowie Mineralstoffergänzer von der Fa. Garant, Pöchlarn. Zur Futterbreiherstellung wird das am Betrieb verfügbare Brunnenwasser (mit 19- °dH – hartes Wasser), im Winterbetrieb vorgewärmt, verwendet.

## **2.3. Versuchsanlage**

Die Konzeption der Des-Aerosol-Anlage wurde gemäß den gesetzten technischen Zielen aufgebaut. Diese sind:

- Zerstäubung von Flüssigkeiten mit einer Tröpfchengröße von < 20µm als schwebendes Aerosol bzw. mit etwas größeren Tröpfchen als bodenbedeckender Nebel zum Einweichen von Stallungen
- Betriebsarbeitsdruck unter 5 bar
- einfache Handhabung und Installation
- vollautomatische Regelung unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeit im Stall
- wartungsfreie Anlage mit Standzeiten über 1 Jahr
- Installation in Neubau oder in bestehende Stallung (Nachrüstmöglichkeit)

### 2.3.1. Systemaufbau



Nr.	Bezeichnung
1	Raum
2	Zerstäuberdüsen
3	Wirkstoffleitung (Des-Aerosol-Einsatzlösung)
4	Druckgasleitung (Luft)
5	Vorratsbehälter
6	Pumpe (Hauswasserwerk)
7	Motor
8	Verdichter
9	Verzweigung in unterschiedliche Druckgasleitungen
10	Verzweigung in unterschiedliche Wirkstoffleitungen
11	Druckregelung von Druckgasleitung
12	Schaltventil
13	Steuereinrichtung
14	Schaltventil
15	Fühler (für Temperatur und Feuchtigkeit)
16	Schaltventil
17	Hauswasseranschluss

**Abbildung 3: Funktionsskizze Des-Aerosolanlage gemäß Patent**

## 2.3.2. Technische Kernkomponenten

### 2.3.2.1. Betriebsarten des Prototyps (Steuerung)

Die Steuerung der einzelnen Kammern erfolgt jeweils separat. Hierfür ist ein kombinierter Temperatur- und Feuchtesensor eingebaut. Die Betriebsarten sind Des-Aerosol, Einstallen sowie Einweichen. Über Knopfdruck wird die jeweilige Betriebsart gestartet.

1. **Des-Aerosol/Kühlung:** Diese Betriebsart kann über wählbare Zeitabschnitte (im Versuch alle 15 min.) in Abhängigkeit eines Sollparameters (legt die Sprühdauer fest, im Versuch meist 12 sek.) unter Beachtung von Grenzwerten (Maximalfeuchtigkeit bzw. Mindesttemperatur, welche frei wählbar ist, im Versuch max. 80% u. mind. 23 °C) betrieben werden. Weiters wird durch einen elektronischen Drucksensor der Medien- druck für die Luft überprüft, damit die Nebelerzeugung sicher gestellt ist. Die Küh- lung kann optional ab einer bestimmten Mindesttemperatur im Stall (frei wählbar) ak- tiviert werden. Geregelt wird die Kühlung über eine Zieltemperatur (wählbar) unter Beachtung einer Maximalfeuchtigkeit (wählbar) in der automatischen Steuerung.
2. **Einstallen:** Diese Betriebsart ist dazu gedacht, dass neu eingestellte Ferkel sich an die neue Umgebung und das Klima gewöhnen und erst nach 48 Stunden (frei wählbar) die Kühlung bzw. das Des-Aerosol erhalten. Die Betriebsart wird automatisch nach Ab- lauf der Zeit gestartet.
3. **Einweichen:** Hier läuft die Anlage auf Dauerbetrieb und sämtliche Kontrollmecha- nismen (Maximalfeuchte, Mindesttemperatur oder Mindestluftdruck in der Medienlei- tung) sind nicht aktiviert. Diese Betriebsart wird nur benutzt, wenn kein Tierbesatz im Stall ist und zum Schutz der Porendecke die Lüftung auf ca. 40 – 50 % Auslastung läuft. Zur Erhöhung des Wasserdurchsatzes an der Düse wird der Flüssigkeitsdruck von ca. 3,5 bar auf ca. 1 bar reduziert – dies sind die optimalen Betriebsparameter für die Einweichanlage vor der Stallreinigung. Natürlich kann vor dem Neueinstallen der Tiere die Anlage auch zum Ausbringen von Desinfektionsmitteln genutzt werden. In diesem Fall darf sich kein Tier im Stall befinden. In konkreten Versuch war dies nicht der Bestandteil der Fragestellung, da dies nicht dem üblichen Stallmanagement ent- sprach.

### 2.3.3. Eingesetzte Flüssigkeiten

Die Wirkstoffkombination des Konzentrates von Des-Aerosol besteht aus ätherischen Ölen (Eucalyptus), einem Solibilisierungsmittel (Emulgator) und dem aktiven Wirkstoff (mehrwertiger Alkohol). Das Konzentrat ist vollständig wasserlöslich. Die wesentlichen und wichtig- sten zu berücksichtigenden Kriterien sind, dass die Einsatzlösung hinsichtlich Gesundheitsge- fährdung von Mensch und Tier völlig unbedenklich ist sowie eine Rückstandsfreiheit garan- tiert werden kann (FALBE 1992; FORTH et al., 1983; WIRTH u. GLOXHUBER, 1981; WALLHÄUSSER, 1984; MÜLLER, 1950). In der nachfolgenden Aufzählung sind die Wir- kungsweisen der einzelnen Komponenten sowie deren Verträglichkeit aufgelistet.

### 2.3.4. Erklärung der Wirkungsweise von Des-Aerosol

Die Realisierung der geplanten technischen Ziele der Anlage können durch physikalische und chemische Wirkungsprinzipien beschrieben werden. Um diese Einzelziele zu erreichen, gilt

als Voraussetzung, dass die Tröpfchengröße nach Vorgabe ( $< 20 \mu\text{m}$ ) auch tatsächlich erreicht wird. D.h. durch die hohe Austrittsgeschwindigkeit und die geringe Flüssigkeitsmenge wird ein feiner Nebel – ein schwebendes Aerosol erzeugt. Bei Druckabsenkung der Luftleitung werden größere Tropfen erzeugt, die schneller zu Boden fallen und den Boden benetzen.

### **Geruch**

Staubpartikel sind die Hauptträger des Geruches sowie gesundheitsgefährdender Materialien (u.a. pathogene Bakterien, Viren, Endotoxine und andere organische Substanzen, darunter fallen abgestorbene Hautteile der Mastschweine, getrockneter Kot, trockene Teile des Futters). Durch die Tieraktivität (u. a. ausgelöst durch Fütterung, Unruhe u. Ä.) kommt es zu einer erhöhten Staubbelastung in der Stallatmosphäre. Damit es zu einer Reaktion und somit zu einer Reduktion des Geruches kommt, wird das schwebende Aerosol ausgebracht. Die geruchstragenden Partikel werden als Reaktion durch das schwebende Aerosol umschlossen. Aufgrund des zugenommenen Gewichts sinken die geruchstragenden Partikel ab und werden durch Adhäsion am Boden festgehalten (PEDERSEN, 2000).

Als zweite Komponente wirkt das ätherische Öl, welches eine desodorierende Wirkung aufweist und der Abluft bereits im Stallraum eine angenehme und frische Duftnote verleiht.

### **Fremdgase**

Die Belastungen von Fremdgasen in der Tierhaltung umfassen hauptsächlich Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ) und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) (LEHNINGER, 2001). Speziell die Ammoniakbelastung stellt in und um Schweinestallungen ein wesentliches Problem dar. Neben den Luftreinholdungsforderungen aus den gesetzlichen Bestimmungen, die dzt. noch auf nationaler Ebene bestimmt werden, wird die Reduktionsforderung von bestimmten Fremdgasen, in diesem Fall Ammoniak, immer restriktiver.

Die Wirkungsweise der Reduktion wird durch folgenden chemisch-physikalischen Vorgang beschrieben: die  $\text{NH}_3$ -Belastung in gasförmiger Form, welche mittels Schadgasmessgeräten messbar ist, wird mit dem schwebenden Aerosol beaufschlagt. In Folge der hohen Löslichkeit von  $\text{NH}_3$  in Wasser (DICKERSON et al., 1988), aber speziell auch in Alkohol (FALBE, 1992), kommt es zur Absorption (Prinzip der chemischen Nasswäsche). Weiters ist zu beachten, dass durch den höheren Siedepunkt von Alkoholen die Löslichkeit effektiver umgesetzt wird als vergleichsweise bei Wasser. Da das schwebende Aerosol mit der Zeit durch den Luftstrom, ausgelöst durch die Zwangsluftführung und Gewichtszunahme der Partikel, zu Boden sinkt, wird der gasförmige Ammoniak ausgewaschen und in den flüssigen Zustand übergeführt.

