

Staubemissionen und Minderungsmaßnahmen in der Schweinehaltung

Ing. Irene Mösenbacher-Molterer und Michael Kropsch, BMA
Abteilung Tierhaltungssysteme, Technik und Emissionen

Emissionsbeurteilung in der Nutztierhaltung

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

23. März 2021



Ursprung der Thematik

„Neben der Umweltbelastung durch Schadgase und Gerüche gelangen auch die partikelförmigen Freisetzungen in Form von Aerosolen immer mehr in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses, da durch die Immission von Stäuben und Mikroorganismen eine **Gesundheitsgefährdung bei Tieren, Stallpersonal und Anwohnern** bereits nachgewiesen wurde bzw. stark vermutet wird.“

(HARTUNG & SEEDORF, 1999; SEEDORF, 2000; TAKAI ET AL., 1998)

Quelle: RIEGER et.al. (2003)

Drei Problembereiche:

- Stallstauballergien sind ein chronisches Gesundheitsproblem geworden!
- Lungenbeanstandungen in den Schlachthöfen nehmen zu!
- Genehmigungsverfahren?

Auszug „Aspekte der Raumordnung, des Baurechts und des Naturschutzes bei Stallgebäuden“
(Landesumweltanwaltschaft Burgenland und Veterinärabteilung der Burgenländischen
Landesregierung, 2015)

- c) In welcher Entfernung zum Bauvorhaben habe ich „Nachbarn“ bzw. gibt es in der Nähe Wohnungsbauten?
Sind diese von eventuellen Emissionen / Immissionen betroffen, wie
- Geruch (besonders bei Stallungen!)
 - Lärm
 - Staub

Ammoniak

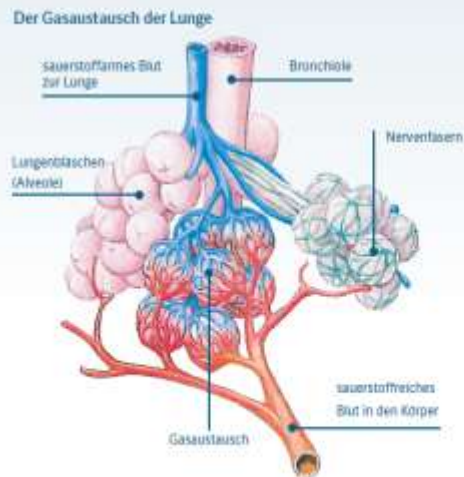
- Feinstaub-Vorläufersubstanz
- gefährdet die Gesundheit von Mensch und Tier mit negativen Einflüssen auf Umwelt und Biodiversität

rel. Luftfeuchtigkeit

- Nicht zu unterschätzender Faktor hinsichtlich Leistung und Gesundheit
- Nährboden für Krankheitserreger
- Beeinträchtigung von Schleimhäuten und Lungentrakt
- **Optimum zwischen 50-70% rF**

Infektionsgeschehen

- Primär pathogene Atemwegserreger
 - Schädigung durch Erreger oder Umweltfaktoren (Staub, trockene Atemluft, etc.)
 - Verstärkte Sekretion von dünnflüssigem Bronchialschleim
 - im Verlauf der Erkrankung zunehmend zähflüssiger und idealer Nährboden für bakterielle Erreger
 - Reinigungsfunktion des Flimmerepithels stark eingeschränkt
- Sekundär pathogene Atemwegserreger
 - zusätzliche Infektion durch sekundäre Erreger, in der Regel Bakterien
 - körpereigene Abwehrstoffe können Abwehrfunktion nicht mehr ausüben



Quelle: Böhringer-Ingelheim (2012)

Deutsche Tierschutz-Nutztierhaltungs-VO

Wer **Schweine** hält, hat sicherzustellen, dass im Aufenthaltsbereich der Schweine folgende Werte nicht überschritten werden (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung Paragraf 26 Absatz 3 Nummer 1):

Stoff	Wert
Ammoniak	20 ppm
Kohlendioxid	3000 ppm
Schwefelwasserstoff	5 ppm

Quelle: Niedersächsisches Landesamt für
Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2021)

Forschungsaktivität aktuell

- Klimaaoptimierung
- Prüfung neuer Techniken
- umfangreiche Staubmessungen

Emissionsminderung
„IM STALL / indoor“
→ wo der Staub entsteht!

Stallsysteme

Konventionelle Stallungen

- immer wieder Betriebe mit unzureichendem Stallklima und gesundheitlichen Einschränkungen → großes Potential vorhanden bzgl. Klimaoptimierung, Tiergesundheit, Emissionsminderung

„Tierwohlstallungen“ (konventionell/bio)

