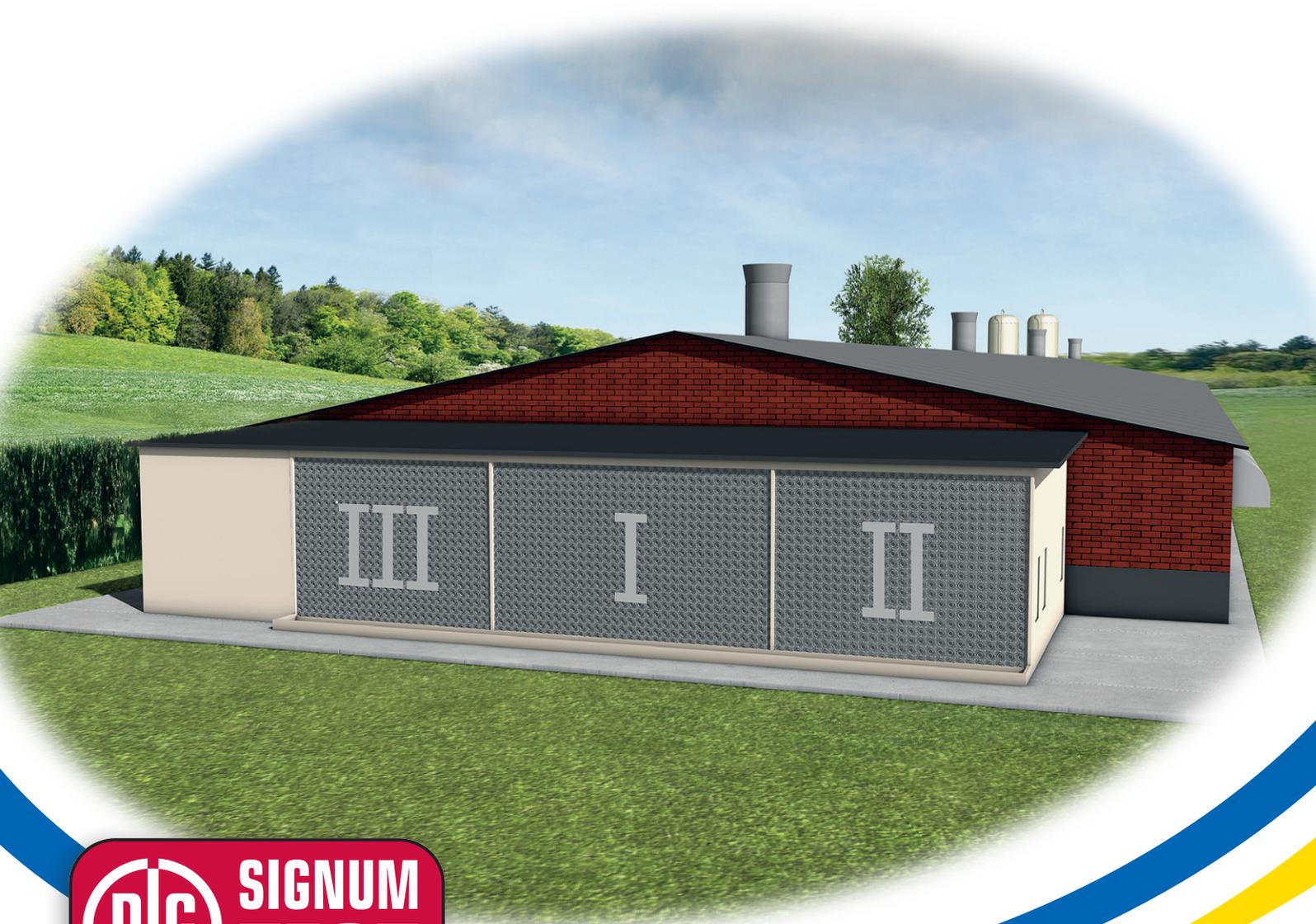


DLG-Prüfbericht 6212

Schulz Systemtechnik GmbH

2-stufige Abluftreinigungsanlage EMMI für die Hähnchenschwermast



Testzentrum
Technik und Betriebsmittel

www.DLG-Test.de

Überblick

Der SignumTest ist die umfassende Gebrauchswertprüfung der DLG nach unabhängigen und anerkannten Bewertungskriterien für landtechnische Produkte. Der DLG-SignumTest bewertet neutral alle aus Sicht des Praktikers wesentlichen Merkmale des Produktes von der Leistungsfähigkeit über die Haltbarkeit bis hin zur Arbeits- und Funktionssicherheit. Diese werden auf Prüfständen sowie unter verschiedenen Einsatzbedingungen genauso geprüft und bewertet wie die Bewährung des Prüfgegenstands bei einer praktischen Erprobung im Einsatzbetrieb. Die genauen Prüfbedingungen und -verfahren, wie auch die Bewertung der Prüfungsergebnisse werden von den jeweiligen unabhängigen Prüfungskommissionen in entsprechenden Prüfrahen festgelegt und laufend

den anerkannten Regeln der Technik sowie den wissenschaftlichen und landwirtschaftlichen Erkenntnissen und Erfordernissen angepasst. Die erfolgreiche Prüfung schließt mit der Veröffentlichung eines Prüfberichtes sowie der Vergabe des Prüfzeichens ab.



In diesem DLG-SignumTest wurde die Abluftreinigungsanlage der Firma Schulz Systemtechnik GmbH auf seine Eignung zur Emissionsminderung von Staub, Ammoniak und Geruch aus dem Abluftstrom eingestreuter Masthähnchenstallungen geprüft. Grundlage für die Prüfung ist eine Auslegung der Lüftungsanlage nach der Nutztierhaltungsverordnung, welche einen spezifischen Luftvolumenstrom

