

Messbericht

Prüfung einer Zweistoffdüsenteknik zur Reduktion von luftgetragenen Stäuben und Optimierung des Stallklimas in der Schweinehaltung



Messbericht

über ein neuartiges Verfahren zur Versprühung von Aerosolen („Zweistoffdüsenteknik“) in einem Tierwohlstall der Mastschweinehaltung zur Feststellung des Emissionsminderungspotentials für Staub sowie zur Optimierung der Stallklimaparameter Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

raumberg-gumpenstein.at

Autorinnen und Autoren: Ing. Irene Mösenbacher-Molterer und Michael Kropsch, BMA

(Abteilung Tierhaltung, Technik und Emissionen:
Ing. Eduard Zentner, Dr. Birgit Heidinger, Lukas Lackner,
Daniela Vockenhuber)

Projektpartner:

Firma aero-solutions Umwelttechnik GmbH, Linz

Peter Muckenhuber Consulting, Linz

Firma Ferkelhof H&O GmbH, Markstein 3, 3354 Wolfsbach

Fotonachweis: HBLFA Raumberg-Gumpenstein



Irdning, 2020 Stand: 5. Dezember 2020

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an irene.moesenbacher-molterer@raumberg-gumpenstein.at.

Inhalt

1 Einführung	4
2 Material und Methoden	5
Kernkomponente „Sprühsystem“	6
Kernkomponente „Regel- und Steuerungstechnik“	7
Kernkomponente „Flüssigkeit für die Bildung von Tröpfchen mit besonderer Wirkung“.....	8
2.1 Messbedingungen	8
2.2 Messgeräte	11
2.2.1 Staub	11
2.2.2 Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit	12
2.2.3 Schadgasgehalte.....	13
3 Messergebnisse	14
3.1 Wintermessreihe	14
3.1.1 Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit.....	15
3.1.2 Staubgehalte	16
3.2 Sommermessreihe	21
3.2.1 Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit	22
3.2.2 Staubgehalt	24
3.2.3 Schadgasgehalte.....	25
4 Fazit	26
Welche Einstellungen sind praktikabel?	26
5 Literatur	27

1 Einführung

Die Bedeutung der Luftqualität hinsichtlich der Entwicklung von Atemwegserkrankungen wird in zahlreichen Untersuchungen dokumentiert. Staub, hohe Schadgaskonzentrationen, Trockenheit und extrem hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit erhöhen die Empfindlichkeit von Nutztieren gegenüber Pneumonie und verursachen häufig Lungenveränderungen. Staubpartikel können Infektionserreger sowie Endotoxine beherbergen und gemeinsam mit anderen Luftschadstoffen den Atmungstrakt schädigen.

Diese Erkenntnisse sind vor allem im Hinblick auf Ställe für die Nutztierhaltung wichtig. Der Bau von Tierwohlställen nimmt zu: Mehr Platz und Einstreu, eine Strukturierung der Buchten zur Unterscheidung von Aktivitäts- und Ruhezone und das Anbieten von Außenklimareizen wird gefordert. Bezogen auf unterschiedliche Witterungsverhältnisse während der Ernte sowie die Qualitätsparameter des Erntegutes – es ist beispielsweise nicht jedes Jahr Stroh von bester Qualität verfügbar. Vergleichbare Untersuchungen der Universität Göttingen zeigen erhöhte Staubemissionen bei Weizenstroh – Holzspäne oder Strohpellets sind günstiger zu beurteilen.

Um diese Mängel abzuschwächen und eine unbedenkliche Umgebung für die Tiere bereitzustellen, ist es in vielen Fällen notwendig, Techniken zur Bindung oder wesentlichen Vermeidung von Staub zu installieren. Bei der Minderung der Staubemissionen spielt der Feuchtigkeitsgehalt sowohl in der Luft als auch bauwerksbezogen im Stall eine wichtige Rolle. Eine feuchte Bodenfläche hemmt die Aufwirbelung von Partikeln deutlich.

Die Feuchtigkeit ist auch ein Parameter, den es im Auge zu behalten gilt, wenn es um die Vernebelung von Wasser im Tierbereich geht. In Anbetracht der Klimaverhältnisse während der letzten beiden Sommer, zeigte sich ein deutlicher Anstieg der Temperaturen, des Weiteren benötigen die Tierbestände zur Gesunderhaltung und bestmöglichen Ausschöpfung des Leistungspotentials optimale Bedingungen das Stallklima betreffend.

Zusätzliche Maßnahmen wie das Versprühen von Wasser (oder die Beimischung flüssiger Aerosole), haben vielfältige Wirkungen und ermöglichen neben einer Staubreduktion zusätzlich die Kühlung der Abteile. Aus diesen Gründen und der Neuentwicklung eines Systems zur Vernebelung von Wasser und flüssigen Additiven, wurden in einem Tierwohlstall für Mastschweine Messungen durchgeführt. Diese Erkenntnisse sind wichtig für zukünftige Stallplanungen oder zur Sanierung von Problembetrieben – zum einen, um eine optimale Stallklimaumgebung bereitzustellen, zum anderen durch Einstreu hervorgerufene Staubansammlungen zu vermindern.

2 Material und Methoden

Nachstehend wird eine neuartige Zweistoffdüsenteknik zur Emissionsminderung von Stäuben und in weiterer Folge luftgetragenen Schadgasen, als auch zur Optimierung der Stallluft in Stallungen der Nutztierhaltung näher beschrieben.

Technische Kern-Komponenten:

1. Sprühsystem
2. Regel- und Steuerungssystem
3. Flüssigkeit für die Bildung von Tröpfchen mit besonderer Wirkung

Die technische Anlage ist modular aufgebaut. So werden im Technikraum die Anschlüsse sowie die Steuer- und Regeleinheit montiert. Die sogenannten „Sprühköpfe“, die mit bis zu 4 Düsen in 4 Richtungen eine flächige Abdeckung von ca. 50 m² erreichen, werden im Stall direkt montiert. Zusätzlich benötigt werden 2 Leitungen (Flüssigkeit bzw. Druckluft jeweils mit ca. 3,5 bzw. 2,5bar), die mittels genormtem Stecksystem – werkzeuglos und einfach – verbunden werden. Die Installation kann sehr einfach als Nachrüstlösung und auch sehr flexibel an das Stallgebäude angepasst werden.

Abbildung 1: Steuer- und Regeleinheit im Technikraum



Abbildung 2: Schraubenkompressor zur Beschickung der luftgeführten Leitung



Kernkomponente „Sprühsystem“

Damit die Verfahrenstechnik ein dauerhaftes Tröpfchenspektrum von ca. 15 Mikron bieten kann, bewährt sich das Zweistoffdüsenystem. D. h. durch die Düse wird einerseits die Flüssigkeit durch den Eigendruck (ca. 3,5bar) gepresst. Zusätzlich wird die Druckluft in der Düse zur Beschleunigung der Tropfen am Düsenende eingesetzt. Somit wird die gewünschte Tröpfchengröße von ca. 15 Mikron, das einem sehr feinem Nebel entspricht, erreicht. Ziel ist, dass diese Tröpfchen in der Luft schweben und dadurch ihre Wirkung erreichen. Diese Wirkung ist einerseits eine adiabate Kühlung (durch Verdunsten), andererseits binden sich andere Partikel an den Tropfen (z. B. Staubpartikel). Durch Absinken und Agglomeration an der Oberfläche wird somit das Partikel gebunden.

Damit das Zweistoffdüsenystem einsatzfähig ist, wird ein entsprechendes Druckluftvolumen zum Betrieb benötigt. Eine Düse hat einen Luftbedarf von ca. 38 Litern pro Minute. Die Praxis hat gezeigt, dass sich für den (Dauer-)Betrieb, u.a. im Sommer, Schraubenkompressoren gut eignen und empfohlen werden. Der Einsatz der Druckluft verhindert auch das „Verkrusten“ der Düse durch Kalkablagerungen, die das Tröpfchenspektrum nach kurzer Zeit wesentlich einschränken würde. Dies stellt einen systemrelevanten Vorteil des Zweistoffdüsenystems gegenüber der Einstoffdüsentchnik (z. B. Hochdrucksprühanlagen) dar.