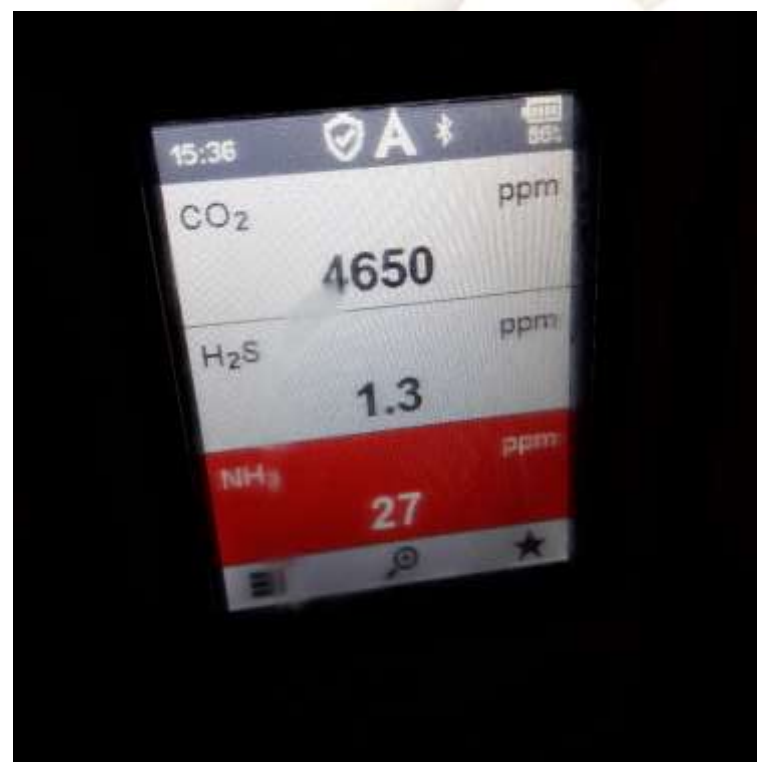
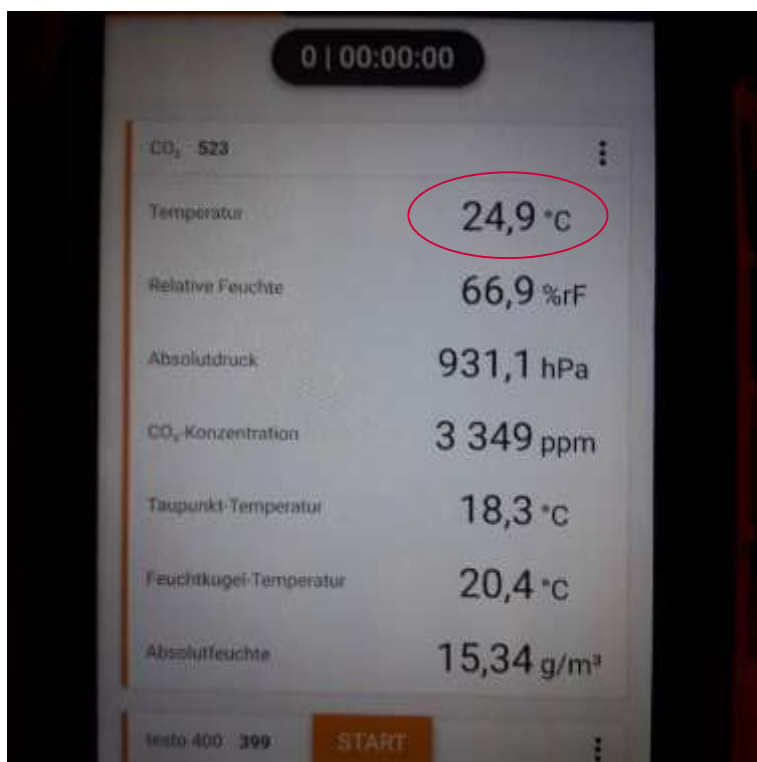
- gehäuft respiratorische Erkrankungen
- Staubaufkommen durch Einstreu, Fütterung → wesentlicher Einflussfaktor
- Ställe funktionieren ohne Kühlung/Konditionierung der Zuluft **NICHT** → Tiere verkoten Liegebereich, Erhöhung der Emissionen, Tiergesundheit, Qualität Schlachtkörper?

Aus der Praxis...

- konv.
Vollspaltensystem
- Ersteinstallung
08/2020
- Zuluft über
Porendecke
- Abluftführung
oberflur
- Flüssigfütterung



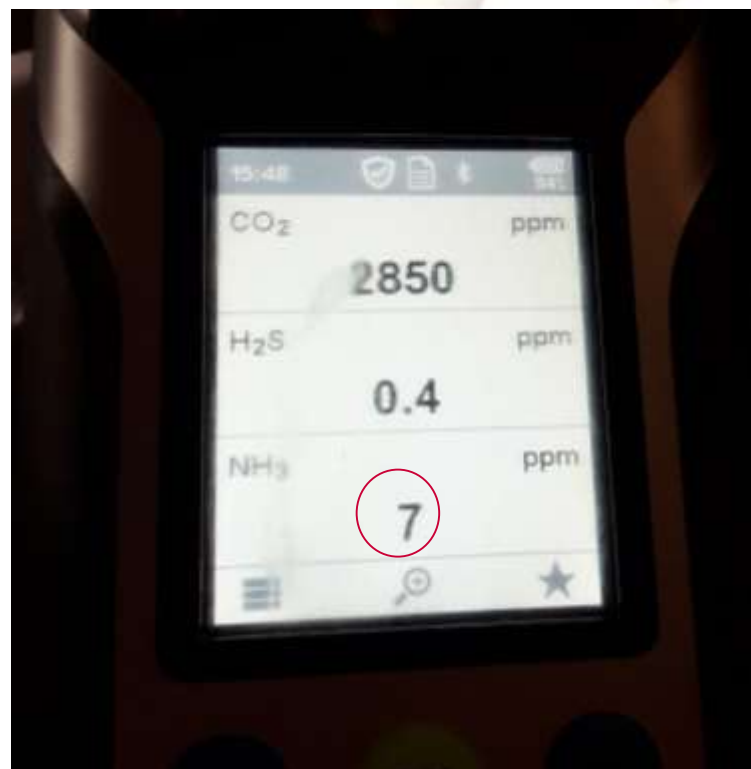
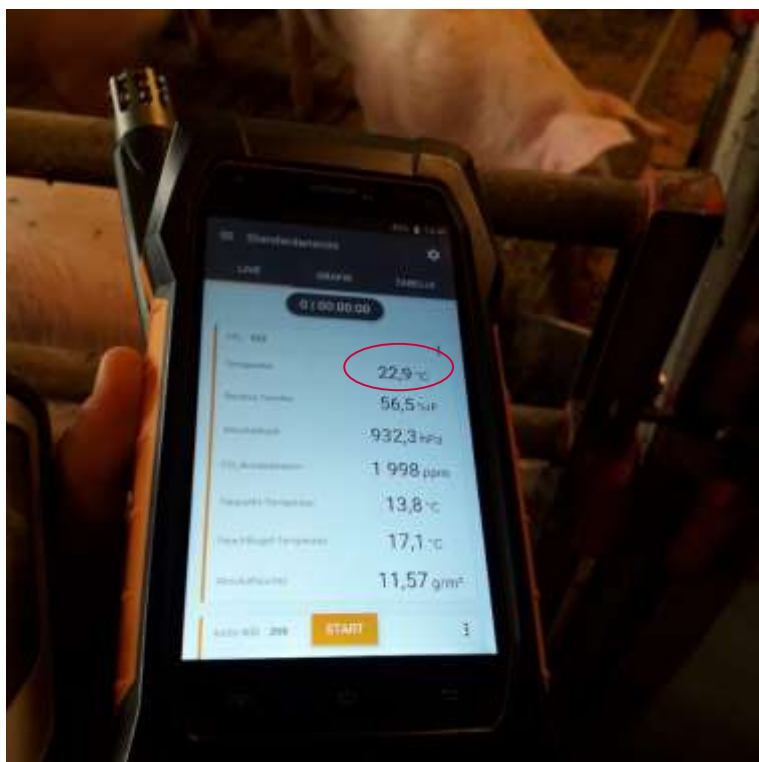
Temperatur zu hoch bei einem Tiergewicht von ca. 60kg!