von 4,5 m³/(kg·h) vorsieht. Bei der DLG Signum Zertifizierung sind die im Prüfrahen beschriebenen verfahrenstechnischen Parameter zur Abscheidung von Staub, Ammoniak von mindestens 70 % und Geruch mit einer Konzentration von max. 300 GE/m³ im Reingas der Abluftreinigung, wobei ein rohgastypischer Geruch nicht mehr wahrnehmbar sein soll, einzuhalten. Die Anforderungen von Staub und Ammoniak wurden mit dieser Abluftreinigungsanlage sicher eingehalten. An allen Messterminen wurde eine Minderung der Geruchsstoffkonzentration festgestellt. Die so ermittelten Werte entsprachen nicht dem aktuellen Prüfrahen der DLG-Signum-Zertifizierung, wobei aber eine durchgehende Minderung des Geruchsmassenstromes festzustellen war.

Beurteilung – kurz gefasst

Die Abluftreinigungsanlage der Fa. Schulz Systemtechnik ist ein zweistufiger, chemisch arbeitender Abluftwäscher zur Abscheidung von Staub und Ammoniak aus Hähnchenmastställen mit Schwermastverfahren. Nach einer berieselten Rohrbündel-Filterwand zur Ammoniak- und Staubvorabscheidung (pH-Wert unter 4) gelangt die Abluft in einen Tropfenabscheider,

der die zweite Stufe vor Aerosolen schützen soll. Die zweite Stufe wird im pH-Bereich zwischen 6,5 und 6,8 betrieben um verbleibende Restammoniak- und Reststaubemissionen zu binden. Zusätzlich sollen in der letzten Stufe Geruchsstoffe entfernt werden. In der Prüfung erreichte die Abluftreinigungsanlage im Durchschnitt über 90% Ammoniak-Abscheidung. Die Wiederfin-

dungsrate des abgeschiedenen Stickstoffs lag im Winter und Sommer bei etwa 90%. Die Zertifizierung umfasste die Hauptparameter Ammoniak, Staub und Geruch. Ein Überblick der Messwerte ist in Tabelle 1 zusammengefasst. Weitere Ergebnisse sind ab Seite 9 dargestellt.