Kernkomponente „Regel- und Steuerungstechnik“

Die Verfahrenstechnik kann in zwei Betriebszuständen betrieben werden. Bis zu einer gewünschten Soll-Temperatur im Stall wird die Anlage zum kontinuierlichen Sprühen für eine bestimmte Dauer aktiviert. Oberhalb dieser gewünschten Soll-Temperatur kommt die Zielwertregelung zum Einsatz, die in zeitlich definierten Abständen die Ist-Temperatur und Ist-Feuchtigkeit im Stall misst und danach automatisch eine berechnete Menge an Flüssigkeit als feinen Nebel einbringt. Dies ist speziell bei hohen Raumtemperaturen (wie z. B. im Sommer) der Fall und stellt einen entsprechenden Kühlfaktor dar.

Beide Betriebsmodi laufen in einem automatischen Betrieb und werden zusätzlich durch dauernde Kontrolle der oberen und unteren Grenzwerte von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit im Stall überwacht.

Abbildung 3: Sprüheinheit im Stallbereich



Kernkomponente „Flüssigkeit für die Bildung von Tröpfchen mit besonderer Wirkung“

Die Anlagentechnik ist so ausgelegt, dass im Technikraum nach der Wasserzuleitung eine Dosiermöglichkeit vorgesehen ist. Hier wird das konzentrierte Zusatzmittel („Bindungsmittel“ beinhaltet lebensmittelechte Komponenten) mit 2% dem Durchflussvolumen zugemischt. Die ausgebrachte Flüssigkeit in Form von Tröpfchen soll danach ihre Wirkung entfalten. Dies ist u. a. die adiabate Kühlung der Raumluft, Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit, Anhaften der Tröpfchen an luftgetragene Partikel, damit diese langsam absinken und an der Oberfläche dauerhaft anhaften bleiben. Angesichts der Vielzahl der Quellen für (Staub-)Partikel, u. a. eingetrocknete Futterreste bzw. Kot, Hautschuppen, Beschäftigungsmaterial, Einstreu uvm., kann die vorgestellte Verfahrenstechnik einen relevanten Beitrag zur Emissionsminderung der Stallluft im Gebäude und somit zur Gesunderhaltung von Menschen und Tieren beitragen.

2.1 Messbedingungen

Die Messungen erfolgten von Februar bis Juli 2020 auf einem Mastschweinebetrieb in Niederösterreich, welcher auf das Haltungssystem Tierwohlstall setzt. Konzipiert ist dieser Stall als Mehrraumsystem mit Fress-/Tränkebereich außen und einem mit Stroh eingestreuten Ruhebereich im Stallinneren. Das Einstreuen wird einmal wöchentlich von Hand durchgeführt. In 46 Buchten werden – aufgeteilt auf 4 idente Abschnitte - insgesamt 552 Schweine gemästet, Reserve-/Krankenbuchten stehen zur Verfügung.

Abbildung 4: Messeinheit im Ruhebereich des Tierwohlstalles

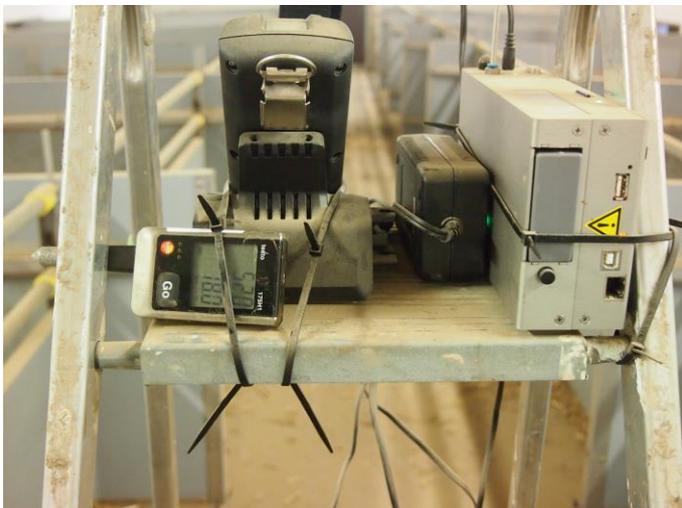


Abbildung 5: Überdachter Außenbereich des Tierwohlstalles (Aktivitätszone)



Aufgrund der Bauform und der einfachen Gestaltung nach Schweizer Vorbild (Be- und Entlüftung durch Schwerkraft), musste hinsichtlich des Klimas und der Stallluftqualität nachjustiert werden.

Vor allem im Sommer ist eine aktive Belüftung in Verbindung mit Stallkühlung erforderlich, andernfalls funktionieren diese Stallsysteme nicht und schränken die Tiergesundheit und Leistungsfähigkeit ein. Des Weiteren bringt die Arbeit mit Einstreumaterial Staub in den Stall – dieser belastet die Tiere nachhaltig und auch hier musste eine Lösung gefunden werden.

Die Nachbesserungen erfolgten in 2 Schritten: Im Innenbereich wurde eine Überdruckzulufteinbringung mit gelochten Rohren zentral über dem Bediengang installiert (Abluft über Kamine mittels Schwerkraft). Als zweiter Schritt wurde die Zweistoffdüsenteknik im Stall integriert.

Abbildung 6: Innenansicht des Ruhebereiches



Abbildung 7: Blick auf den eingestreuten Liegebereich



Die Durchführung der Messungen erfolgte im Bediengang des Ruhebereiches, nahe den Buchten-Trennwänden, platziert auf einer Stehleiter in einer Höhe von 1,50m.

Die Wahl auf diesen Messpunkt erfolgte aus mehreren Gesichtspunkten: Hier konnten äußere Einwirkungen ausgeschlossen werden, da die Messungen bei einem Messintervall von 6 Sekunden autonom durchgeführt wurden. Störende Einflüsse durch Licht, klimatische

Veränderungen im Außenbereich oder durch den Menschen herbeigeführte Verhaltensänderungen der Tiere wurden so vermieden bzw. allenfalls notwendige Managementmaßnahmen, Fütterungszeiten oder Einzeltierbehandlungen genau protokolliert.

2.2 Messgeräte

2.2.1 Staub

Zur Anwendung gelangte ein Messgerät der Firma Grimm (Environmental Dust Monitor - Spektrometer 11-C), wobei als Auswertegrößen die Klassen PM 10 – PM 2,5 – PM 1, sowie die Verteilung über 31 Größenkanäle festgelegt waren.

Das tragbare Mini-Laser-Aerosol-Spektrometer 11-C von Grimm erfasst jedes einzelne Partikel im Bereich von 0,25 bis 32µm und unterteilt es in 31 Kanäle. Es eignet sich für eine breite Palette von Anwendungen, von der Feinstaubüberwachung in Industrie- und Fertigungsstätten bis hin zu Arbeitsplatzmessungen.

Das Gerät gibt alle 6 Sekunden erhobene Messdaten als Partikelzahl und Staubmassenanteil aus. Durch Vor- und Rücklauf der permanenten Spülluft wird die optische Messzelle nicht verunreinigt.

Die gemessene Staubprobe wird auf einem integrierten herausnehmbaren PTFE-Filter gesammelt, so dass eine spätere Analyse jederzeit möglich ist. Der bequeme Zugriff auf Messdaten erfolgt über die integrierte Ethernet-Verbindung, die online über Laptop oder Tablet abgerufen und auf SD-Karte oder USB-Stick gespeichert werden kann.

Abbildung 8: Grimm 11-C Aerosol-Spektrometer



2.2.2 Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit

Der Datenlogger testo 175 H1 misst und dokumentiert kontinuierlich die Temperatur und relative Feuchte in Gebäuden und geschlossenen Räumen. Dank externem Feuchtefühler ist eine schnelle Reaktionszeit garantiert.