### **Keime**

Bei den Aerosolen handelt es sich um eine ganz bestimmte Gruppe von Kolloiden, die in ganz feiner Verteilung als feste oder flüssige Substanzen hauptsächlich in der Luft vorzufinden sind. Aerosole entstehen in erster Linie durch Zerstäubung oder durch Verdampfung. Der sich bildende Nebel wird durch Luftbewegung in einem Schwebezustand gehalten. Die Anwendung von chemischen Substanzen zur „Luftdesinfektion“ in Form von Aerosol führt zu einer Keimzahlreduzierung, man kann jedoch nicht von einer tatsächlichen Desinfektion sprechen. Dieser Anwendungsform kommt primär der Wert einer expositionsprophylaktischen Maßnahme zu. Bei einem natürlichen Luftwechsel ist daher eine ständige Zuführung des Präparates notwendig, um dem Konzentrationsabfall entgegenzuwirken.

Zur Anwendung von Aerosolen in der Tierhaltung wurden bereits vor rund 30 Jahren Versuche in Großstallungen ehemaliger ostdeutscher Bundesländer durchgeführt (HORN et al., 1973). In diesen Beständen haben die in der Stallluft schwebenden Mikroorganismen große Bedeutung. Eine Reihe von Untersuchungen belegt die gute Wirkung in Stallungen, insbesondere beim Einsatz von mehrwertigen Alkoholen als vernebeltes Aerosol (BOCHENIN, 1975, POLJAKOV et al., 1975). Dabei wurde nachgewiesen, dass zu Beginn der Aerosol-Ausbringung die Keimzahl der Raumluft stärker reduziert wird, als zum Ende des Versuches (LAMMERS, 1951/52). Ganz allgemein geht man aber von einer Einwirkungszeit von mindestens 30 min. aus (WEUFFEN et al., 1970). Beim Vernebeln eines Präparates werden die erforderlichen Konzentrationen in der Raumluft schneller erreicht und dadurch tritt der gewünschte Effekt rascher ein (KLIWE 1948, 1950; KLIWE u. WASIELEWSKI, 1951, 1953).

### **Staub**

Die Zielsetzung der Staubreduzierung wurde als wesentliches Kriterium fixiert. Die Betrachtung der Staub- bzw. Feinstaubbelastung wird in dieser Versuchsanstellung aus zwei diametral unterschiedlichen Anforderungssichtweisen betrachtet. Einerseits soll der Arbeits- und Produktionsplatz aus ergonomischen und gesundheitstechnischen Überlegungen für Mensch und Tier (Innensicht) optimiert werden, andererseits stellt sich die Frage, wie die Belastungen der Immissionen hinsichtlich Dritter (Außensicht) verringert werden können.

Zentraler Ansatz zur Staubminderung war, dass bereits am Entstehungsort der Emission (d.h. in den Stallungen) die Reduktionsmaßnahmen installiert werden. Der Lösungsansatz ist dadurch gekennzeichnet, dass die Staubbelastung hauptsächlich durch den Feuchtigkeitseintrag (Kombination Öl und Wasser) verringert werden kann. Die Zusammensetzung der Des-Aerosolkomponenten erhöht die Staubbindung massiv. Dies wird durch ein vollständiges Umschließen des Staubpartikels durch die ölige Komponente gewährleistet.

Anschließend erfolgt durch Adhäsion eine Bindung der Staubpartikel an den Oberflächen (Aufstallung, Boden oder Tier) bzw. ein Austrag ins Freie durch die verschiedenen Lüftungssysteme (PEDERSEN, 2000). Ein neuerliches „Aufwirbeln“ der Staubpartikel wird dadurch verhindert.

### **Kühlung**

Das Wasser wird mit einem gewissen Druck (ca. 3 bar) durch die Zweistoffdüsen geleitet und mit Druckluftunterstützung beschleunigt und somit sehr fein zerstäubt (Tröpfchengröße unter 20 µm). Dadurch wird das Wasser sofort in den dampfförmigen Aggregatzustand übergeführt. Die für die Verdunstung notwendige Wärmeenergie wird der Stallluft entzogen. Dieser Vorgang wird adiabatische Kühlung genannt.

### **Einweichen**

Durch den permanenten Feuchtigkeitseintrag der Einweichfunktion werden die eingetrockneten Verunreinigungen (z.B. Kot oder Futterreste) aufgeweicht. In der Folge wird die Grundreinigung des Stalles mittels Hochdruckreiniger beschleunigt, da sich diese eingetrockneten Feststoffe schneller von den Oberflächen lösen. Durch den feinen Nebel bzw. die kleinen Tröpfchen wird der Wasserverbrauch niedrig gehalten, was sich hinsichtlich des Anfalls des Reinigungswassers im Güllelager wirtschaftlich positiv auswirkt.

## **2.4. Messtechnik**

### **2.4.1. Temperatur- und Feuchtigkeitsmessung**

Außen, sowie in jedem der drei Abteile (Versuch, Kontrolle, Kühlung) wurden die Temperaturen und rel. Luftfeuchtigkeiten kontinuierlich mit Kombifühlern gemessen. Diese 15-minütig erhobenen Werte wurden von einem Mikromec multisens-Datenlogger gespeichert und zur weiteren Verarbeitung ins EDV-Netz übertragen.

### **2.4.2. Schadgasmessgerät**

Die Schad- und Fremdgase wie Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) - soweit vorhanden - wurden kontinuierlich mit einem tragbaren elektronischen Gerät der Baugruppe X-am 7000, Fa. Dräger Sicherheitstechnik, bestimmt.

Die Fremd- und Schadgasgehalte wurden mit dem Ziel gemessen, eine auftretende, durch den Einsatz einer Kühlanlage („Schweinedusche“) bzw. die Zugabe von Des-Aerosol verursachte Minderung der Ammoniak- und Kohlendioxid-Konzentration zu überprüfen. Weiters wurde die Einhaltung optimaler Luftqualitäten (Empfehlung von max. 20 ppm NH<sub>3</sub> bzw. 2000 ppm CO<sub>2</sub>) in den drei Versuchsräumen kontrolliert und bei Auftreten von Extrembedingungen die Maximalwerte festgehalten.

### **2.4.3. Oberflächentemperatur**

Für die Messung der Hautoberflächentemperaturen bzw. zur Feststellung der Temperaturabsenkung am Tier ist eine Infrarot-Wärmebildkamera zum Einsatz gekommen. Das Gerät der Firma Flir (Type ThermoCam P60) verfügt über eine Wärmebild- und Tageslichtkamera. Die Messdatenaufzeichnung kann einerseits am eingebauten Display abgelesen bzw. als .jpg-Dateiformat auf einen PC übertragen werden.

Die 2 Messbereiche reichen von -40 bis 120°C sowie 0 bis 500°C. Die Messgenauigkeit beträgt  $\pm 2$  %. Die Kamera besitzt eine „Auto-Spot-Funktion“, wobei in einem definierten Messbereich der wärmste und der kälteste Messpunkt gemessen werden. Ebenso können Durchschnitts-, Minimal- und Maximaltemperaturwerte festgehalten werden.

### **2.4.4. Olfaktometrie**

Die Olfaktometrie ist ein langjährig praktiziertes Messverfahren zur Bestimmung von Geruchsstoffkonzentrationen. Geräte, Verfahren und Richtlinien für olfaktorische Messungen wurden in dieser Zeit weiterentwickelt und verbessert. 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.

Für die Messung bzw. Bewertung der Geruchsemissionen wurden folgende Probenahmepunkte gewählt:

**Tabelle 3: Probenahmepunkte und -zeiten**

<b>Abteil</b>		<b>Zeitpunkt</b>	<b>Zeitpunkt</b>
<i>Versuch</i>	Tierbereich	2 min. vor Versprühen	2 min. nach Versprühen
	Abluftkamin	2 min. vor Versprühen	2 min. nach Versprühen
<i>Kontrolle</i>	Tierbereich	beliebig	
	Abluftkamin	beliebig	
<i>Kühlung</i>	Tierbereich	2 min. vor Versprühen	2 min. nach Versprühen
	Abluftkamin		2 min. nach Versprühen

Mit Hilfe eines Unterdruck-Probenahmegerätes wurden Nalophan-Beutel mit Abluft für die Weiterverwendung als Geruchsproben befüllt. Je Probenahmeort wurden 2-4 Proben für das Olfaktometer TO 8 gezogen. Bis zur Konzentrationsanalyse am Olfaktometer TO8 der Abteilung für Stallklimattechnik und Nutztierschutz am nächsten Vormittag (ca. 8:00 Uhr) wurden die Probenbeutel dunkel gelagert. Innerhalb von 24 Stunden ist die Lagerfähigkeit von Geruchsproben bei den meisten Anwendungsbereichen ohne Veränderung der Geruchsstoffkonzentration gewährleistet.

### **Geruchsschwellenmessung**

Als Messmethode wurde die Geruchsschwellenmessung (Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration) ausgewählt. Die Ergebnisse der Geruchsstoffkonzentrationsmessungen werden in GE/m<sup>3</sup> (Geruchseinheiten pro Kubikmeter) mit allen dazugehörigen statistischen Werten angegeben.

### **Hedonikmessung**

Die Hedonik wurde in Anlehnung an VDI 3882 (Teil 2) über eine neunstufige Skala ermittelt, bei der -4 die Einschätzung „äußerst unangenehm“ und +4 die Einschätzung „äußerst angenehm“ durch die Probanden charakterisiert.