Temperaturabsenkung 2K

Messwerte nach 10min

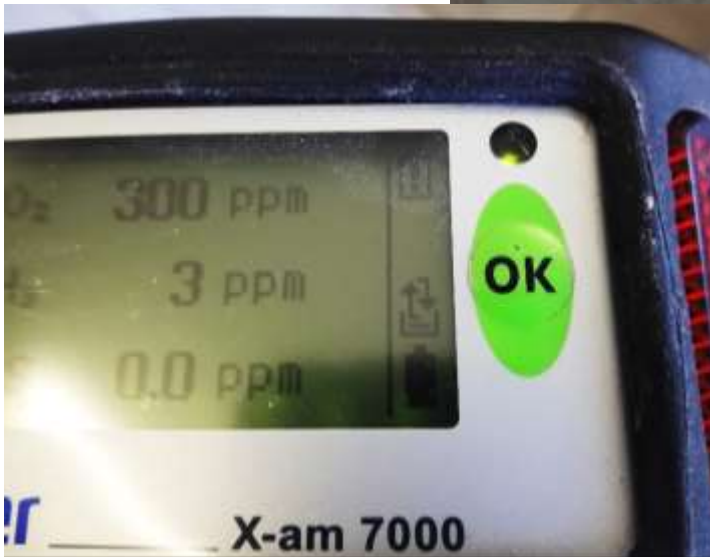
- Minus 38,70% Kohlendioxid
- Minus 74,07% Ammoniak
- Minus 10% rel. Luftfeuchte





Aus der Praxis...

- Tierwohlstall für
Mastschweine



Aus der Praxis...

- Tierwohlstall für
Mastschweine

Aus der Praxis...



Mängel

- Reduktion der Lüfrate zugunsten der Stalltemperatur (Heizleistung?)
- zu hohes Temperaturregime als „Vorsichtsmaßnahme“
- keine Klimakonditionierung in frei gelüfteten Ställen

FOLGEN:

- ✓ ungenügender Luftaustausch
- ✓ zu hohe Schadgasgehalte/rel. Luftfeuchtigkeiten
- ✓ Staubgehalt steigt
- ✓ Zuluftdecken verlieren (*nach Feuchteintrag*) ihre Funktion
- ✓ tiergesundheitliche Probleme und respiratorische Erkrankungen nehmen zu!

Beurteilung der Lungengesundheit von Schweinen aus verschiedenen ökologischen Haltungssystemen

Endotoxine und Schimmelpilze haben bedeutenden Einfluss auf Häufigkeit und Ausprägung auffälliger Lungenbefunde:

- Stallluftqualität am Beispiel von ökologischen Haltungssysteme in der Ferkelaufzucht:
 - aus den Bedingungen des Warmstalles kommend, in dem hohe Endotoxin- und Schimmelpilzkonzentrationen dokumentiert wurden, zeigten die Läufer in System B deutlich häufiger **auffälliger Lungenbefunde** als die gleichaltrigen Tiere in System C.
- Vergleich der Lungenbefunde von Mastschweinen aus verschiedenen Haltungssystemen
 - höchster Anteil **auffälliger Lungenbefunde** Tiere aus dem Stall nach EU-Öko-VO

Quelle: RIEGER et.al. (2005)

Einfluss Einstreumaterialien

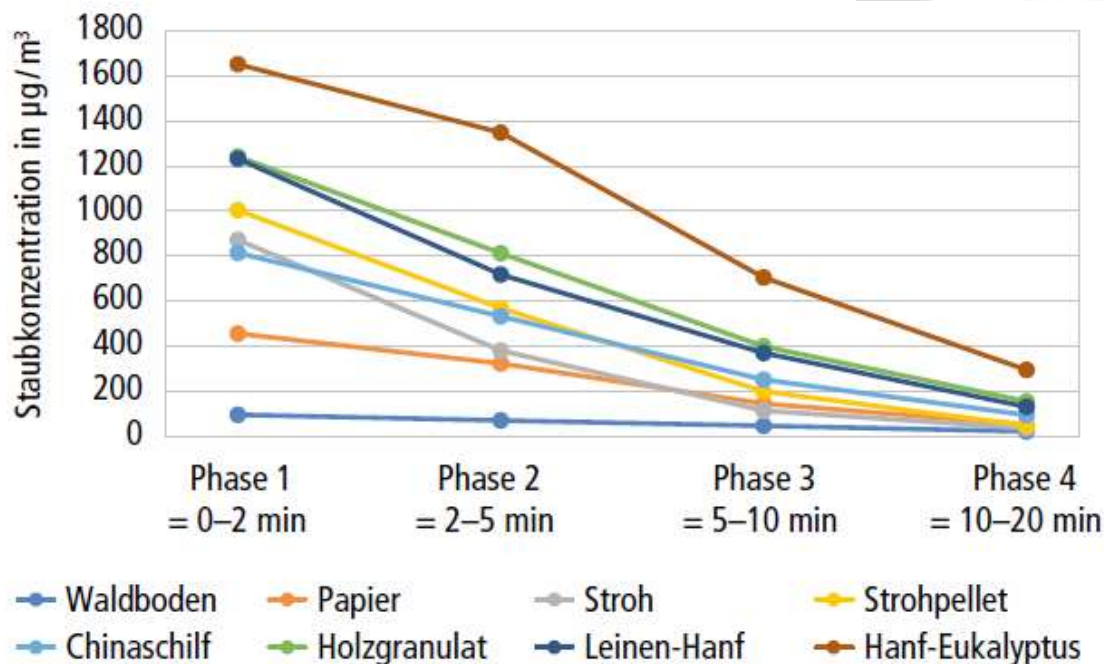


Abb. 5 | Mittlere Staubkonzentration PM 10 der acht verschiedenen Einstreumaterialien von 0 bis 20 min nach dem Drehvorgang in den Plastikkisten.