Problemlose Langzeitmessung: Großer Speicher für bis zu 1 Million Messwerte, 3 Jahre Batteriestandzeit.

Während des Messdurchganges waren im gesamten Stall insgesamt 6 Fühler installiert, um sowohl die Außen- als auch Innenbedingungen für vergleichende Erhebungen messen zu können.

Tabelle 1: Messpositionen der testo 175-Datenlogger

Logger	Messort
B 63	Versuchsabteil Ruhebereich
B 111	Kontrollabteil Ruhebereich
B 114	Auslauffläche innenliegend
B 123	Versuchsabteil Auslauf
B 129	Kontrollabteil Auslauf
B 137	Außen

Abbildung 9: testo 175 H1 Mini-Datenlogger



2.2.3 Schadgasgehalte

Die Konzentrationen an Ammoniak (NH_3), Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Schwefelwasserstoff (H_2S) wurden begleitend im Versuchsabteil mit einem Dräger X-am[®] 7000 kontinuierlich gemessen. Da diese Werte nicht grundlegender Versuchsbestandteil waren, sondern der Fokus auf Staub und Temperatur/rel. Luftfeuchtigkeit lag, fanden keine Vergleichsmessung statt. In Bezug auf die gegebenen Klimabedingungen sind die Schadgaskonzentrationen jedoch wesentliche Faktoren zur Beurteilung einer optimalen Haltungsumgebung.

Abbildung 10: Dräger X-am 7000



3 Messergebnisse

Die Messungen wurden in zwei Teilbereiche gegliedert – zum einen die ab Februar stattgefundenen sowie andererseits die in den Sommermonaten durchgeführten Erhebungen.

3.1 Wintermessreihe

Von 07. Februar bis 11. März 2020 fanden Vormessungen zur Erstbeurteilung der Zweistoffdüsenteknik statt, wo der Fokus neben dem Stallklima auf der Erhebung der im Stall vorherrschenden Staub-Grundbelastung lag sowie in tageweisen Abschnitten der Einsatz von Wasser als Vernebelungsprodukt, Wasser + Broncho Vital (Produkt der Fa. CD Vet) und Wasser + Wirkstoff auf Glukosebasis getestet wurde.

Tabelle 2: Versuchsplan Wintermessreihe

	von	bis	Variante
Start 1. Messung	13.02.2020	17.02.2020	KONTROLLE
2 Tage Pause / spülen / Technik umstellen	18.02.2020	19.02.2020	
Start 2. Messung	20.02.2020	24.02.2020	WASSER
2 Tage Pause / spülen / Technik umstellen	25.02.2020	26.02.2020	
Start 3. Messung	27.03.2020	02.03.2020	WASSER+BRONCHO VITAL
2 Tage Pause / spülen / Technik umstellen	03.03.2020	04.03.2020	
Start 4. Messung	05.03.2020	09.03.2020	WASSER+GLUKOSE

3.1.1 Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit

Während des Versuchszeitraumes zeigte sich, dass die Zweistoffdüsenteknik mit einem Sprühintervall von 15min während der Wintermessung positive Einflüsse auf die Temperatur- und Feuchtegehalte erwirkte. Trotz klarer Erkennbarkeit der Sprühvorgänge durch kurzzeitige Werteänderungen ergaben sich im Vergleich der Temperatur- und Feuchtemittel annähernd gleiche Bedingungen im Tierbereich, die während des gesamten Versuchs trotz großer Schwankungen im Außenbereich im Optimum gehalten werden konnten.

Tabelle 3: Mittelwerte von Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit

	Außen rF	Außen °C	Ruhebereich rF	Ruhebereich °C	Auslauf rF	Auslauf °C
Kontrolle	80,48	14,91	49,95	20,17	68,09	13,16
Wasser	73,32	14,61	48,53	19,50	64,37	11,85
Wasser + BronchoVital	73,64	13,97	49,69	19,03	64,01	10,94
Wasser + Glukose	75,78	14,69	49,50	19,30	64,96	13,01

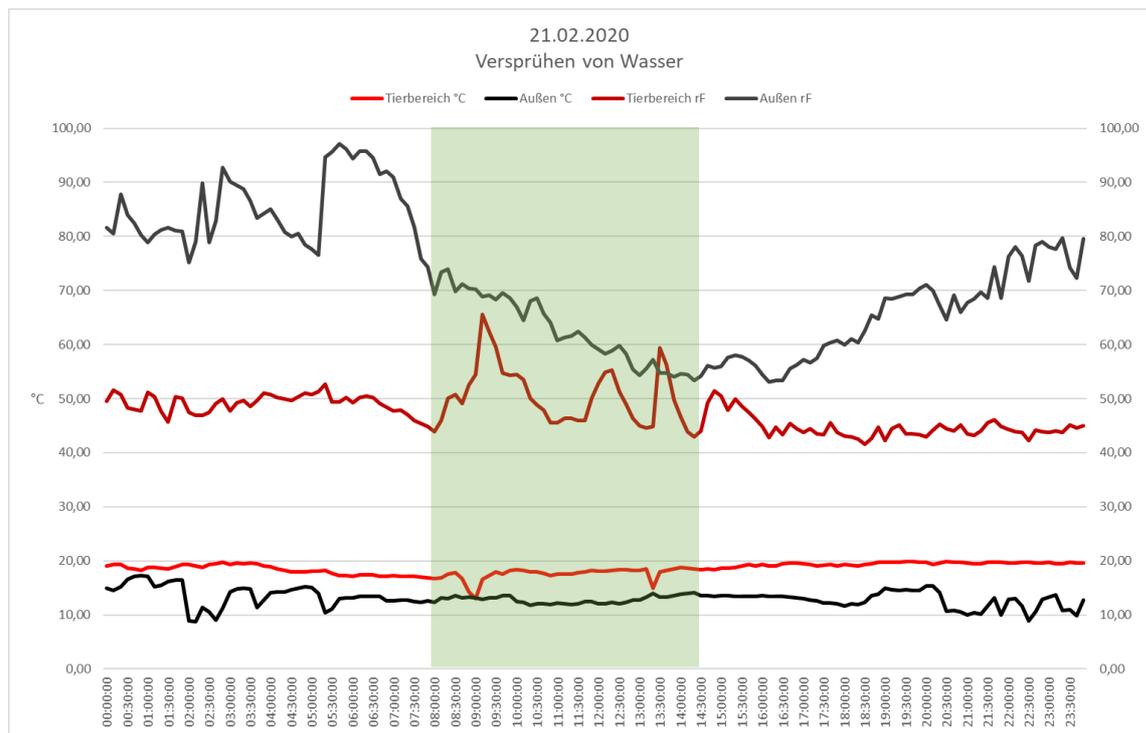
In Anbetracht der Klimabedingungen während einer Wintermessreihe lag das Hauptaugenmerk weniger auf abzusenkenden Temperaturen, als eher darauf, ein Gleichgewicht der vorherrschenden Luftfechtigkeiten herzustellen. Gerade im eingestreuten Ruhebereich ergeben sich aufgrund der Temperaturansprüche (Wohlfühlzone) rasch zu niedrige Luftfechtigkeiten (Optimum 50-70% rF). Nachfolgende *Abbildung 11* zeigt anhand eines Tagesverlaufes die Auswirkung einer geänderten Luftfeuchtigkeit der Zuluft.

Wäre keine Sprühanlage installiert, würde die Luftfeuchte in der Ruhezone rasch auf unter 40% absinken – somit wären für die Tiere suboptimale Bedingungen vorzufinden. Sehr niedrige Luftfeuchtigkeit unter 40% rF schädigt Schweine unmittelbar durch Austrocknung der Schleimhäute und Behinderung der Zilienaktivität in den Atemorganen. Es kommt zu Reizhusten und verringerter Futteraufnahme.