### **Elektronische Nase**

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

## **2.4.5. Vorversuch 2002**

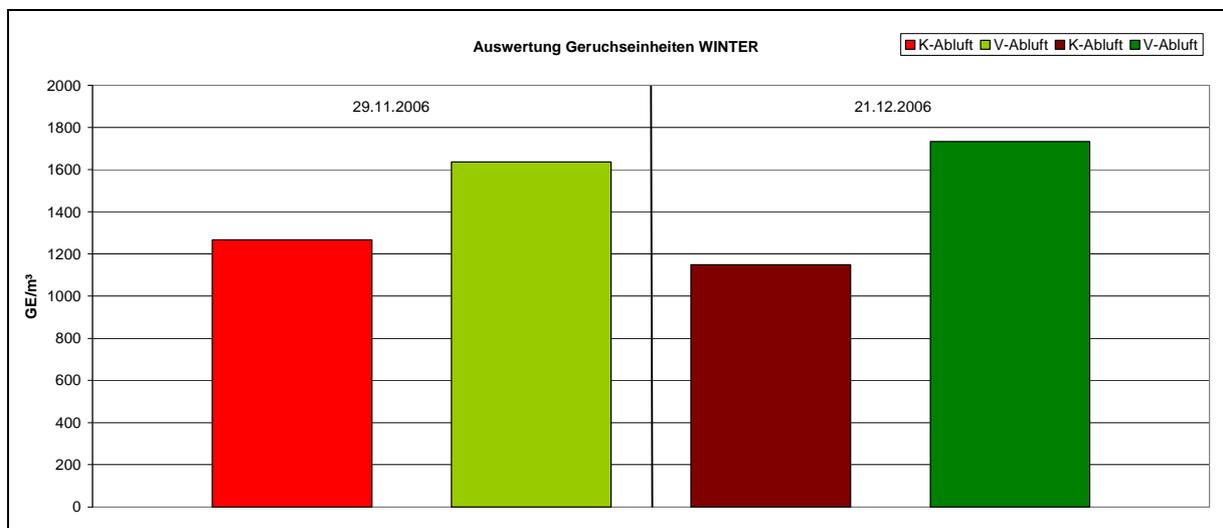
### **Untersuchte Stallungen**

Auf einem Schweinemastbetrieb in der Südsteiermark wurden folgende Mikroorganismen in einem Vorversuch bestimmt (Gesamtkeimzahl aerob, Gesamtkeimzahl anaerob, aerobe Sporenbildner (Bacillus), Streptokokken, Staphylokokken, Mikrokokken, Schimmelpilze und Hefen).

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Geruch

Die Winterwerte im Kontrollabteil (Kammer 3) lagen im Mittel bei 1.200 GE/m<sup>3</sup>, im Versuchsabteil lagen die Werte mit durchschnittlich 1.700 GE/m<sup>3</sup> höher. Dies lässt sich durch das Versprühen des Eukalyptusöles (Des-Aerosol) begründen. Durch die Überdeckung des Schweinegeruches mit dem ätherischen Öl erhöht sich zwar die Geruchsstoffkonzentration, jedoch verbessert sich der Geruchseindruck dahingehend, dass die Abluft des Versuchsabteils (Kammer 2) nach dem Versprühen von den Probanden „angenehmer“ beurteilt wurde (siehe Hedonik-Messung).



**Abbildung 4: Geruchsstoffkonzentration von Kontroll- und Versuchsabteil (Winter)**

Die Ergebnisse der Sommermessungen liegen aufgrund der sommerlich bedingten, höheren Luftwechselraten niedriger als im Winter. Die Werte des Kontrollabteils sind mit 939,5 bzw. 432,5 GE/m<sup>3</sup> niedriger als die Werte des Versuchsabteils (1.086,5 bzw. 494 GE/m<sup>3</sup>), jedoch sind die Geruchsstoffkonzentrationen aufgrund des Des-Aerosol-Einsatzes geringfügig höher.

### 3.1.1. Hedonik

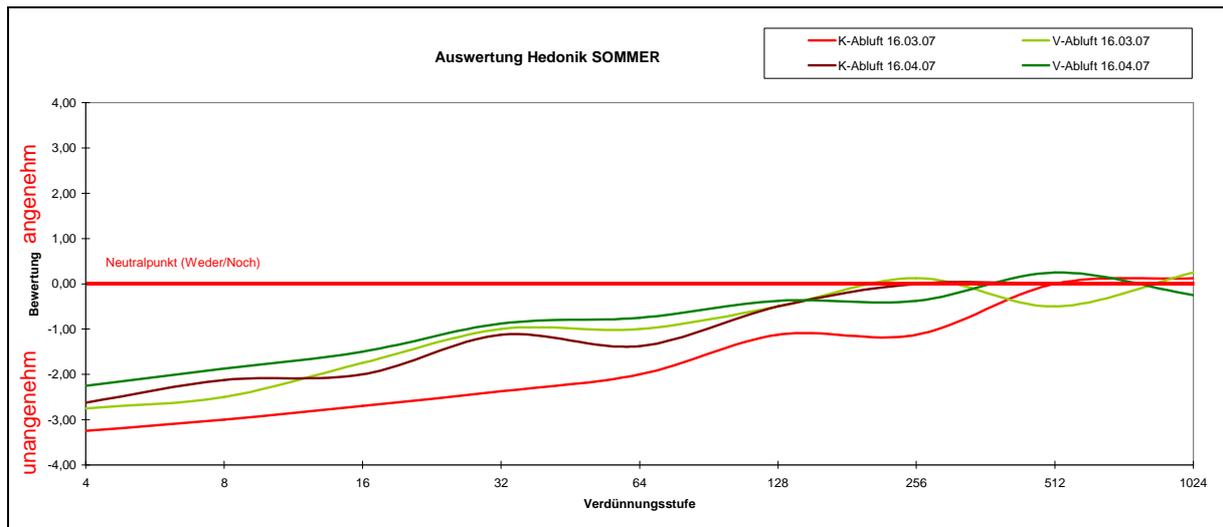


Abbildung 5: Bewertung des Geruchsempfindens auf einer neunstufigen Skala (Sommer)

### 3.1.2. Elektronische Nase

In den zwei nachfolgenden Abbildungen werden die Ergebnisse der Geruchsuntersuchungen mit Hilfe der elektronischen Nase PEN 2 dargestellt. Die Auflistung der 10 Gassensoren gibt einen Überblick über die Zusammensetzung des Geruchs, wobei zwischen Winter- und Sommersituation geringe Unterschiede bestehen. Die höchsten Ausschläge sind bei den Sensoren 6 (große Bandbreite für Methan) und 8 (große Bandbreite Alkohole) zu verzeichnen.

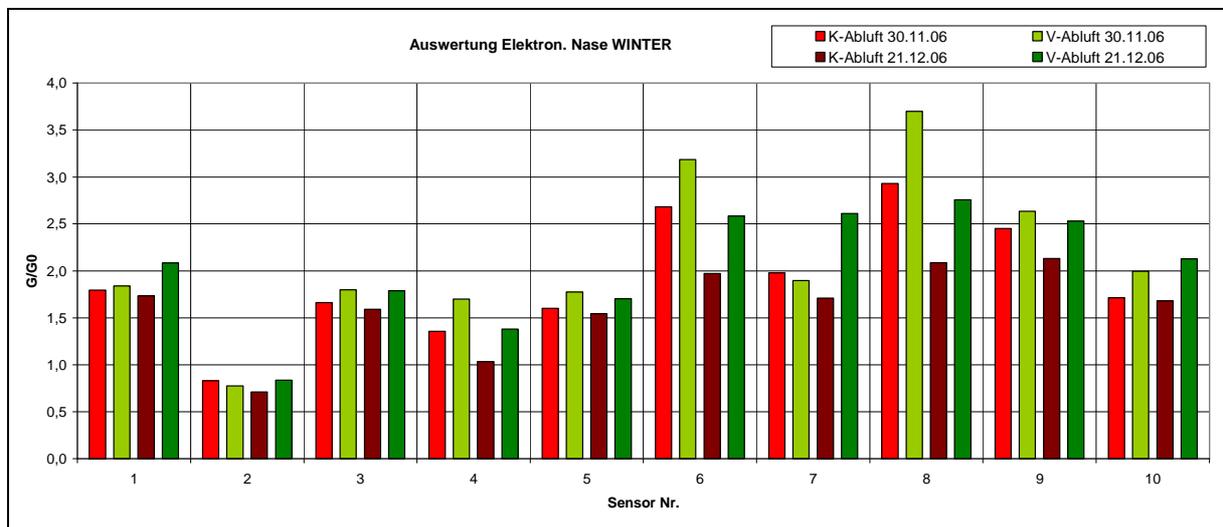


Abbildung 6: Widerstandswerte der elektronischen Nase (Winter)

## 3.2. Fremdgase

### Ammoniak (NH<sub>3</sub>)

Die Messungen wurden in Kammer Nr. 2 (mit Des-Aerosol-Versuchsanlage) und in Kammer Nr. 3 (Kontrollabteil) durchgeführt.