Quelle: HERHOLZ et.al. (2020)

Strohmatic (Fa. Schauer Agrotronic GmbH)

Eine Einrichtung des Bundesministeriums für
Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

- Zerkleinerung des Materials durch Stroh­mühle
- Absauganlage (Staub)
- Automatisierung der Einstreuvorgänge



Staubemissionen und Minderungsmaßnahmen

Betrieb 1



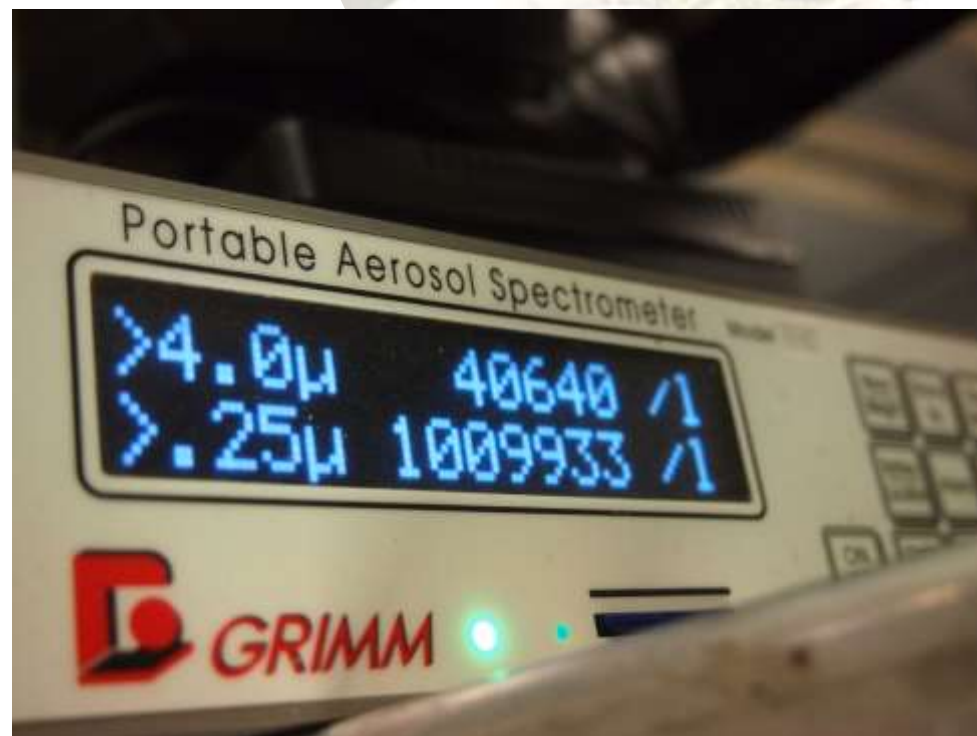
Betrieb 2



Messtechnik

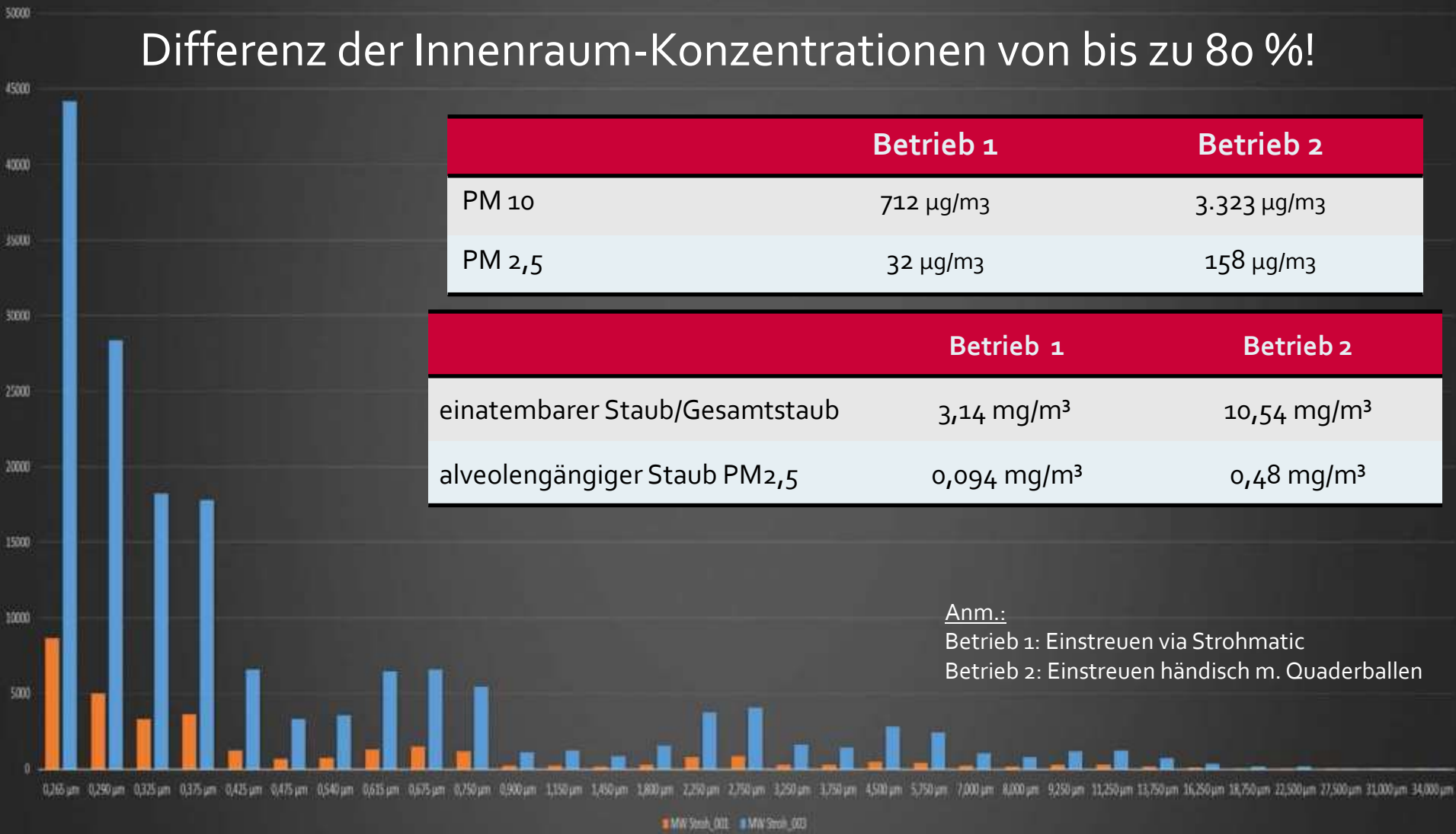
Grimm Spektrometer 11-C, Environmental Dust Monitor

- PM₁₀ – PM_{2,5} – PM₁ und Größenverteilung über 31 Größenkanäle
- Anzahl der in der Stallluft vorgefundenen Partikel
- Staubmassenanteil



MW_PM-Numbers_with vs. without Straw

Differenz der Innenraum-Konzentrationen von bis zu 80 %!