Durch die Zweistoffdüsenteknik konnte die rel. Luftfeuchtigkeit an einem exemplarischen Tag (21. Februar 2020) durch die Regelungstechnik trotz Absinken der Außenfeuchte um 17 Prozentpunkte innerhalb von 6 Stunden im Stallinneren auf einem sehr konstanten Niveau von durchschnittlich 45% gehalten werden. Die Sprühvorgänge sind gut erkennbar und sorgten für kurzzeitige Feuchteanstiege um durchschnittlich 15 Prozentpunkte (Maximalwert

während gesamter Versuchsdauer = 71,10% rel. Luftfeuchtigkeit) sowie Temperaturabsenkungen von 3,5-4 Kelvin – beide Effekte verflachten sich und dienten aufgrund der Einstellung des Systems zur Fixierung der zwei wichtigsten Stallklimakomponenten im Optimalbereich.

Abbildung 11: Kompensation niedriger Luftfeuchtigkeit durch gezielten Einsatz der Vernebelungsanlage, Beispiel 21.02.2020

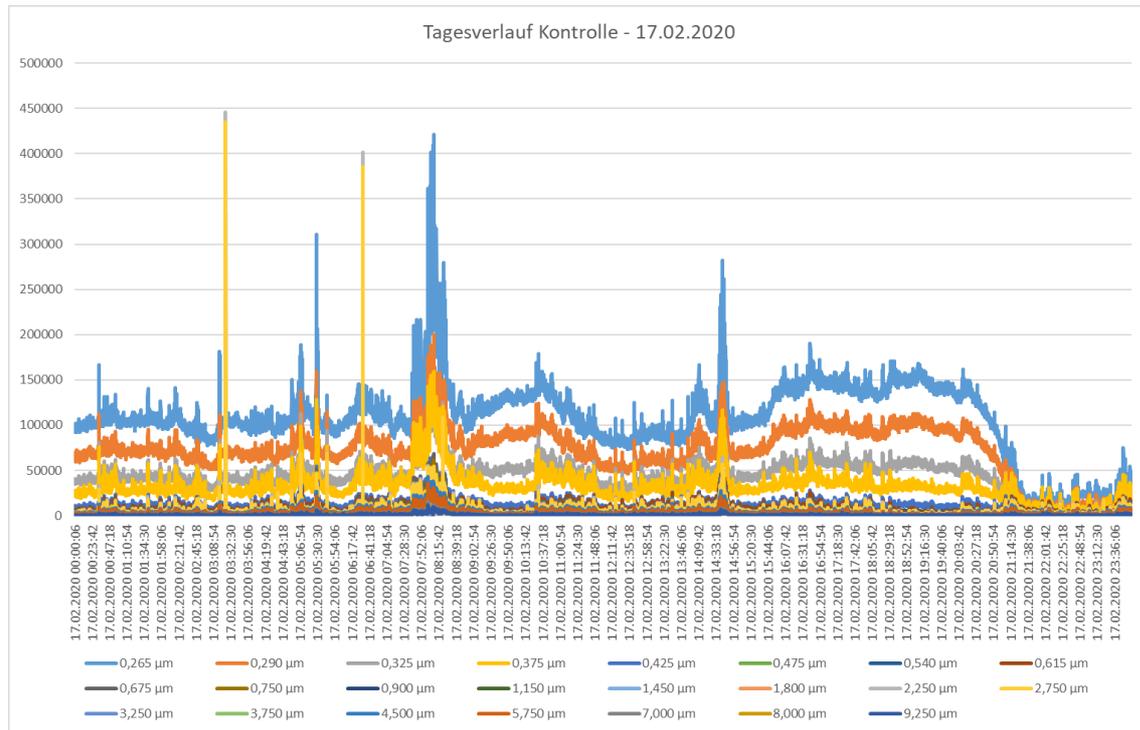


3.1.2 Staubgehalte

Bezüglich des Aufkommens von Stäuben in der landwirtschaftlichen Tierhaltung gab es bereits im Sommer 2019 Messungen in eingestreuten Tierwohlställen, um durch Entstaubung des Strohs und Mechanisierung des Einstreuvorganges eine 80%ige Staubminderung und somit eine Verbesserung der gesundheitlichen Aspekte für Mensch und Tier zu erreichen.

Im Kontrollzeitraum sind Schwankungen und kurzfristige Spitzen im Tagesverlauf vor allem auf Management- und Aktivitätsphasen zurückzuführen. Ein Anstieg der Werte ist vor allem in den Nachmittagsstunden zu verzeichnen, dieser Effekt hält bis etwa 21:00 Uhr an.

Abbildung 12: Tagesverlauf 17.02.2020, Partikelanzahl der Staubfraktionen < 10µm



Auf die Zweistoffdüsen-Technik bezogen scheint es auf den ersten Blick, dass durch das intensive Besprühen (Sprühintervalle alle 15min von 0:00-24:00 Uhr) das Staubaufkommen im Stall in Verbindung mit der Aktivität der Tiere, vor allem untertags steigt. Durch die intensive Verwirbelung wird vordergründig ein erhöhter Anteil an Feinstaub vermutet, durch die Bindungskapazität und Betrachtung längerer Zeiträume relativiert sich diese Beobachtung jedoch. Einzelne Spitzen zeigen Betreuungstätigkeiten durch den Landwirt. Eine Reduktion des Sprühintervalls auf 30min sowie eine Verlängerung der einzelnen Sprühzyklen auf 30 Sek. untertags ist als Anpassung empfehlenswert.

Für einen Vergleich wurden jeweils die Nachtstunden am letzten Tag der Messperiode herangezogen, da es hier keine Einflüsse durch Tierverhalten oder Management gab. Nachfolgend befindet sich eine grafische Darstellung der verschiedenen Varianten, exemplarisch jeweils 30min zu Mitternacht. Die Grundkonzentration ohne Vernebelungstechnik lag während dieser Zeit bei durchschnittlich 280.000 Gesamtpartikeln.

Abbildung 13: 00:00-00:30 Uhr, Kontrolle, Partikelanzahl der Staubfraktionen < 10µm