1. Betriebslaufzeiten der Des-Aerosolanlage: 09.00 – 18.00 Uhr am 27.12.2006 mit der Betriebseinstellung Des-Aerosol (ohne Kühlmodus)
2. Sprühintervalle: alle 15 min. für durchschnittlich 9 sek.
3. Lüftungseinstellung: Winterbetrieb mit ca. 26-28 % Lüfterleistung bzw. 13-14 Luftwechselraten pro Stunde, wobei Solltemperatur und Bandbreite in beiden Abteilen ident gehalten wurden
4. Des-Aerosol im Verdünnungsgrad 1:10
5. Messpunkt – Bedienungsgang auf Tierhöhe (ca. 50 cm)
6. Fremdgasbelastung CO<sub>2</sub> war in beiden Versuchskammern annähernd ident (keine signifikanten Unterschiede erkennbar).
7. Messintervall des Messgerätes: 1 Messpunkt je Minute
8. Außenklimabedingungen: -2,9°C / 88 % Luftfeuchtigkeit / Windstärke 1

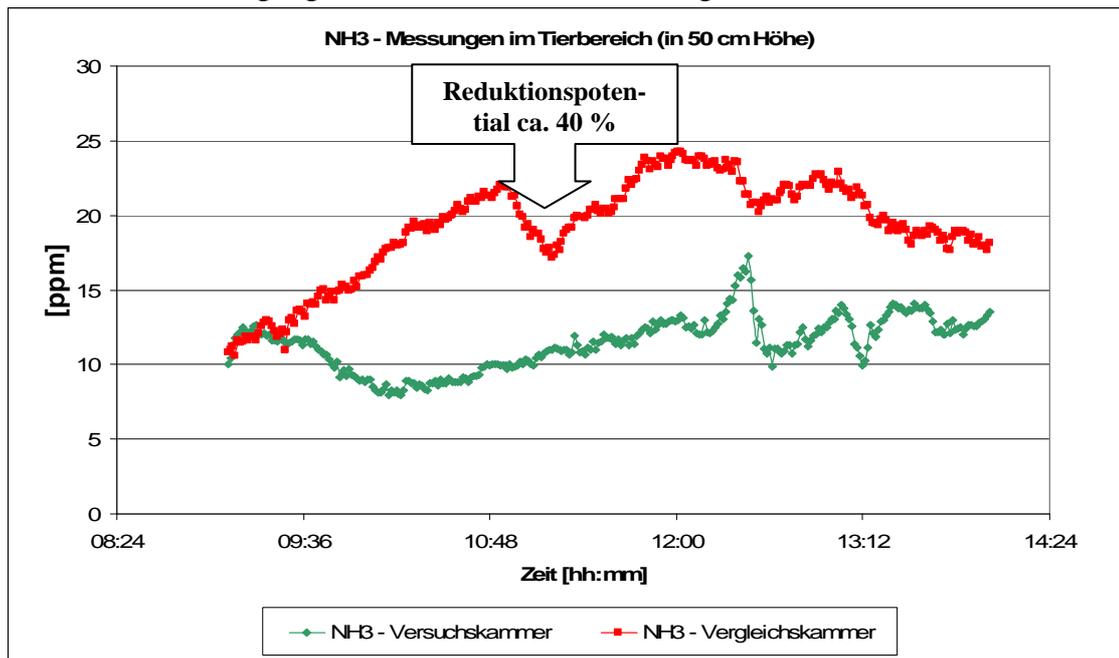
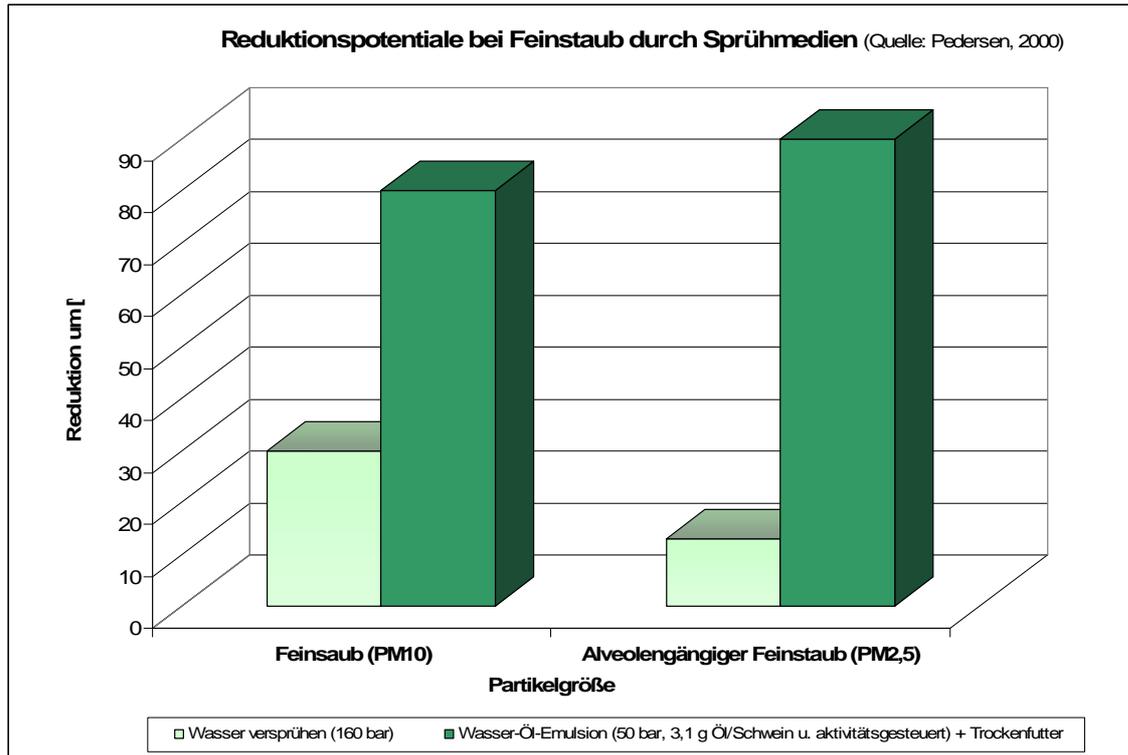


Abbildung 7: NH<sub>3</sub>-Messungen (Tierbereich)

### 3.3. Staub

Die Erkenntnisse aus der Versuchsanstellung für den Themenbereich Staub decken sich mit einigen vorangegangenen Versuchen, welche von den verschiedensten Institutionen durchgeführt wurden.



**Abbildung 8: Reduktionspotential bei Feinstaub durch Sprühmedien (PEDERSEN, 2000)**

### 3.4. Keime

#### Variante 1 (5.000 ml Einsatzlösung / Lüftung außer Betrieb)

**Tabelle 4: Ergebnisse der Keimbestimmung für Messungen 1 und 2**

Abteil 1: Messungen 1 und 2

	GKZ a	GKZ an	a Spb	Sc	Mc	Schp	H	St sp
<b>1</b>	154.000	77.200	400	21.600	84.800	4.800	7.900	24.500
<b>2</b>	59.800	16.500	-	21.200	26.800	700	2.300	4.070

#### Variante 2 (3.000 ml Einsatzlösung/ Lüftung in Betrieb)

**Tabelle 5: Ergebnisse der Keimbestimmung für Messungen 3, 4, 5 und 6**

Abteil 2: Messungen 3, 4, 5 und 6

	GKZ a	GKZ an	a Spb	Sc	Mc	Schp	H	St sp
<b>3</b>	238.000	68.400	1.800	37.600	148.400	6.200	11.200	31.950
<b>4</b>	122.000	94.000	2.200	45.200	87.200	5.600	8.700	18.700
<b>5</b>	128.000	58.400	600	33.600	72.000	6.300	7.800	16.800
<b>6</b>	68.600	17.300	-	26.800	70.500	4.600	2.900	22.150

**Variante 3 (2.500 ml Einsatzlösung / Lüftung in Betrieb)**

**Tabelle 6: Ergebnisse der Keimbestimmung für Messungen 7, 8, 9 und 10**

Abteil 3: Messungen 7, 8, 9 und 10

	GKZ a	GKZ an	a Spb	Sc	Mc	Schp	H	St sp
<b>7</b>	96.400	106.000	-	42.800	96.800	4.900	6.200	20.070
<b>8</b>	102.400	46.600	-	48.400	189.700	4.100	7.700	18.950
<b>9</b>	97.200	21.700	100	13.600	69.000	5.000	6.900	14.740
<b>10</b>	125.600	11.900	200	29.600	75.800	6.400	5.400	22.620

**3.5. Temperaturabsenkung – Steuerung des Stallklimas**

**Ergebnisse des Hauptversuches**

Folgende Effekte haben sich durch die Installation der Des-Aerosol-Anlage in der laufenden Untersuchung herausgestellt:

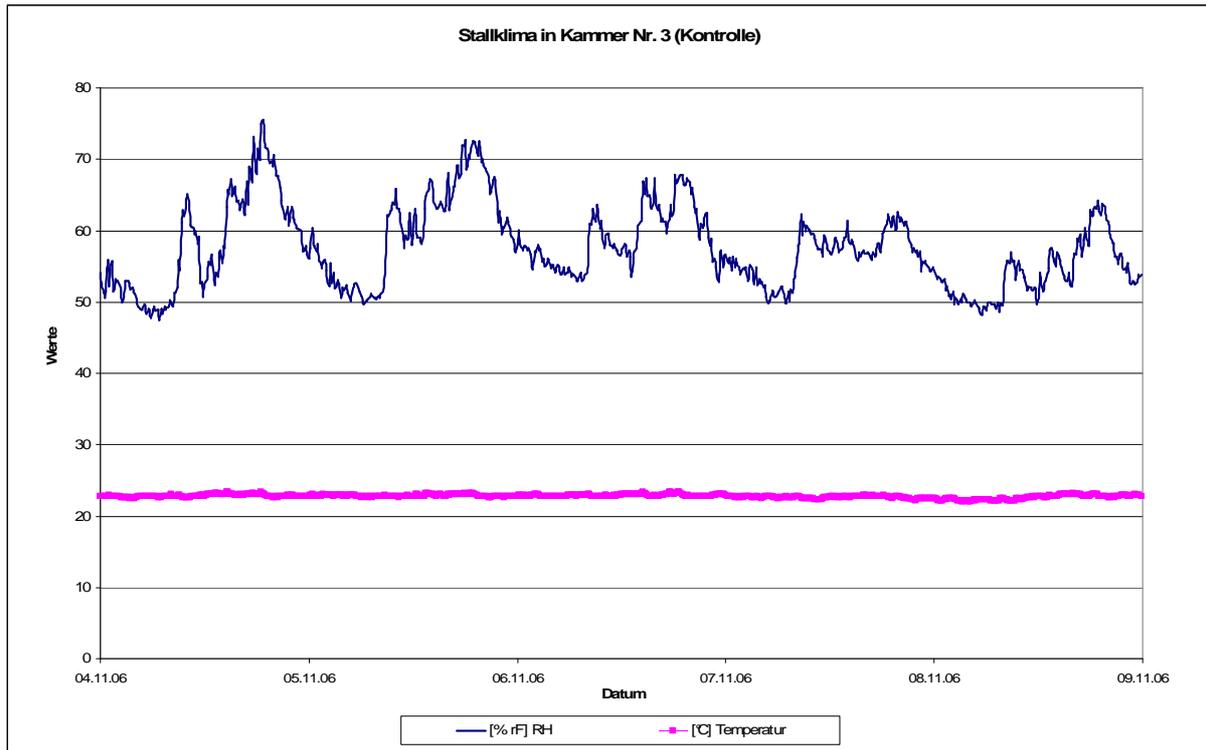
1. Durch **Betriebsart Des-Aerosol** Versprühung (alle 15 min. für ca. 9 sek.): kontinuierliche Anhebung der Luftfeuchtigkeit in den optimalen Feuchtigkeitsbereich (60 – 80 %) für die Schweinemast (Betriebszeit nur von 8-18 Uhr)

Die untenstehenden Diagramme zeigen, wie die Luftfeuchtigkeit tagsüber regelmäßiger und zielgerichtet eingestellt werden kann, unabhängig von den Außenklimabedingungen.

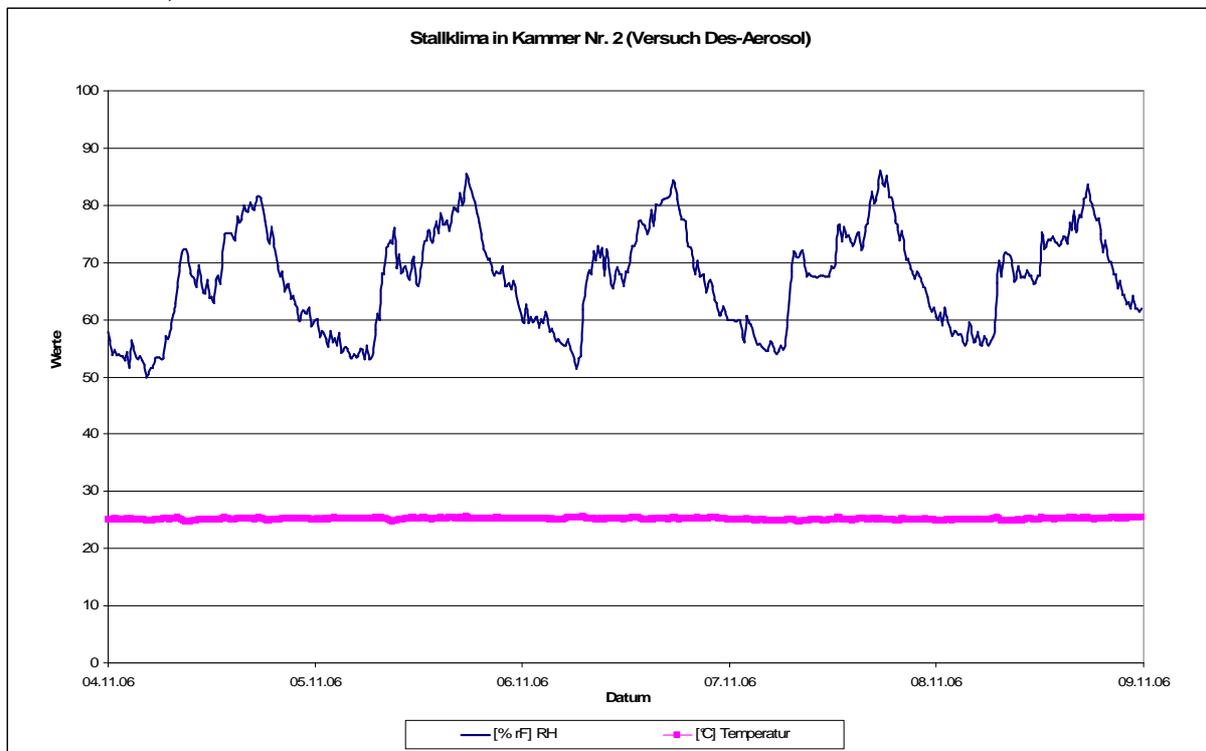
**Tabelle 7: Wetterdaten lt. amtlicher Wettermessstation in Gallspach:**

Datum	Temperatur [°C]			Feuchtigkeit [% rF]			Niederschlag [l /m <sup>2</sup> /24 h]
	7.00	14.00	19.00	7.00	14.00	19.00	
4.11.2006	0,8	4,4	4,4	85	72	75	0,7
5.11.2006	3,8	4,8	6,2	86	86	86	11,6
6.11.2006	7,0	9,0	5,8	66	58	68	0,8
7.11.2006	-1,9	9,5	1,7	87	60	81	0
8.11.2006	-2,4	11,9	5,8	86	50	80	0,1

**Tabelle 8: Stallklima (Temperatur und Luftfeuchtigkeit) in Kammer Nr. 3 (Kontrolle) vom 4.11. - 8.11.2006**



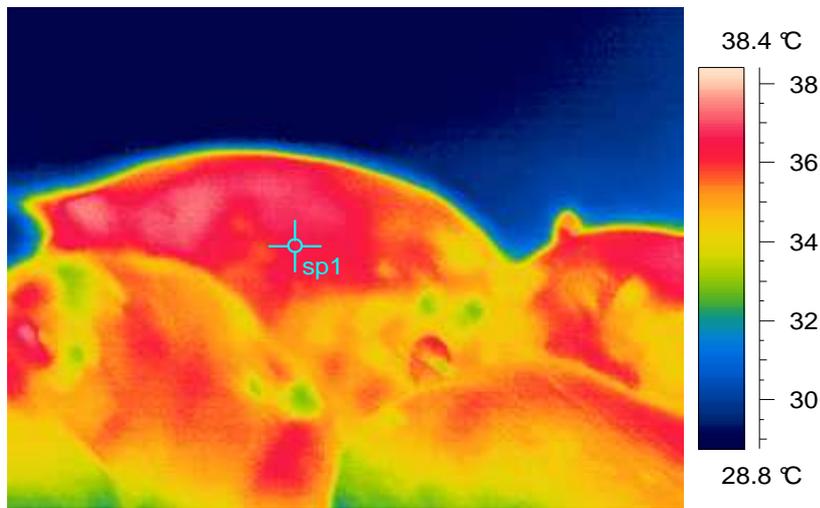
**Tabelle 9: Stallklima (Temperatur und Luftfeuchtigkeit) in Kammer Nr. 3 (Versuch Des-Aerosol) vom 4.11. - 8.11.2006**