Tabelle 1:
Ergebnisse der Abluftreinigungsanlage EMMI im Überblick

Prüfkriterium	Ergebnis		Bewertung
Ergebnisse der Emissionsmessungen (nach 7. Masttag)			
Gesamtstaub (gravimetrisch, insgesamt neun Messungen)			
– Sommer (6 Messungen):			
gemittelter Abscheidegrad	[%]	79,5	○
– Winter (3 Messungen):			
gemittelter Abscheidegrad	[%]	72,3*	○
Feinstaub (gravimetrisch, zwei Messtermine)**			
– Sommer:			
gemittelter Abscheidegrad PM ₁₀	[%]	76,5	○
gemittelter Abscheidegrad PM _{2,5}	[%]	92,5	++
– Winter:			
gemittelter Abscheidegrad PM ₁₀	[%]	67,2*	○
gemittelter Abscheidegrad PM _{2,5}	[%]	82,4	+

Prüfkriterium	Ergebnis			Bewertung	
Ammoniak (kontinuierlich gemessen, jeweils 2 Messperioden)					
– Sommer:					
Abscheidegrad gemittelt aus Halbstundenmittelwerten***	[%]	94,4			+ +
– Winter:					
Abscheidegrad gemittelt aus Halbstundenmittelwerten***	[%]	94,4			+ +
N-Bilanzierung					
– Sommer (2. Durchgang):					
Wiederfindungsrate des abgeschiedenen Stickstoffs	[%]	90			+
– Winter (1. Durchgang):					
Wiederfindungsrate des abgeschiedenen Stickstoffs	[%]	72			○
Geruch (olfaktometrisch, insgesamt 16 Messungen)					
– Sommer (Maximalwerte):					
Rohgas/Reingas	[GE/m ³]	1.476 / 575			k.B.
– Winter (Maximalwerte):					
Rohgas/Reingas	[GE/m ³]	1.595 / 1.241			k.B.
Verbrauchsmessungen (Mittelwerte pro Tag bzw. pro Tierplatz und Jahr, normiert auf 365 Tage)					
Frischwasserverbrauch					
– Sommer:					
Frischwasserverbrauch	[m ³ /d]	2,08	[m ³ /(TP · a)]	0,04	k.B.
– Winter:					
Frischwasserverbrauch	[m ³ /d]	0,67	[m ³ /(TP · a)]	0,01	k.B.
Abschlämmung					
– Sommer:					
Abschlämmvolumen	[m ³ /Mast]	10	[m ³ /(TP · a)]	0,004	k.B.
– Winter:					
Abschlämmvolumen	[m ³ /Mast]	10	[m ³ /(TP · a)]	0,004	k.B.
Säureverbrauch (bezogen auf 100 % Schwefelsäure)					
– Sommer:					
Säureverbrauch Filterwand 1	[kg/d]	2,22	[kg/(TP · a)]	0,04	k.B.
Säureverbrauch Filterwand 2	[kg/d]	0,6	[kg/(TP · a)]	0,01	k.B.
– Winter:					
Säureverbrauch Filterwand 1	[kg/d]	1,68	[kg/(TP · a)]	0,03	k.B.
Säureverbrauch Filterwand 2	[kg/d]	0,35	[kg/(TP · a)]	0,01	k.B.
Elektrischer Energieverbrauch					
Abluftreinigung (Pumpen) ****					
– Sommer:					
Energieverbrauch	[kWh/d]	55...60	[kWh/(TP · a)]	1,0	k.B.
– Winter:					
Energieverbrauch	[kWh/d]	50...55	[kWh/(TP · a)]	1,0	k.B.
Ventilatoren					
– Sommer:					
Ventilatoren RB 1	[kWh/d]	14,4	[kWh/(TP · a)]	0,3	k.B.
Ventilatoren RB 2	[kWh/d]	2,6	[kWh/(TP · a)]	0,1	k.B.
Ventilatoren RB 3	[kWh/d]	0,1	[kWh/(TP · a)]	0	k.B.
– Winter:					
Ventilatoren RB 1	[kWh/d]	5,8	[kWh/(TP · a)]	0,1	k.B.

Bewertungsbereich: + + / + / ○ / - / - - (○ = Standard, k.B. = keine Bewertung)

* Aufgrund von Optimierungsmaßnahmen (höhere Düsenzahl, Erhöhung der Berieselungsdichte) wurden die Minimalanforderungen (Abscheidung > 70 %) eingehalten (siehe Seite 9).