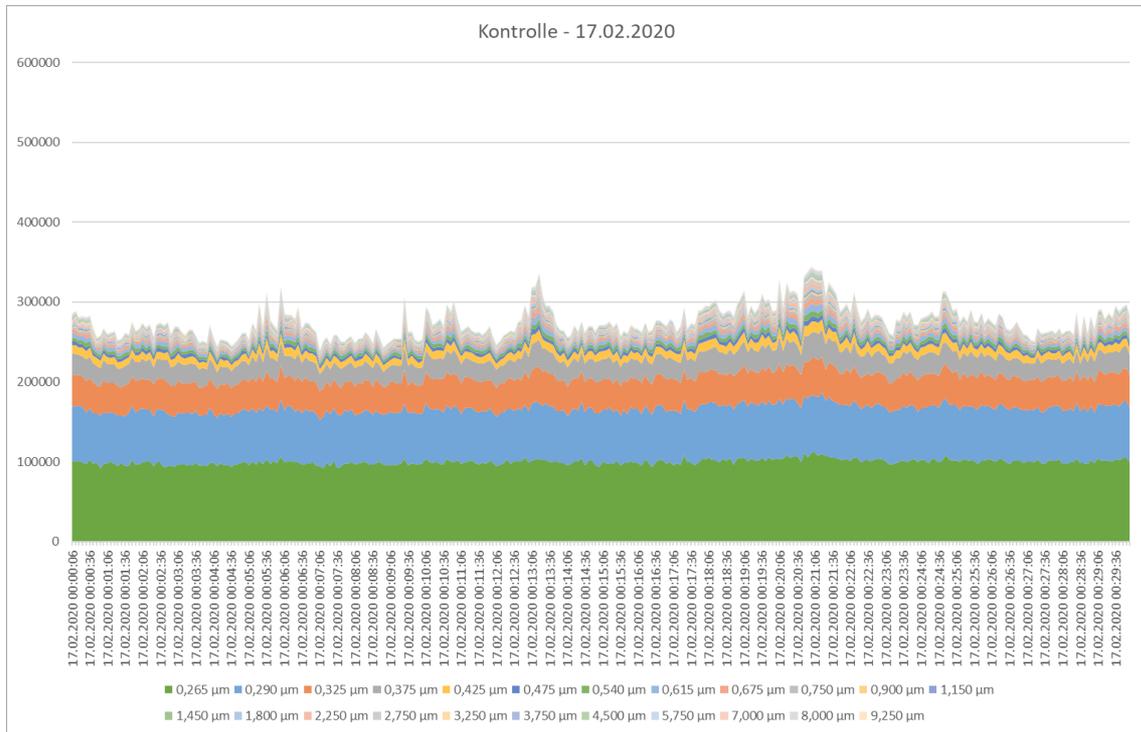


Abbildung 14: 00:00-00:30 Uhr, Wasser, Partikelanzahl der Staubfraktionen < 10µm

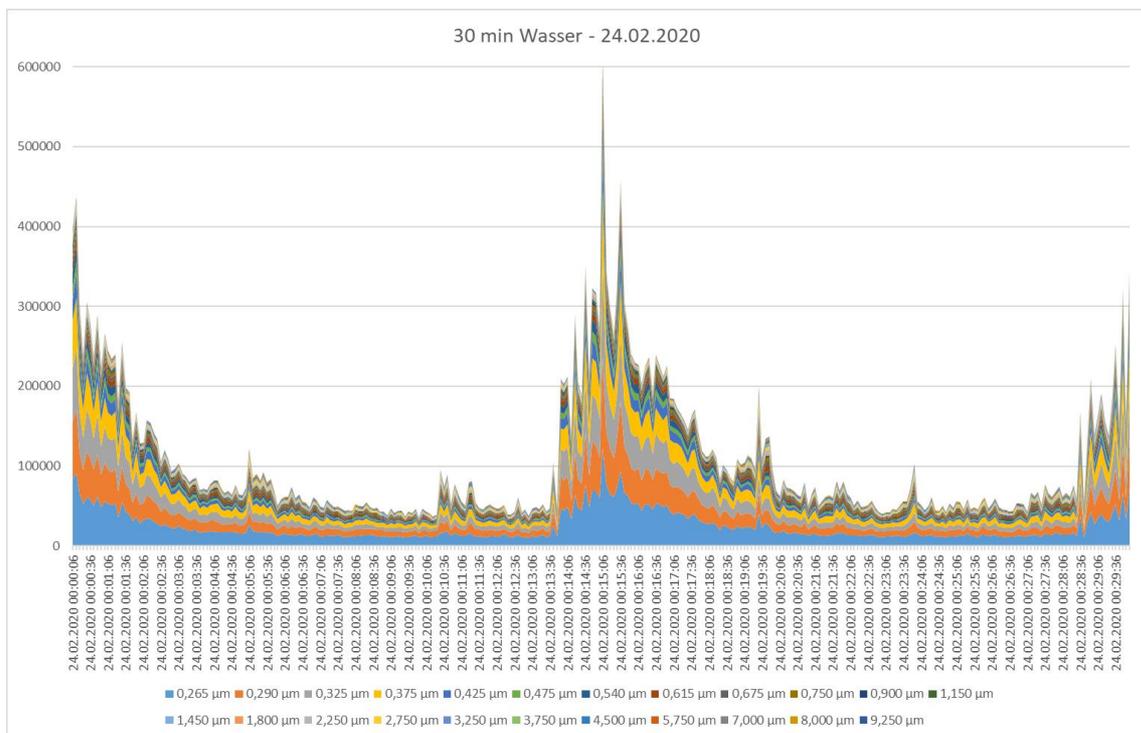


Abbildung 15: 00:00-00:30 Uhr, Wasser + Öl, Partikelanzahl der Staubfraktionen < 10µm

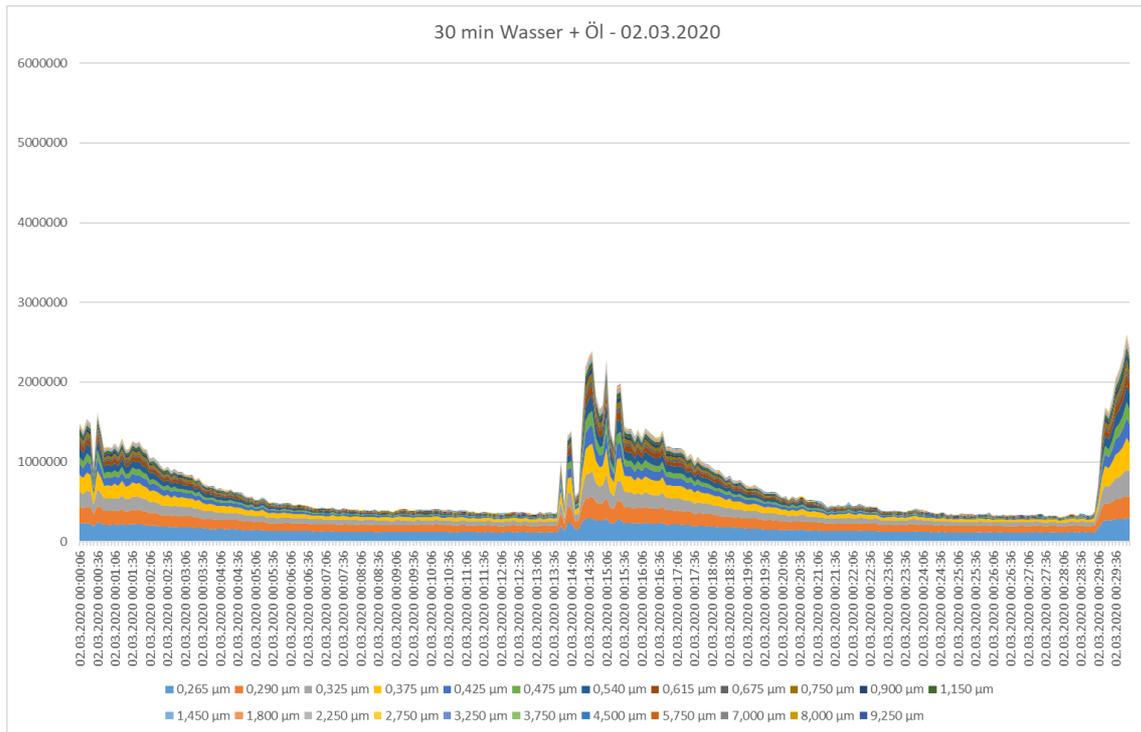
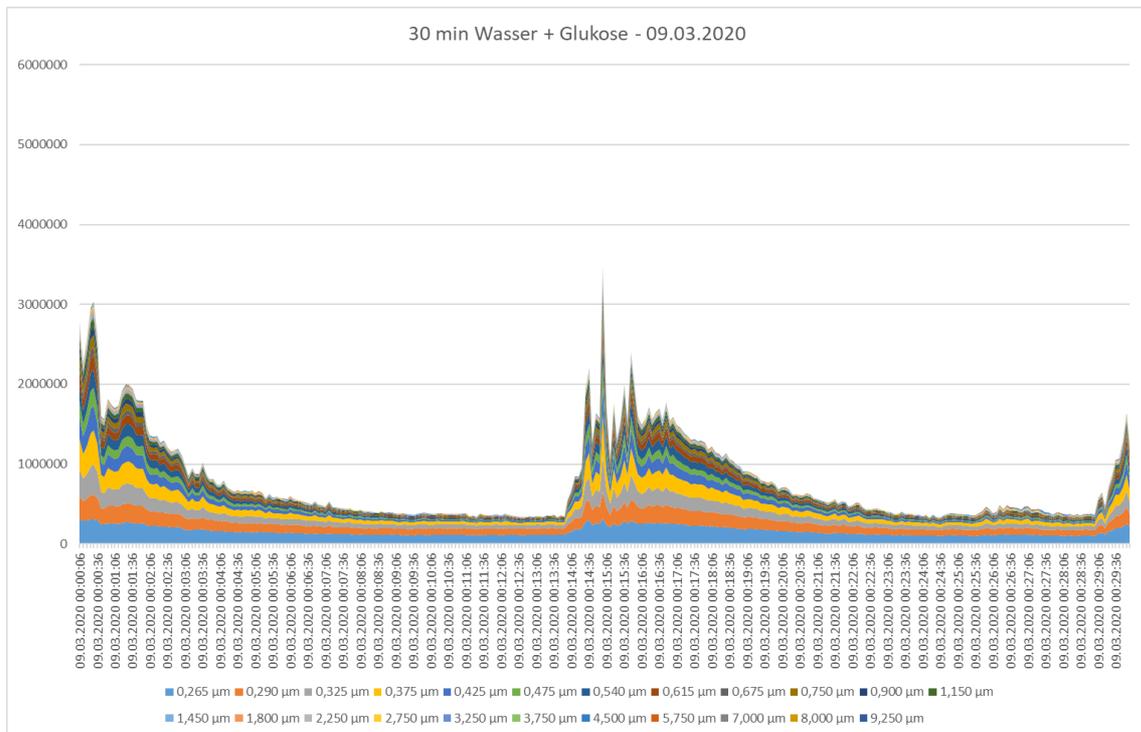