### **Kühleffekt der Anlage im Tierbereich**

Im Wesentlichen unterscheiden sich die Techniken zur Sprühkühlung hinsichtlich des Arbeitsdruckes, mit dem das Wasser in den Stallungen versprüht wird. Unterschieden wird zwischen Nieder-, Mittel- und Hochdruckanlagen. Im Speziellen sind es die Hochdruckanlagen, welche durch ihre hohen Anschaffungskosten für Edelmetalldüsen und -leitungen als wenig lukrativ zu bewerten sind. Diese Technik garantiert zwar sehr kleine Partikel in der Versprühung und eine vollständige Aufnahme der Partikel in die Stallluft. Sie ist aber ungleich sensibler in der Instandhaltung und macht die Installation von mehreren Filtern gleichzeitig notwendig. Die positiven Effekte auf Leistung und Gesundheit der Tiere sind hinlänglich untersucht. Mittels Wärmebildkamera stellten ZENTNER et al. (2005, 2006) fest, wie sich einzelne Sprühvorgänge auf eine mögliche Temperaturabsenkung der Hautoberfläche bei Mastschweinen auswirken können. Diese Technik kam auch in der beschriebenen Untersuchung zum Einsatz. Zu diesem Zweck wurden mehrere Tiere gekennzeichnet und mit einem Messpunkt auf der Hautoberfläche versehen. Dieser Messpunkt wurde in dementsprechenden Abständen, 1 min. vor, 2 bzw. 5 min. sowie 15 min. nach dem Sprühen, wärmebildtechnisch erfasst. Die Messpunkte (sp1 in der Auswertung) zeigen deutlich den für die Tiere als angenehm zu beurteilenden Effekt der Temperaturabsenkung der Hautoberfläche. Die Messwerte (sp1) der Aufnahmen 2, 5 und 15 min. nach dem Sprühvorgang verdeutlichen die Notwendigkeit eines wiederholten Einsprühens in definierten Zeitabständen. Diese Abstände sind in erster Linie vom Gewicht der Tiere abhängig. Je höher das Gewicht der Tiere ist, desto kürzer sind die Intervalle zwischen den Sprühvorgängen.

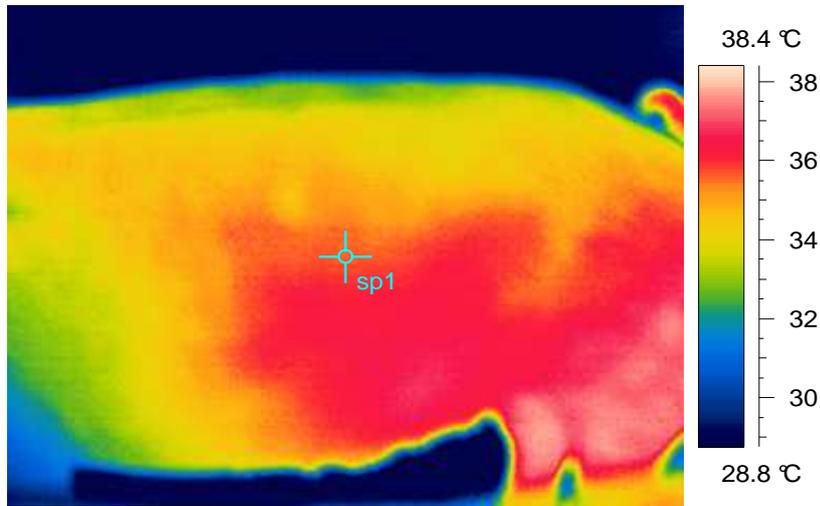
**Körperoberflächentemperatur 1 Minute vor Sprühvorgang**



<b>Objektparameter</b>	<b>Wert</b>
Emissionsgrad	0.96
Objektabstand	2.0 m
Reflektierte Temperatur	20.0 °C
Atmosphärentemperatur	20.0 °C
Atmosphärische Transmission	1.0
<b>Bezeichnung</b>	<b>Wert</b>
IR: Max. Temperatur	37.6 °C
IR: Min. Temperatur	27.5 °C
<i>sp1: Temperatur</i>	<b>36.6 °C</b>

**Abbildung 9: Oberflächentemperatur 1 Minute vor Sprühvorgang (Quelle: LFZ Raumberg-Gumpenstein)**

**Körperoberflächentemperatur 5 Minuten nach Sprühvorgang**



<b>Objektparameter</b>	<b>Wert</b>
Emissionsgrad	0.96
Objektabstand	2.0 m
Reflektierte Temperatur	20.0 °C
Atmosphärentemperatur	20.0 °C
Atmosphärische Transmission	1.0
<b>Bezeichnung</b>	<b>Wert</b>
IR: Max. Temperatur	37.8 °C
IR: Min. Temperatur	26.4 °C
<i>sp1: Temperatur</i>	<i>35.5 °C</i>

**Abbildung 10: Oberflächentemperatur 5 Minuten nach Sprühvorgang (Quelle: LFZ Raumberg-Gumpenstein)**

### 3.6. Einweichen

Die Einweichfunktion wird durch das laufende Versprühen von Wasser erreicht. Lt. Wasseruhr wurden beispielsweise am 20. August 2007 in der Kammer Nr. 2 für das Einweichen des gesamten Stallabteiles (80 Tiere auf ca. 73 m<sup>2</sup>) in 2 Stunden rund 192 Liter Wasser versprüht. Die Anlage wurde zum Einweichen nur mit Wasser in der Betriebsart Einweichen betrieben.

### 3.7. Betriebswirtschaftliche Auswertung

#### 3.7.1. Ergebnisdarstellung Hauptversuch

Die dargestellten Körpermassezunahmen wurden unter Berücksichtigung der Ausfälle (kursiv dargestellte Werte wurden nicht mitberechnet) dargestellt.

Kammer I						
Ferkel	40	Stk.				
Gewicht	31,23	kg / Stk.				
Gesamtgewicht	1249,2	kg				
Datum	LKG	STK	Tage	kum. Tage	durchschnittliche tägl. KM-Zunahmen	
19.6.	18	1	31	31	-427	<i>g</i>
27.8.	620	5	100	500	928	g
30.8.	102	1	103	103	687	g
3.9.	3.685	33	107	3.531	752	g
	<b>3.685</b>	<b>33</b>	107	<b>3.531</b>	<b>752</b>	g
Produktionsleistung				Index	102,4	

Kammer II (DES-AEROSOL)						
Ferkel	80	Stk.				
Gewicht	31,23	kg / Stk.				
Gesamtgewicht	2498,4	kg				
Datum	LKG	STK	Tage	kum. Tage	durchschnittliche tägl. KM-Zunahmen	
16.7.	75	2	58	116	108	<i>g</i>
27.8.	1.305	11	100	1.100	874	g
3.9.	7.586	67	107	7.169	766	g
	<b>8.891</b>	<b>78</b>	107	<b>8.269</b>	<b>781</b>	g
Produktionsleistung				Index	106,4	

Kammer III (KONTROLLE)						
Ferkel	80	Stk.				
Gewicht	32,11	kg / Stk.				
Gesamtgewicht	2568,8	kg				

Forschungsbericht DES-AEROSOL

Datum	LKG	STK	Tage	kum. Tage	durchschnittliche tägl. KM-Zunahmen	
13.8.	1.192	10	101	1.010	862	g
25.5.	1.912	16	108	1.728	809	g
17.6.	6.031	54	115	6.210	692	g
	<b>9.135</b>	<b>80</b>	115	<b>8.948</b>	<b>734</b>	g
Produktionsleistung				Index	100,0	

<b>Kammer IV (KÜHLUNG)</b>						
Ferkel	80	Stk.				
Gewicht	32,11	kg / Stk.				
Gesamtgewicht	2568,8	kg				
Datum	LKG	STK	Tage	kum. Tage	durchschnittliche tägl. KM-Zunahmen	
10.5.	24	1	6	6	-1.352	g
25.5.	35	1	21	21	138	g
17.6.	18	1	44	44	-321	g
25.6.	80	3	52	156	-105	g
10.08.	112	1	98	98	815	g
13.8.	6.489	55	101	5.555	850	g
20.8.	2.151	19	108	2.052	751	g
	<b>8.752</b>	<b>75</b>	108	<b>7.705</b>	<b>823</b>	g
Produktionsleistung				Index	112,2	

<b>Stall gesamt</b>	<b>30.463</b>	<b>266</b>		<b>28.453</b>	<b>779</b>	g
Produktionsleistung				Index	106,1	

**Berechnung lfd. Des-Aerosol-Verbrauch**

Betriebsart	Des-Aerosol	Kühlung	
-------------	-------------	---------	--

<b>Betriebszeiten</b>	8	12	Uhr Start
	18	20	Uhr Ende
	10	8	Std. je Tag

<b>Sprühdauer</b>	9	45	sek. in Abstand von min.
	15	5	

Laufzeit je Betriebsstunde	36	540	sek.
	360	4.320	sek.
<b>Laufzeit / Mastdurchgang</b>	12	144	Stunden f. 120 Masttage

<b>Verdünnungsgrad</b>	1	1	Teil Des-Aerosol (Konzentrat)
	40	600	Teile Wasser

<b>Versprühte Einsatzlösung</b>	96	1.152	Liter je Düse (= 10 Tiere)
	10	115	p. Schwein
	0,23	0,19	Liter Konzentrat (gem. Verdünnung)