	Betrieb 1	Betrieb 2
PM 10	712 µg/m³	3.323 µg/m³
PM 2,5	32 µg/m³	158 µg/m³

	Betrieb 1	Betrieb 2
einatembarer Staub/Gesamtstaub	3,14 mg/m³	10,54 mg/m³
alveolengängiger Staub PM2,5	0,094 mg/m³	0,48 mg/m³

Anm.:
Betrieb 1: Einstreuen via Strohmatic
Betrieb 2: Einstreuen händisch m. Quaderballen

Systemvergleich

Tabelle 25: Gegenüberstellung der Feinstaubkonzentrationen in den untersuchten Mastschweineställen

	Stall 1	Stall 2	Stall 3	Stall 4	Stall 5
Untersuchungszeitraum	Sept. 2010	Sept. 2010	Sept. 2010	Okt. 2010	Okt. 2010
Tierzahl	10	160	120	181	143
Ø Gewicht [kg]	105	95	70	91	42
Lüftung	Offenfront	Rieselkanallüftung	Ganglüftung	Strahl- lüftung	Türgang- lüftung
Aufstallung	Tieflaufstall	Vollspaltenboden			
Fütterung	Trocken- futter- automat	Breifutterautomat		Flüssigfütterung am Quertrog	
Ammoniak [ppm]	17,7	5,0	4,2	5,3	5,5
Innenraum- temperatur [°C]	18	25	25	23	23
PM_{2,5} [µg m⁻³]	123	488	331	107	171
PM₁₀ [µg m⁻³]	893	4.285	3.086	1.023	1.979
Gesamtstaub [µg m⁻³]	1.684	7.494	4.090	1.834	3.985

Quelle: BÜSCHER et.al. (2012)

Mögliche Minderungsmaßnahmen

- Abluftreinigend
 - Aufsatzlösungen
 - Hochleistungsfilter
 - Winterlufttrape als Unterflurabsaugung
- Stallluftreinigung/-konditionierung und Abluftreinigung
 - Abluft-/Stallluftkonditionierung
 - Zuluft-/Stallluftkonditionierung
 - Stallluftkonditionierung

Quelle: BÜSCHER u. HÖLSCHER (2006)

Zweistoffdüsenteknik (Fa. Aero-solutions)

Zwei Leitungen nötig:
– 1 für die Flüssigkeit (3,5 bar)
– 1 für die Druckluft (2,5 bar)
genormtes Stecksystem

Tröpfchenspektrum von ca. 15 Mikron,
ein Sprühkopf schafft ca. 50 m²



Agrartechnik Berlin (1984)

Verfahrenstechnische
 Möglichkeiten für einen Einsatz in
 der Schweine-, Rinder- und
 Geflügelproduktion

Zerstäubereinheit
 Die Zerstäubereinheit ist Hauptfunktionselement des Aerosoldesinfektionsgeräts und wird zur Erzeugung und Austragung des Aerosols genutzt. Sie besteht im wesentlichen aus 6 Zweistoffdüsen, den sog. Wirbelstrominjektordüsen, die konzentrisch in einem zylindrischen „Windkanal“ mit Axialventilator angeordnet sind [7]. Die Primärluft

Aerosoldesinfektionsgerät R 410

Dr.-Ing. J. Spillecke, KDT/Ing. W. Blochwitz, KDT/Dipl.-Ing. O. Kreuzmann, KDT/Dipl.-Ing. M. Hoefl, KDT
 Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Anlagenbau Impuls Eiterwerda

1. Einleitung

Sachgemäße Reinigungs- und Desinfektionsregime gehören neben einer Reihe weiterer Faktoren der effektiven Bewirtschaftung moderner Produktionsanlagen zum entscheidenden Stabilitätskriterium für Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Tierbeständen.

Das Aerosoldesinfektionsverfahren sichert in hohem Maß die Einhaltung eines standardgerechten Desinfektionsregimes unter weitgehender Ausschaltung subjektiver Einflüsse, denen Spritz- und Sprühdiesinfektionen bisher noch unterliegen. Deshalb wird der Anwendung von Aerosolen wachsende Aufmerksamkeit entgegengebracht. Es haben sich besonders 4 Einsatzgebiete herausgebildet [1]:

- Aerosoldesinfektion
- Aerosoldesinfektion und Bekämpfung von Ektoparasiten
- Aerosolimmunisierung
- Aerosolapplikation von Medikamenten in Wirkstoffen.

In diesem Beitrag sollen dazu das Aerosoldesinfektionsgerät R 410 als Ergänzung der Maschinenlinie zur Reinigung und Desinfektion, wie u.a. in [2] beschrieben, vorgestellt und die verfahrenstechnischen Möglichkeiten für den Einsatz in der Rinder-, Schweine- und Geflügelproduktion sowie in Lagerhäusern, Gewächshäusern, in Schlacht- und Verarbeitungsbetrieben beschrieben werden.

2. Anwendung

In diese Entwicklung liegt darin, daß die Aerosoltechnik die hygienische und biologische Effektivität in sich notwendiger Maßnahmen moderner Produktionsbedingungen verbessert wird. Sie trägt dazu bei zur Steigerung der Produktivität der Viehwirtschaft bei, führt zur Reduzierung des Wassereinsatzes bei der Desinfektion, zur Reduzierung der Fehler bei der Desinfektion und zur Verringerung der Kosten beim Einsatz geistlicher Mittel.

Das Einsatzgebiet des Aerosoldesinfektionsgeräts R 410 liegt in der Tierproduktion in geschlossenen Stallanlagen. Der Ablauf des Aerosoldesinfektionsverfahrens besteht aus drei Abschnitten [3]:

- Stall abdichten
- Desinfektionslösung herstellen und anschließen
- Desinfektionslösung in das Aerosoldesinfektionsgerät füllen, programmieren und einschalten
- Aerosoldesinfektion
- Vorbefeuchtung (20 ml Wasser je m³ Stallraum)
- Desinfektion (20 ml Desinfektionslösung je m³ Stallraum)
- Nachbefeuchtung (20 ml Wasser je m³ Stallraum)