Abbildung 16: 00:00-00:30 Uhr Wasser + Glukose, Partikelanzahl der Staubfraktionen < 10µm



Die Abbildungen zeigen sehr klar die durchgeführten Sprühvorgänge mit einem Intervall von 15min. Erkennbar ist ein Anstieg der Partikelkonzentrationen vor allem zu Beginn, dies ist ein durch die versprühten Wasserpartikel hervorgerufener Effekt.

Vor allem in den Varianten Wasser + Öl sowie Wasser + Glukose ist eine deutliche Verminderung der Grundkonzentration nach einem kurzzeitigen Anstieg zu sehen. Die Werte pendeln sich jeweils auf gerundet 50.000 Partikel ein – dies entspricht einer Minderung der Gesamtstaubkonzentration aller Partikel < 10µm um knapp 82 Prozent.

Beim Versprühen von Wasser ist die Reduktionszeit kürzer, jedoch etwas weniger ausgeprägt und pendelt sich mit einigen Schwankungen auf einen gerundeten Wert von 75.000 Partikeln ein – dies entspricht einer Reduktion von 73%. Diese Minderungswerte sind als maximale Möglichkeit einzustufen, da abhängig von Management und Aktivität der Tiere untertags große Schwankungsbreiten zu verzeichnen sind und die Reduktionsgrade dementsprechend variieren.

Tabelle 4: Mittelwerte der Gesamtpartikelanzahlen bis 10µm während einer Nachtmessung

Variante	Partikelanzahl aller Staubfraktionen < 10 nach dem Sprühvorgang (gerundet auf volle Tsd.)	Differenz
Kontrolle	280.000	
Wasser	75.000	-73%
Wasser + Öl	50.000	-82%
Wasser + Glukose	50.000	-82%

Neben der hervorragenden Fähigkeit des Systems, den Staubgehalt in der Stallluft zu reduzieren, wurde durch den Betriebsleiter vor allem durch das Bronchial-Elixier eine deutlich positive Wirkung auf den Tierbestand festgestellt. Die Zugabe von ätherischen Ölen oder ähnlichen Wirkstoffen ist vor allem in der Übergangszeit empfehlenswert, da diese unterstützend für den Respirationstrakt der Tiere wirken.

3.2 Sommermessreihe

Mehrere Faktoren führen dazu, sich vermehrt mit neuen Techniken zur Luftoptimierung in Stallungen der Nutztierhaltung auseinandersetzen zu müssen. Zum einen war in den letzten beiden Sommern ein deutlicher Anstieg der Temperaturen spürbar, zum anderen benötigen die Tierbestände zur Gesunderhaltung und bestmöglicher Ausschöpfung des Leistungspotentials optimale Bedingungen das Stallklima betreffend. Zusätzliche Maßnahmen wie das Versprühen von Wasser (oder die Beimischung flüssiger Aerosole) haben vielfältige Wirkungen und ermöglichen neben einer Staubreduktion zusätzlich die Kühlung der Abteile.

Gerade der Bau von neuen Stallungen mit Hauptaugenmerk auf mehr Tierwohl, Mehrflächenbuchten, offene Gebäudestrukturen, natürlicher Belüftung, funktionieren ohne Klimatisierung des Ruhebereiches oder Vorkonditionierung der zugeführten Luft (Coolpads, Erdwärmetauscher, etc.) im Sommer nicht. Die Schweine verkoten die Liegebereiche, die Schadgasgehalte steigen und die Gesundheit der Tiere ist beeinträchtigt – nebenbei ergibt sich ein arbeitstechnischer (und meist händischer) Mehraufwand für die Reinigung.

Um das System hinsichtlich seiner Kühlwirkung zu testen, wurde von 20. Juni bis 28. Juli 2020 einer Sommermessung durchgeführt.

Abbildung 17: Schadgaskonzentration und Buchtenverschmutzung unter suboptimalen Bedingungen



Abbildung 18: Schadgaskonzentrationen und Bucht mit optimaler Stallklimagegestaltung



3.2.1 Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit

Im Gegensatz zur Wintermessreihe wurden verschiedene Sprühintervalle getestet, um festzustellen, welchen Zeitraum der Staubgehalt der Luft bis zur maximalen Minderung benötigt als auch inwiefern Auswirkungen auf die im Stallabteil vorherrschenden Temperaturen im Vergleich zur Temperatur im Auslaufbereich (= Aktivitätszone, Näheverhältnis Außentemperatur) vorzufinden sind.

Bei 41 Messtagen gab es an 15 Tagen Außentemperaturen größer 30°C (Höchstwert 34,6°C). Die Technik konnte diese Temperaturanstiege bei einem via Temperatursensor gesteuerten Sprühintervall von 30 Minuten und einer Sprühdauer von jeweils 30 Sekunden vor allem in den Nachmittagsstunden sehr gut kompensieren, es kam lediglich an 2 Messtagen zu Temperaturen bis 31,1°C – die Durchschnittstemperatur im Innenbereich lag bei 25,36°C. Die Temperaturreduktion der eingesetzten Technik ergab Differenzen zwischen innen und außen von bis zu 4 Kelvin. Exemplarisch wird ein Nachmittagsverlauf visuell dargestellt (*Abbildung 19*).

Da der Innenbereich (Ruhebereich) bislang über ein geschlitztes Rohr mittels Ventilator durch Überdruck nur mäßig mit Frischluft versorgt wird (vgl. Strahllüftung), wird ein erhöhtes Potential bei deutlicherer Zufuhr von Frischluft in den Stall vermutet. Auch die Intensität der Sprühvorgänge kann an sehr heißen Tagen noch erhöht werden und wurde während der zweiten Versuchshälfte mit positiven Ergebnissen getestet.