### Kalkulation des laufenden Betriebs

Kostenberechnung		Des-Aerosol	Kühlung
Preis Des-Aerosol-Konzentrat [€/ L]	€ 15,00	€ 3,51	€ 2,88
Strom [je kWh]	€ 0,16	€ 0,26	€ 3,17

Summe $K_{var}$ je Betriebsart	€ 3,78	€ 6,04	pro Tier f. Mastdauer 120 Tage
$K_{var}$ je Tier (Jahresdurchschnitt)	€ 4,34	(9 Monate Des-Aerosol + 3 Monat Kühlung)	

### Kalkulation der Produktionskosten

#### Kostenstruktur Schweinemast

	absolut	relativer Kostenanteil
Erlös (Schwein)	€ 140,00	100%
Ferkel	€ 65,00	46,4%
Futter	€ 50,00	35,7%
Strom	€ 2,50	1,8%
Medikamente	€ 0,30	0,2%
Heizung	€ 0,20	0,1%
Reinigung/Desinfektion	€ 0,10	0,1%
Des-Aerosol-Anlage	€ 4,34	3,1%
Summe $K_{var}$	€ 122,44	87,5%

<b>Deckungsbeitrag</b>	€ 17,56	12,5%
------------------------	---------	-------

Die gelb eingefärbten Felder sind bei Einsatz von Des-Aerosol positiv (durch kürzere Mastdauer) beeinflussbar.

Die Daten stehen auf der Basis von September 2007. Weiters sind die gelb eingezeichneten Felder bzw. Kostenblöcke durch Des-Aerosol positiv beeinflussbare Werte, welche in den nächsten Tabellen berechnet werden. D.h. ca. 40 % der variablen Kosten in der Schweinemast können positiv verändert werden.

### Investitionskosten

Gemäß der Kosten die durch die Prototyperstellung angefallen sind und der zu erwartenden Serienkosten, können nachfolgende Fixkostensprünge erwartet werden.

#### Investitionskosten für unterschiedliche Betriebsgrößen

Mastplätze (bei 3,0 Umtriebe)	280	700	1.000	1.500
Nutzungsdauer [Jahre]	10	10	10	10
Invest-Summe	€ 15.000	€ 25.000	€ 30.000	€ 40.000
$K_{fix}$ je Tierplatz	€ 1,79	€ 1,19	€ 1,00	€ 0,89

### Amortisationsrechnung

Der Ansatz der Amortisation ist jener, dass nur objektiv rechenbare Faktoren für die Amortisation herangezogen werden. Daneben gibt es eine Vielzahl kleiner und subjektiv festgestellter Verbesserungen, welche nicht in die Amortisationsrechnung einfließen, beispielsweise ist dies die Verbesserung des Gesundheitszustandes der Tiere oder auch das verbesserte Stallklima bzw. der gesündere Arbeitsplatz!

Durch den Einsatz von Des-Aerosol wird eine Verkürzung der Mastdauer erreicht, weil das Stallklima in einem optimalen Bereich gehalten werden kann.

<b>Durchschnittliche Mastdauer</b>		
Kammer Nr. 3 (Kontrolle)	112	Tage
Kammer Nr. 2 (Des-Aerosol)	106	Tage
Kammer Nr. 4 (Kühlung)	103	Tage
<b>Reduktion d. Mastdauer</b>		
Kammer 2 gegenüber Kammer 3	6	Tage
Kammer 4 gegenüber Kammer 3	9	Tage
<b>Durchschnittliche Reduktion</b>	<b>7,5</b>	<b>Tage</b>

Durch die durchschnittlich reduzierte Mastdauer werden die variablen Kosten für die Schweineproduktion positiv beeinflusst.

<b>Reduktion der <math>K_{var}</math></b>	Futter	€	3,35
	Strom	€	0,17
	Des-Aerosol	€	0,29
	<b>Summe</b>	<b>€</b>	<b>3,81</b>

<b>Amortisationsrechnung [je Tier u. Durchgang]</b>	
$K_{fix}$ (siehe Investitionskosten)	€ 1,79
$K_{var}$ - Reduktion d. Des-Aerosol	€ 3,81
Überdeckung $K_{fix}$	€ 2,02
$K_{var}$ f. lfd. Betrieb (siehe Kostenstruktur)	€ 4,34
Abdeckung $K_{var}$ durch Überdeckung $K_{fix}$	47%
<b>"effektiv" <math>K_{var}</math> lfd. Betrieb</b>	<b>€ 2,32</b>

## **4. Diskussion der Ergebnisse**

### **4.1. Geruch**

Die in mehreren Ländern Europas bekannte Abluftreinigung erzielt in ihren verschiedenen Methoden akzeptable Reduktionspotenziale von bis zu 90%, gilt aber aus Gründen der Wirtschaftlichkeit (hohe Anschaffungs- und Betriebskosten) nicht als Stand der Technik. Umso günstiger erweisen sich Techniken, die ihren Ansatz bereits an der Quelle der Emissionen aufweisen. Eine Minderung der Geruchsstoffe im Tierbereich hat auf alle Fälle auch positive Auswirkung auf Mensch und Tier, zahlreiche Untersuchungen belegen dies.

Die untersuchte Technik kann neben anderen positiven Eigenschaften durch das Einbringen von Des-Aerosol eine wesentliche Verbesserung der Abluft hinsichtlich der Hedonik bewirken. Das eingebrachte Aerosol (mit Eucalyptusöl) überdeckt - olfaktometrische Untersuchungen belegen dies - den als unangenehm zu bezeichnenden Stallgeruch in einem hohen Ausmaß. Zukünftig obliegt den Gutachtern, dementsprechende Reduktionsmaßnahmen in einem Genehmigungsverfahren für Um- oder Neubauten zu berücksichtigen. Die untersuchte Technik ist auf alle Fälle geeignet, diesbezüglich Anwendung zu finden.

### **4.2. Fremdgase (Ammoniak - $NH_3$ )**

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass durch den Einsatz und die Versprühung von Des-Aerosol eine erhebliche Reduktion des giftigen Schadgases Ammoniak erreicht wurde.

Im Tierbereich wurde eine Ammoniakreduktion von ca. 40 % und im Bereich der Abluft von ca. 30 % realisiert. So erreichte HÖLSCHER (2006, 2007) mit dem Einsatz eines Öl-Wasser-Gemisches im Stallbereich eine 16 – 28%-ige Reduktion des Ammoniakgehaltes. ZENTNER et al. stellten 2006 mit dem Einsatz einer Niederdrucksprühkühlung eine Ammoniakreduktion von bis zu 15% fest.

In den Literaturvergleichen wird eine sehr hohe Reduktion von Ammoniak festgestellt. Diese Reduktion beruht auf der neu entwickelten Zweistoffdüsenteknik in der Versprühung von Des-Aerosol sowie in der am Versuchsbetrieb installierten Lüftungsanlage (Unterflurabsaugung).

### **4.3. Staub**

Der Anteil der Staubbindung ist beim Einsatz von Des-Aerosol mit den von PEDERSEN (2000), GUSTAFSSON (1997), oder ZHANG (1997) getesteten Öl-Wassergemischen (mindestens) vergleichbar. Wesentlich ist, dass das Des-Aerosol-Konzentrat mit Wasser eine homogene Einsatzlösung erreicht und keine Entmischung wie bei reinen Öl-Wasser-Vermengungen auftritt.

In der aktuellen Arbeit zum Thema Staubreduzierung wurde von TAKAI (2007) eine Übersicht über Effizienz der Staubreduzierung durch Versprühen von Öl-Wasser-Mischungen erstellt. Die Hauptforderungen für eine effiziente Staubreduktion (Staubbindung > 80 %) können für das getestete System übernommen bzw. ergänzt werden:

1. Tägliche Frequenz der Einschaltzeiten (wir sehen es durchaus als kritische Erfolgsgröße für die Staubreduktion) gerade im Hinblick auf den laufenden Luftaustausch durch die Zwangslüftung.
2. Öl-Anteil größer 20%: Des-Aerosol beinhaltet neben dem Eucalyptusöl einen zweiten Wirkstoff, der bei der Aerosolbildung, verglichen mit dem Öl, ein noch höheres Staubbindungsverhalten aufweist.
3. Von Takai wird eine Tropfengröße von 150µm bei stillstehender Luft empfohlen. Die im vorliegenden Versuch erstellten Testergebnisse wurden mit Tröpfchen von 20µm und der entsprechenden Luftgeschwindigkeit der Lüftung (Unterflurabsaugung) erreicht.
4. Die Verstopfungsproblematik ist durch das getestete System nicht gegeben – hier wird ein völlig neuartiges Ausbringungssystem auf den Markt gebracht.

Zukünftig wird eine effektive Staubreduktion innerhalb und außerhalb der Stallräumlichkeiten eine wesentliche Rolle spielen, um den ökonomischen Erfordernissen und gesellschaftlichen Ansprüchen Rechnung zu tragen. Die Staubreduzierung ist für die Erhaltung der Gesundheit der Nutztiere und des Betreuungspersonals (Arbeitsschutz) notwendig und für Tier-, Verbraucher- und Umweltschutz unverzichtbar.