Tafel 1. Technische Daten und Einsatzvorschläge zu Aerosoldesinfektionsgeräten

Parameter	Gerät R 410	R 405
Zerstäubereistung	l/h 36 ... 48	12 ... 18
Zerstäuberdüse	Zweistoffinjektordüse (Wirbelstromprinzip)	2
Düsenanzahl	St. 6	10 ... 12
Luftbedarf	m ³ /h 30 ... 32	AHS 1-40/70-Va: ERFB oder andere
Verdichteranlagen	A 2 HV1-80/105-10: ERG oder andere	0,33 ... 0,35
Luftdruck an der Düse	MPa 0,33 ... 0,35	
elektrische Leistung (Nennleistung)		
Gerät	kW 0,75	0,18
Verdichteranlage	kW 5,5	2,2
Ventilator in Zerstäubereinheit	LANVR 315	LANVR 250
max. Fördermenge	m ³ /h 3 800	1 750
max. Gesamtdruck	Pa 550	170
Chemikalienbehälter	St. 2 x 30 l	3 x 7 l
Länge	mm 965	830
Breite	mm 590	500
Höhe	mm 830	800
Masse (leer)	kg 71	33
bevorzugte Einsatzgebiete	industriemäßige Tierproduktion Lagerhallen	kleine Gewächshäuser Kälereinheiten
besondere Kennzeichen	Fernsteuerung mit Zeitschalter Wasseranschluß an Leitungsnetz möglich	pneumatische Steuerung
Raumgrößen	m ³ 500 ... 2 500	bis 800

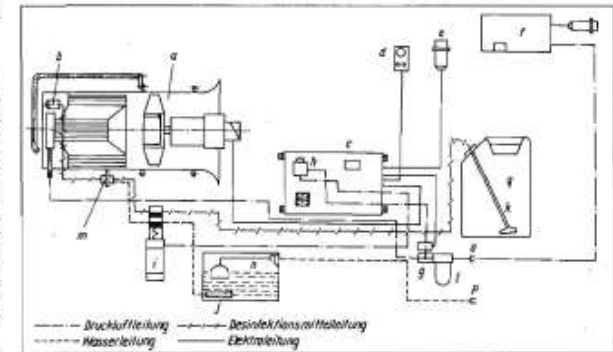


Bild 1. Prinzipdarstellung des Aerosoldesinfektionsgeräts R 410; a Zerstäubereinheit, b Aerosoldüse, c Steuerblech, d Steuerabzug, e Anschlusskabel, f Verdichteranlage, g Magnetventil für Druckluft, h Steuerventil für Umschalter, i Umschalter, j Wasserfilter, k Saugrohr mit Filter, l Druckluftfilter, m Vortellerrohr, n Wasserkasson, o Druckluftanschluß für Verdichter, p Wasseranschluß.



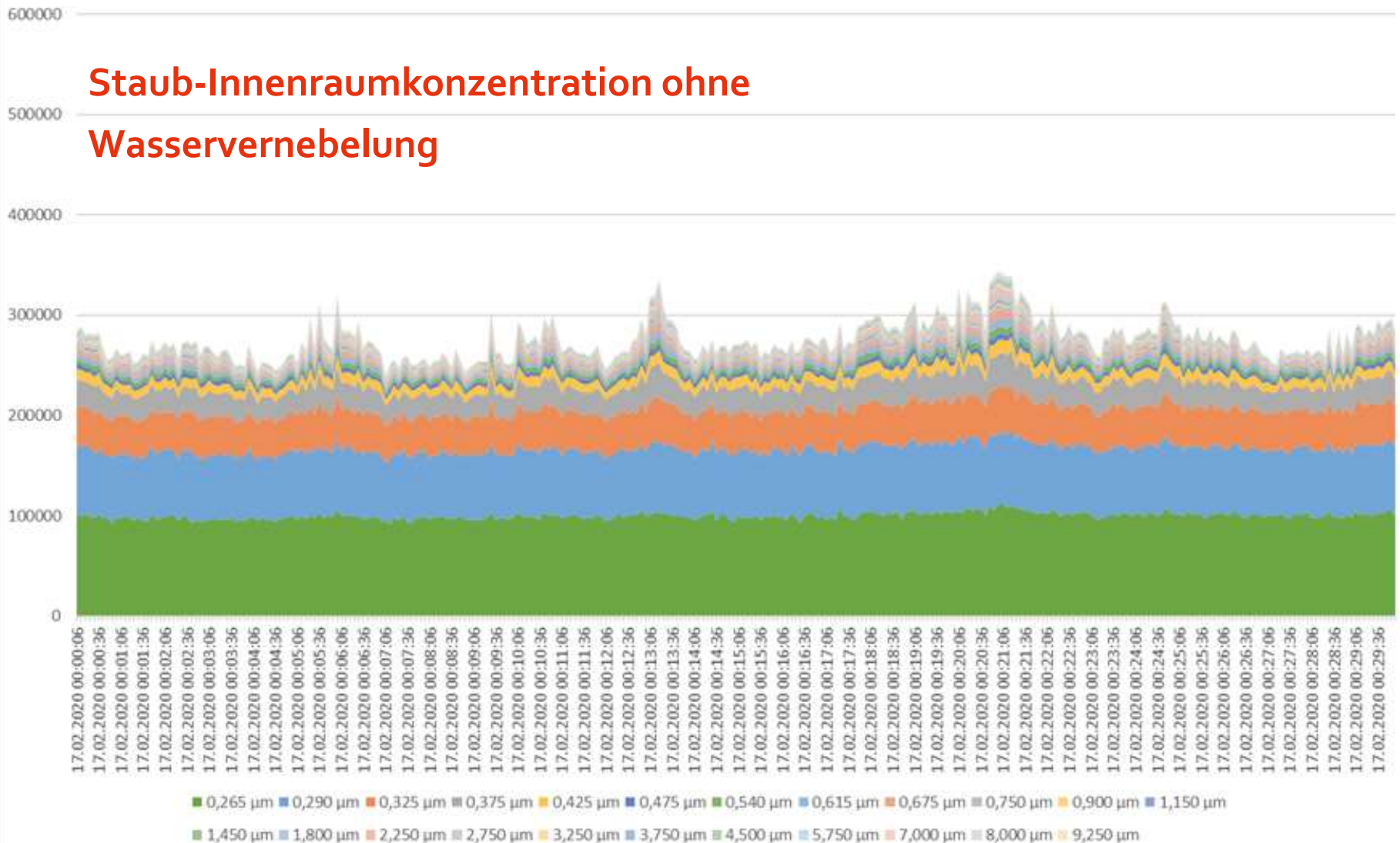
Bild 2. Aerosoldesinfektionsgerät R 410 mit Verdichteranlage