Abbildung 19: Temperaturverlauf (°C) am Nachmittag des 28.06.2020

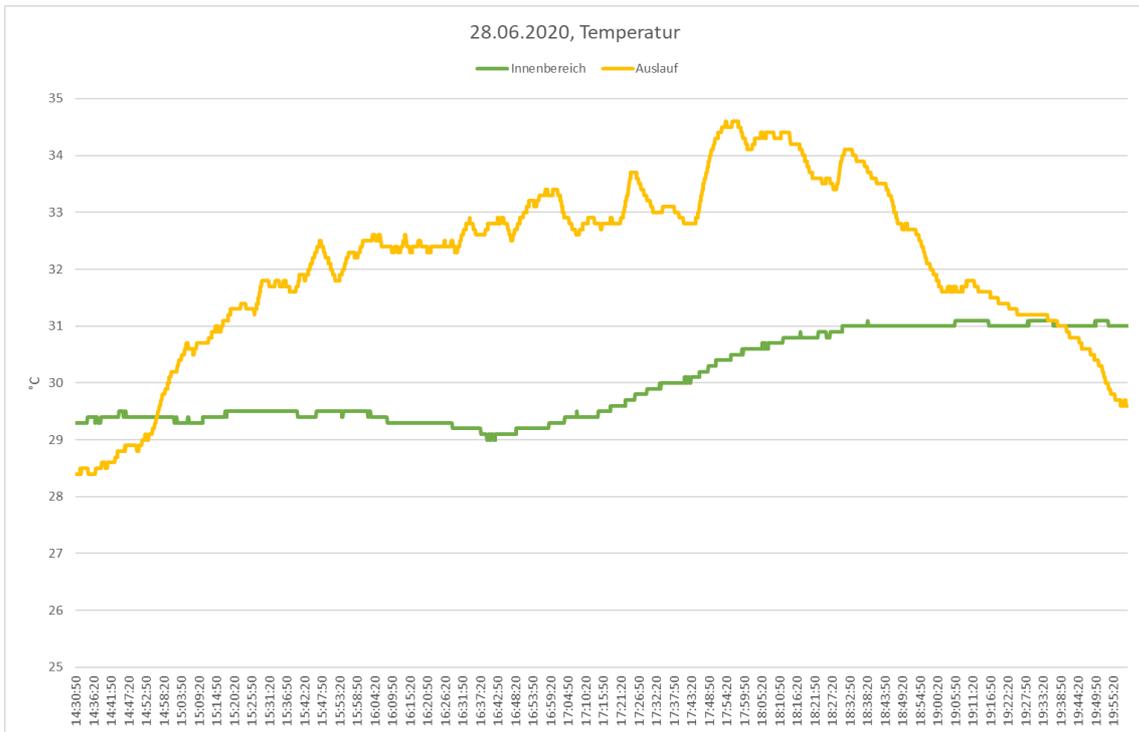
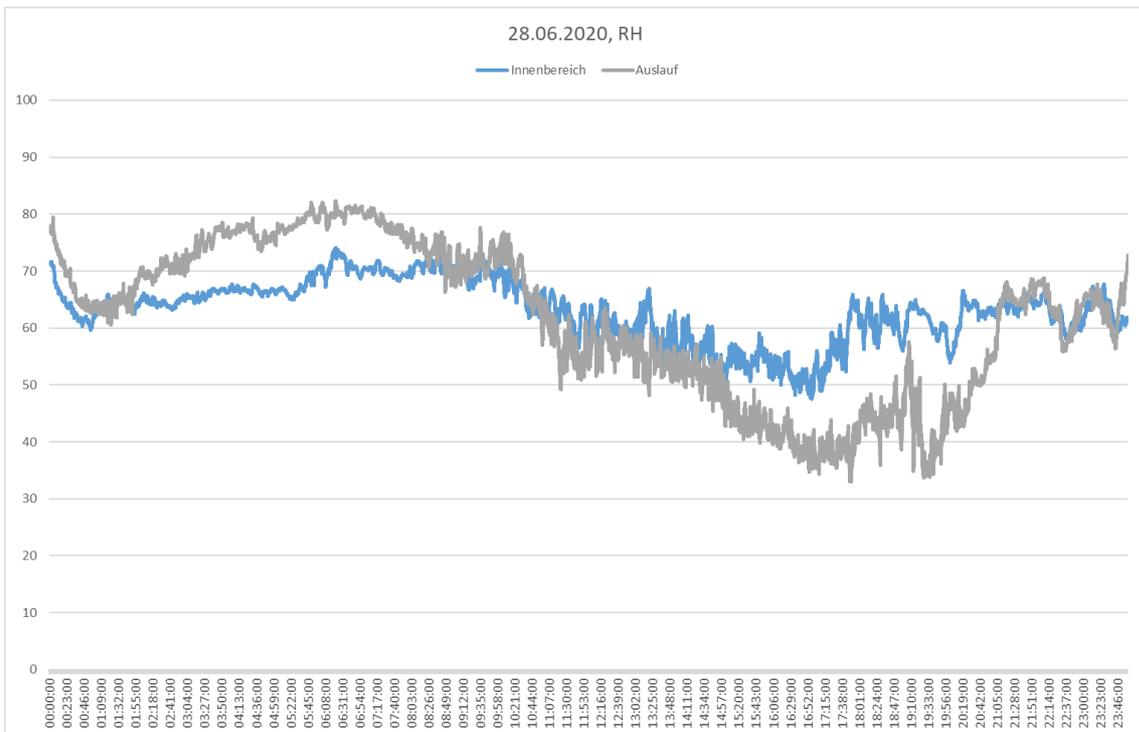


Abbildung 20: Verlauf der relativen Luftfeuchtigkeiten (%) am Nachmittag des 28.06.2020

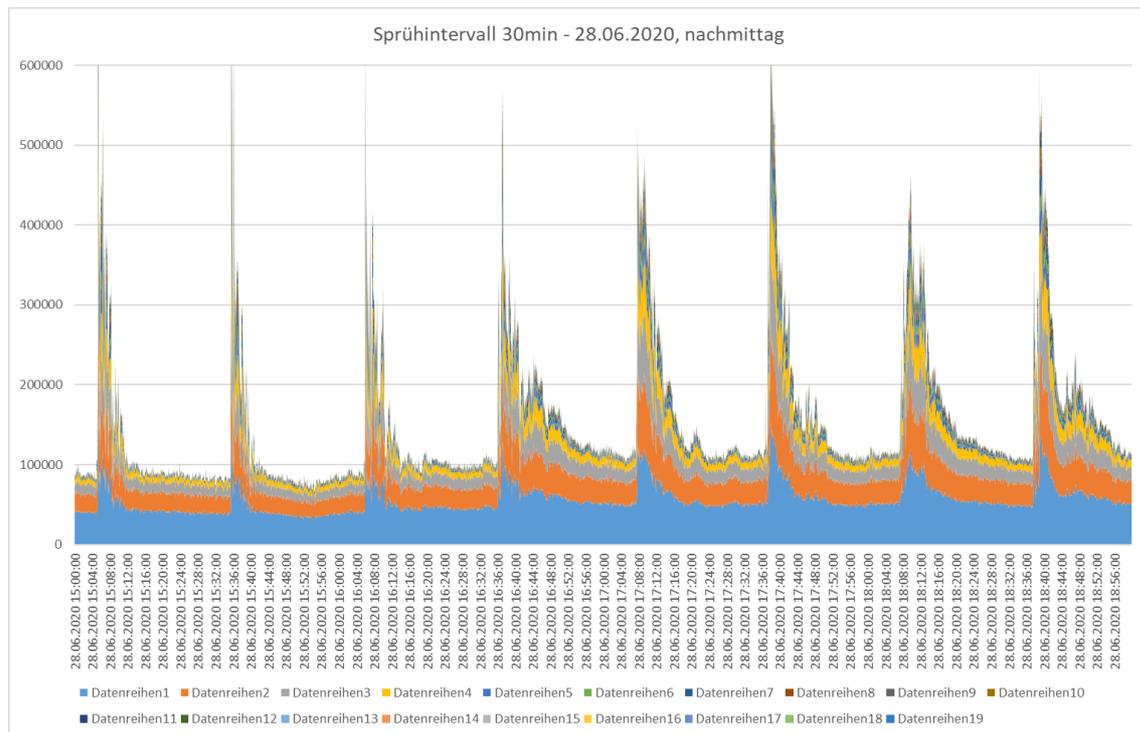


Bezogen auf die relativen Luftfeuchtigkeiten konnte durch die gute Steuerung des Systems ein optimales Stallklima bereitgestellt werden. An Tagen mit intensiver Verrieselung von Wasser (vor allem bei Temperaturen nahe und über 30°C und einem gleichzeitigen Abfall der Außenfeuchte) schaffte es das System, die Bedingungen im Tierbereich im Optimum zwischen 50 und 70% zu halten und ein Austrocknen der Luft zu verhindern.