Durch die Intensivierung der Nutztierhaltung (Schweine, Rinder und Geflügel) kommt es zu einem signifikanten Anstieg der Häufigkeit der Atemwegserkrankungen der Tiere sowie des Betreuungspersonals (Kontrollorgane, Tierbesitzer wie auch Tierärzte). In der Studie von KISTER (KTBL, 2004) wurden die Ursachen der Atemwegserkrankungen der Landwirte, beispielsweise Farmerlunge, allergische sowie toxische obstruktive Atemwegserkrankungen, mit dem Arbeitsplatz Stallung mit Anteilen zwischen 80 % bis 100 % in Zusammenhang gebracht. Im Rahmen des Referats von JUNGBLUTH bei der KTBL-Tagung im Jahr 2004 wurde gefordert, für die Gesundheitsbelastung in der Landwirtschaft Minderungsstrategien zu entwickeln, welche Tierschutz, Umweltschutz, Wirtschaftlichkeit und den Schutz der arbeitenden Personen integrieren. Das **getestete System entspricht weitgehend den von der KTBL geforderten Zielansprüchen** (KTBL, 2004).

Eine wesentliche prophylaktische Maßnahme zur Verminderung der oben angeführten Gesundheitsprobleme stellt die Staubbelastung dar (abiotischer Vektor für Krankheitserreger und Fremdgase) und ist auf ein Minimum zu reduzieren. Dies konnte in der vorliegenden Studie bewiesen werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die getestete Anlage ein hohes Staubreduzierungspotential aufweist.

#### **4.4. Keime**

In Variante 1 ist es trotz ausgeschalteter Lüftung (müsste eigentlich zu einem massiven Ansteigen des Keimdruckes führen) zu einer deutlichen Reduktion aller untersuchten Mikroorganismen (Ausnahme nur Streptokokken) gekommen. Diese Veränderung ist auf den Einsatz des Aerosols zurückzuführen.

#### **4.5. Temperaturabsenkung – Steuerung des Stallklimas**

Die überprüfte Technik zeigte ein mit herkömmlicher Technik durchwegs vergleichbares Potenzial zur Stallkühlung. Die Infrarotbilder in der Auswertung der Hautoberflächentemperatur von Mastschweinen zeigen deutlich, wie sich innerhalb weniger Minuten nicht nur die Stall-

temperatur des Versuchsabteils im Vergleich zum Kontrollabteil absenken lässt, sondern der Kühleffekt unmittelbar an den Tieren Wirkung zeigt. Eine festgestellte verminderte Haut-Oberflächentemperatur um ca. 3 Kelvin kann einen wesentlichen Beitrag zur Vermeidung von Hitzestress leisten.

#### **4.6. Einweichen**

Folgende Erkenntnisse hinsichtlich der Eignung der Des-Aerosolanlage für das Einweichen der Mastabteile vor der Reinigung und Desinfektion sind folgende:

Die Montage der Düse hat gemäß ihrer Sprühgeometrie (Wurfweite) und der Raumabmessungen zu erfolgen. Der Wasserverbrauch für das Einweichen liegt bei ca. 1,3 Liter / m<sup>2</sup> u. Stunde.

#### **4.7. Ökonomische Bewertung**

##### **4.7.1. Empfehlungen des Herstellers**

Die Herstellerempfehlung wird für die zukünftige weite Verbreitung eine tragende Rolle bekommen. Die genannten Einstellwerte sind die Basis, dass sämtliche Zielsetzungen mit der Des-Aerosolanlage erreicht werden können:

- **Geruchsreduzierung**
- **Fremdgasreduzierung**
- **Staubreduzierung**
- **Keimreduzierung**
- **Feuchtigkeitsregulierung**
- **Einweichen**

Die Ergebnisse sind folgendermaßen zu interpretieren:

- **100 % der Investitionskosten lt. Berechnung werden amortisiert**
- **Ca. 50 % der lfd. Kosten werden durch kürzere Mastzeit amortisiert**
- Effektiv fallen ca. € 2,3 pro produzierten Schweinan, d.h. ca. 2 % der Produktionskosten
- Bei einer Nutzungsdauer von 10 Jahren der Des-Aerosolanlage, resultiert dies **in 2 zusätzlichen Mastdurchgängen – dies wurde hier betriebswirtschaftlich nicht beachtet** (→ von 3,0 auf 3,2 Mastdurchgänge pro Jahr)

**Zusätzliche Effekte** wie **höherer Gesundheitsstatus der Tiere, geringere Staubbelastung für Mensch und Tier im Stall, besseres Stallklima, positive Außenwirkungen für die Nachbarn und Anrainer** werden in der **betriebswirtschaftlichen Bewertung nicht** berücksichtigt.

## 5. Zusammenfassung

Im Zeitraum von November 2006 bis August 2007 wurde ein Versuch in einem oberösterreichischen Mastschweinebetrieb durchgeführt, um nach Einbringung von Des-Aerosol in den Tierbereich die keimreduzierenden, geruchsverbessernden, temperatursenkenden sowie staubbindenden Eigenschaften zu überprüfen.

Für die Versuchsdurchgänge standen 240 Mastschweine (Rasse/Kreuzung: ES x LR → F1 x Pi) zur Verfügung, die in baugleichen Stallabteilungen zu je 80 Tieren untergebracht waren, wobei jeweils eine Versuchs- sowie eine Kontrollgruppe zu je 80 Tieren verglichen wurden. Vor dem eigentlichen Versuchsdurchgang wurden die technischen Voraussetzungen für die Einbringung von Des-Aerosol in Form der Zweistoffdüsenteknik geprüft und weiterentwickelt, um im Versuch einen optimalen Wirkungsgrad zu erzielen. Dabei war es wesentlich, die richtige Verdünnung von Des-Aerosol sowie die Tröpfchengröße von  $< 20 \mu\text{m}$  unter bestimmten Druckverhältnissen zu erreichen.

Als Futtermittelvorgabe für die Masttiere diente eine Flüssigfütterung. Die Zusammensetzung des Futters bestand aus Maissilage und Eiweißkonzentrat, das dreimal täglich verfüttert wurde. In den Abteilen mit den Versuchstieren wurde in 15-minütigen Intervallen von 8:00 bis 18:00 Uhr über die Zweistoffdüsenteknik regelmäßig Des-Aerosol in das Abteil eingebracht.

Ebenso wurden der Gesundheitsstatus sowie die Ausfallsrate der Tiere und die ökonomischen Parameter, wie tägliche Körpermassezunahme und Futteraufwand während des gesamten Versuchszeitraumes in regelmäßigen Zeitabständen erfasst.

Die Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass eine wesentliche Geruchsminderung und eine Verbesserung der Stallluftqualität erreicht wurden. Mit Einbringung des Aerosols wurde eine Überdeckung des typischen Schweinegeruchs festgestellt. Die Abkühlung im Versuchsabteil betrug gegenüber dem Kontrollabteil 3 Kelvin. Eine mit der Einsprühung des Aerosols einhergehende Staubbindingkapazität war deutlich erkennbar. Die Untersuchung auf Keimreduzierung der Stallluft weist eine deutliche Reduzierung im Versuchsabteil gegenüber der nicht behandelten Luft auf.

Während des gesamten Versuchszeitraumes waren der Gesundheitsstatus sowie die Ausfallsrate der Tiere mit mehreren vorangegangenen Mastperioden vergleichbar und zeigten somit keine Unterschiede. Die ökonomischen Ergebnisse zeigten eine Verkürzung der Mastperiode um durchschnittlich 7 Tage in den Versuchsabteilen gegenüber dem Kontrollabteil.

Bei Berechnung der Investitions- und Betriebskosten pro Mastschwein ist je nach betrieblichen Voraussetzungen und Stallgrößen ein Betrag von  $K_{\text{Investk.}} \text{ € } 1,79$  u.  $K_{\text{Betriebk.}} 2,32$  (gem. Versuchstall 280 Tiere) erforderlich, um zukünftig die legislativen Umweltauflagen für Nutztierbestände erfüllen zu können. Die Amortisationszeit liegt in diesem Fall bei ca. 10 Jahren.

Auf Grund der positiven Wirkungen von Des-Aerosol (homogen mit Wasser mischbar) mit der neuen Einbringungstechnik bezüglich geruchsverbessernder, keimreduzierender, staubbindender sowie temperatursenkender Eigenschaften kann dieses Produkt für Nutztierbestände, vor allem für Schweine-, Geflügel- und Rinderbestände, als umweltverbesserndes Agens für die Praxis empfohlen werden.

Die neue Einbringungstechnik hat sich als sehr gute Alternative zu bisherigen Techniken, insbesondere der Hochdruckvernebelung erwiesen. Die Installation der Anlage ist als Neubau oder als nachträglicher Einbau möglich. Die Multifunktionalität samt Bedienerfreundlichkeit mit nachhaltiger Verbesserung und Verringerung landwirtschaftlicher Emissionen aus Ställen sind als sehr positiv zu beurteilen.