Staubemissionen und Minderungsmaßnahmen



Kontrolle - 17.02.2020

Staub-Innenraumkonzentration ohne Wasservernebelung

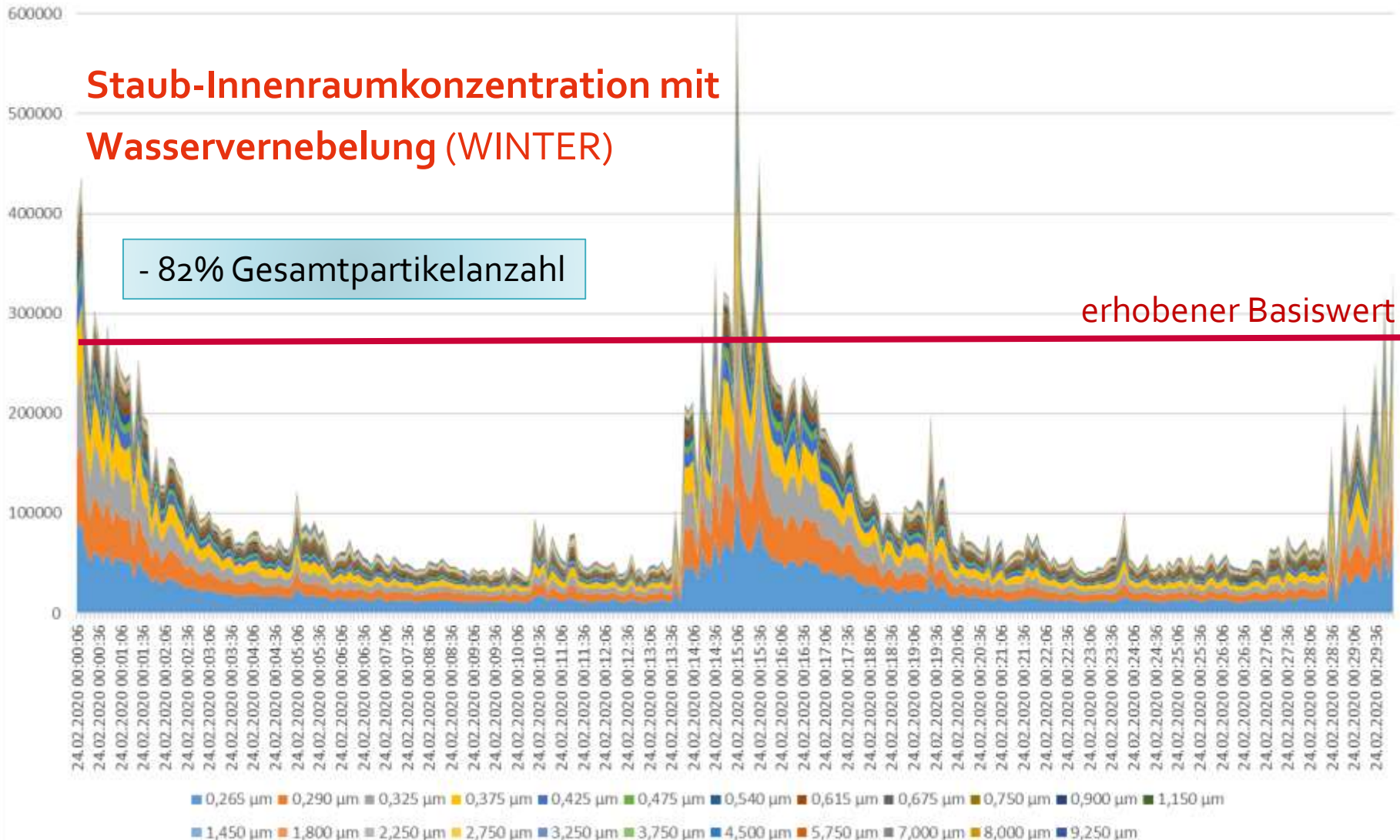


30 min Wasser - 24.02.2020

Staub-Innenraumkonzentration mit Wasservernebelung (WINTER)