3.2.2 Staubgehalt

Bezüglich der Messdaten von Staub wurden die Ergebnisse der im Februar durchgeführten Voruntersuchungen nochmalig bestätigt. Nach einem kurzfristigen Partikelanstieg durch den Sprühvorgang erfolgte eine deutliche Reduktion des Staubgehaltes auf 80.000-100.000 Teilchen mit einem leichten Anstieg in den Nachmittagstunden.

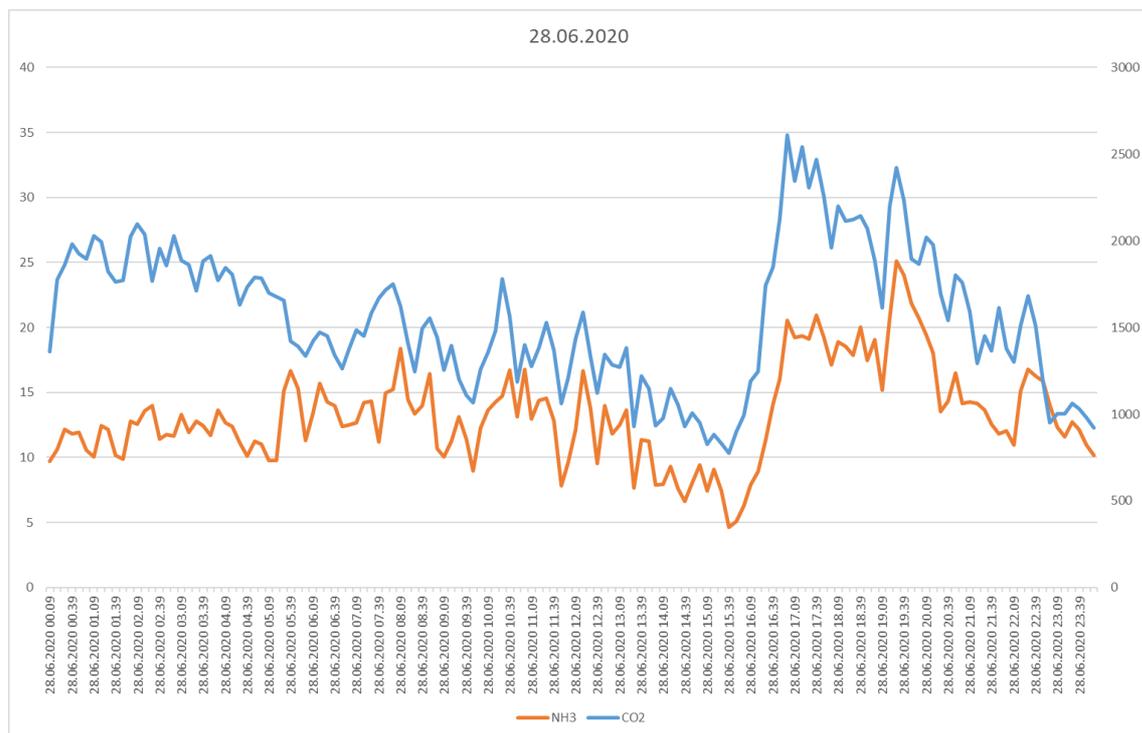
Abbildung 21: Partikelanzahl der Staubfraktionen am Nachmittag des 28.06.2020



3.2.3 Schadgasgehalte

Die Erhöhung der Staubgehalte während der Nachmittagsstunden ist auf Managementmaßnahmen und Tieraktivität zurückzuführen, dies spiegelt sich auch in den Werten für Ammoniak und Kohlendioxid wieder.

Abbildung 22: Tagesverlauf der Ammoniak- und Kohlendioxidkonzentrationen (ppm) am 28.06.2020



Mit wenigen Ausnahmen wurden die Empfehlungen betreffend der maximalen Schadgasgehalte von 20ppm NH₃ sowie 2.000ppm CO₂ eingehalten und waren mit Mittelwerten von 1.659ppm CO₂ sowie 13,63ppm NH₃ als sehr gut einzustufen. Überschreitungen wurden vor allem in den Morgen- und Nachmittagsstunden verzeichnet (5:30-7:00 Uhr sowie 13:00-19:00 Uhr), diese sind wiederum auf vermehrte Aktivität der Tiere zurückzuführen.

Tabelle 5: Mittelwerte, Minima und Maxima der Schadgaskonzentrationen in ppm

	Mittel	Min	Max
CO ₂	1659	636	3689
NH ₃	13,63	0	40,77

4 Fazit

Einsetzbar ist dieses System überall dort, wo die vorhandene Technik gut beherrscht wird und alle Verbesserungsmöglichkeiten im Gebäude bereits ausgeschöpft sind. Klimatisch gesehen ist eine aktive Kühlung oder Zuluftkonditionierung vor allem bei Stallsystemen ohne aktiver Zu- und Abluftführung in Zukunft zwingend notwendig, die Anzahl an Hitzetagen steigt und die Funktionssicherheit wäre jedenfalls gefährdet.

Auch Stäube üben in der Tierhaltung einen wesentlichen Einfluss auf die Gesundheit der Lebewesen, aber auch das Betreuungspersonal und über die Immission auf die Umwelt aus. Wenn man den Weg Richtung mehr Tierwohl weiterhin forciert, so muss man sich eingehend Gedanken sowohl über das Einstreumaterial/-verfahren als auch die Qualität des angebotenen Beschäftigungsmaterials machen.

Vorliegende Messungen zeigen einen wesentlichen und positiven Einfluss der verwendeten Zweistoffdüsenteknik (Firma aero-solutions Umwelttechnik GmbH, Linz) auf den Staubgehalt der Luft als auch die wesentlichen, für die Schweinehaltung wichtigen Klimabestandteile wie Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit.

Welche Einstellungen sind praktikabel?

- Betriebsarbeitsdruck unter 5bar (Wasserdruck von mindestens 3,5bar)
- Beste Ergebnisse bei Intervallen von 30 Minuten und einer Sprühdauer von jeweils 30 Sekunden (15 Minuten und 15-30 Sekunden während Hitzeperioden)
- Frei wählbare Maximalfeuchtigkeit bzw. Mindesttemperatur (ideal bis 80% rel. Luftfeuchte und ab 23°C Stalltemperatur)
- Betriebszeit von 8:00 bis 18:00 Uhr
- Schalten mit Zeitschaltuhr möglich
- Zerstäubung von Flüssigkeiten mit einer Tröpfchengröße von < 20µm als schwebendes Aerosol

5 Literatur

BERRY, N., ZEYER, K., EMMENEGGER, L., KECK, M. (2005): Emissionen von Staub (PM10) und Ammoniak (NH₃) aus traditionellen und neuen Stallsystemen mit Untersuchungen im Bereich der Mastschweinehaltung. Agroscope FAT Tänikon, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen

HESSEL, E. (2012): Stäube und Schadgase in der Pferdehaltung – Quellen der Entstehung, Auswirkung auf die Pferdegesundheit und Möglichkeiten der Reduzierung. Stallbau Pferdehaltung, 13. März 2012, Georg-August-Universität Göttingen, Außenstelle Vechta, Department für Nutztierwissenschaften, Abteilung Verfahrenstechnik

Die angeführten Auswertungen, Tabellen und Abbildungen zeigen exemplarische Auszüge beider Messreihen. Aufgrund der hohen Datendichte wurden spezielle Tage mit außergewöhnlichen Bedingungen herausgegriffen, um die Möglichkeiten des Systems konkret und gezielt zu veranschaulichen. Die Ergebnisse und die gezeigte, positive Wirkungsweise ist auf alle Messtage mit ähnlichen Bedingungen umzulegen.



HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning

raumberg-gumpenstein.at