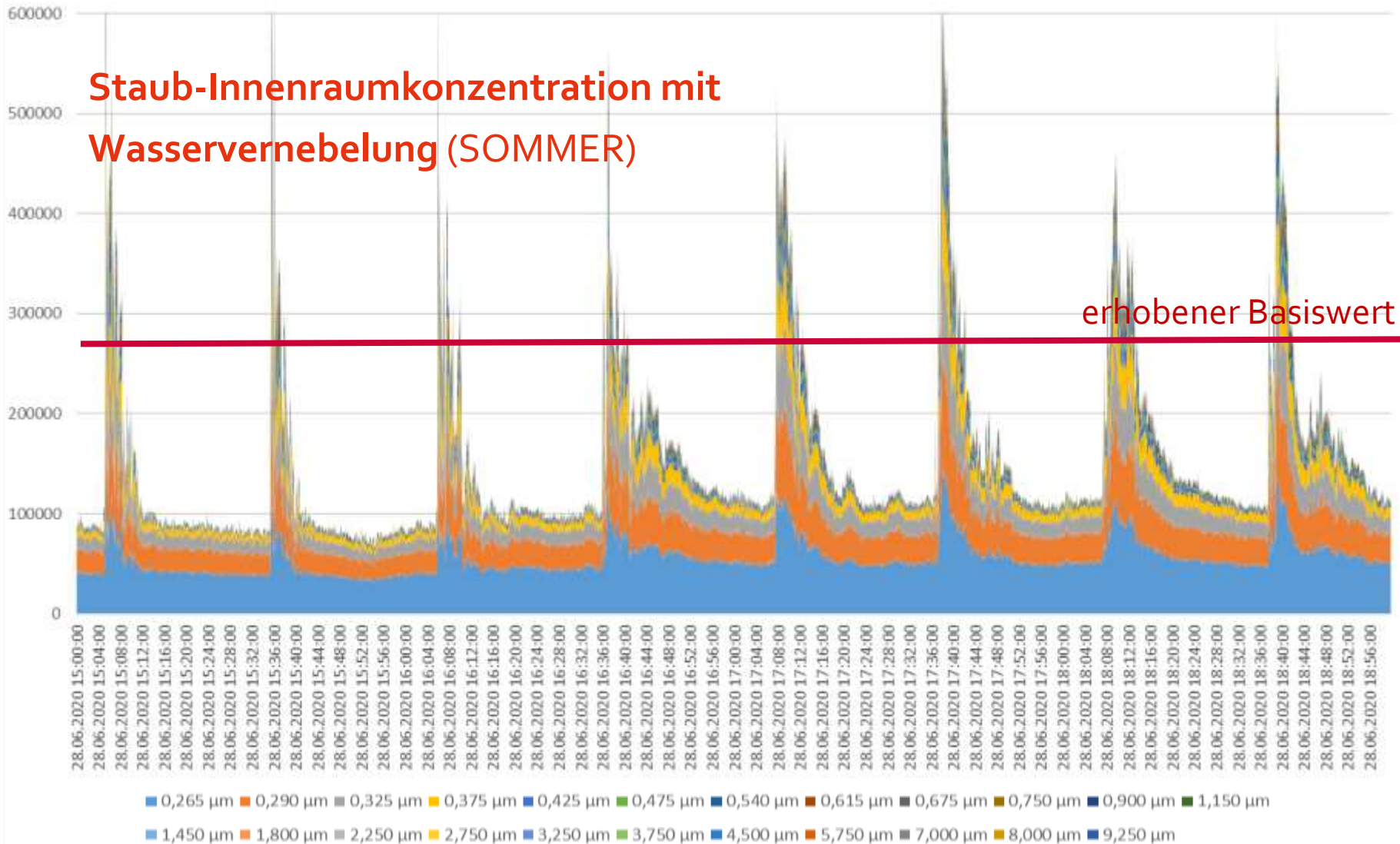
- 82% Gesamtpartikelanzahl

erhobener Basiswert



Sprühintervall 30min - 28.06.2020, nachmittag

Staub-Innenraumkonzentration mit Wasservernebelung (SOMMER)



Ergebnisse

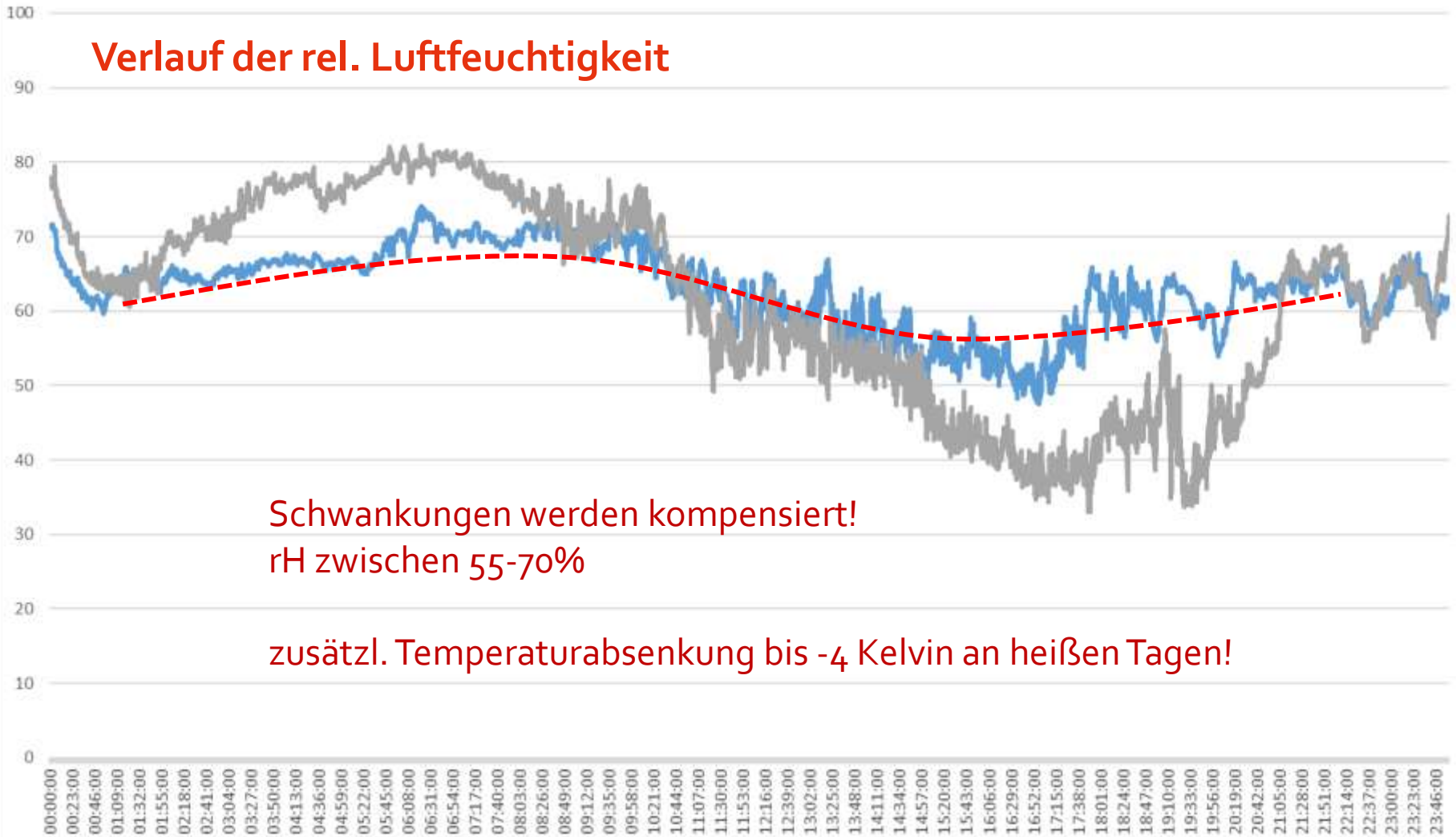
Werte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mittel PM _{2,5}	Mittel PM ₁₀	Mittel einatembare Fraktion
20.06.2020	70,41	442,24	719,92
28.06.2020 (mit Sprühen)	37,56	134,99	244,38

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

28.06.2020, RH

Innenbereich — Auslauf

Verlauf der rel. Luftfeuchtigkeit



Schwankungen werden kompensiert!
rH zwischen 55-70%

zusätzl. Temperaturabsenkung bis -4 Kelvin an heißen Tagen!

Empfehlungen

- ausreichende Dimensionierung der Lüftungsanlage und gute Planung der baulich-technischen Voraussetzungen bei Ställen mit freier Lüftung
- Lüftungsregelung in Abhängigkeit von Tieralter/-aktivität sowie Managementprozessen
- Optimum hinsichtlich Luftaustausch, rel. Luftfeuchtigkeit (50-70%rH) und Schadgaskonzentrationen anstreben
- **technische Vorkehrungen zur Klimaoptimierung und Staubreduktion treffen**
- bei Ställen mit Einstreu nur beste Qualität verwenden!
- regelmäßige staubarme Stallreinigung und **TOP MANAGEMENT** sicherstellen!

Herzlichen Dank für die Aufmerksamkeit!



Ing. Irene Mösenbacher-Molterer
Abteilung Tierhaltungssysteme, Technik und Emissionen
Irene.moesenbacher-molterer@raumberg-gumpenstein.at