** Erfahrungsgemäß kann der Waschprozess zur Bildung von Tröpfchen im Größenbereich 2,5 bis 10 µm führen, welche im Kaskadenimpaktor einen erhöhten Befund für die Partikelfraktion PM₁₀ bewirken. Die Partikelfraktion PM_{2,5} ist von diesem Effekt weniger betroffen. Daher wird für diese Partikelfraktion ein höherer Abscheidegrad berechnet als für die Fraktion PM₁₀.

*** Berücksichtigung aller Abscheidewerte ab dem 7. Masttag (Start des Wäschers), wobei die Rohgaskonzentrationen über 3 ppm lagen.

**** Der Stromverbrauch der Messtechnik während der Zertifizierung wurde zunächst mit dem Stromverbrauch des Wäschers gemessen, und später vom Gesamtstromverbrauch abgezogen.

Das Produkt

Hersteller und Anmelder

Schulz Systemtechnik GmbH
Schneiderkruger Straße 12
49429 Visbek
Deutschland
www.schulz-gruppe.st

Telefon: +49 (0)4445 897-0
Telefax: +49 (0)4445 897-300
volker.siemers@schulz.st
martin.zwoll@schulz.st
www.schulz-gruppe.st

Produkt

Abluftreinigungsanlage EMMI

Beschreibung und technische Daten

Die Abluftreinigungsanlage EMMI der Fa. Schulz Systemtechnik ist ein im Druckbetrieb gefahrenes, physikalisch-chemisches System zur Reinigung der Abluft aus eingestreuten Hähnchenmastställen. Hierbei können die Emissionen aus der Schwermast (Besatzdichte von bis zu 39 kg/m²) abgereinigt werden. In Bild 2 ist das Prinzip des Wäschers schematisch dargestellt. Wichtige verfahrenstechnische Parameter fasst Tabelle 2 zusammen. Das Prinzip der zweistufigen Abluftreinigungsanlage beruht auf dem Kontakt von Staub und Ammoniak an einer ersten physikalisch-chemisch betriebenen Trennstufe (Filterwand 1) bei einem pH-Wert von

3,5 bis 4,0 und einer leicht sauer betriebenen Trennstufe bei einem pH-Wert von 6,5 bis 6,8 (Filterwand 2). Die Abluft wird über den kompletten Maststall abgesaugt und direkt über Stallventilatoren der ersten Reinigungsstufe zugeführt. Diese erste Reinigungsstufe besteht aus einem Rohrbündelgleichrichter, der auf der gesamten Filterfläche beidseitig über Düsen permanent befeuchtet wird. Hierbei werden großen Mengen von Staubpartikeln abgeschieden. Durch Zugabe von Säure im Umlaufwasser des zweiten Wasserspeichers wird der pH-Wert in dieser Stufe auf etwa 3,5 abgesenkt, wodurch zusätzlich eine große Menge an Ammoniak gebunden wird. Anschließend wird die Abluft durch einen Tropfenabscheider geführt, wobei N-haltige Wasseraerosole abgeschieden werden. Hiernach tritt die Abluft in die zweite Reinigungsstufe ein, welche aus einer Kunststofffüllkörperwand besteht. Diese Filterwand 2 wird über ein Rohrleitungssystem inklusive Bohrungen permanent berieselt, mittels Säuredosierung auf einen pH-Wert von 6,5 bis 6,8 eingestellt. Hierbei werden die verbleibenden Restemissionen an Staub und Ammoniak abgeschieden. Das Umlaufwasser der Filterwand 2 wird über Umwälzpumpen aus dem ersten Wasserspeicher entnommen und in

die Befeuchtungsleitung der Filterwand 2 gefördert.

Der Wasserspeicher 2 wird nach jedem Durchgang vollständig entleert und durch das Wasser aus dem Wasserspeicher 1 ersetzt. Das Wasserspeicherbecken 1 wird dann zu jedem neuen Mastdurchgang mit frischem Wasser befüllt. Zwei Füllstandsensoren kontrollieren den Wasserstand in den Wasserspeicherbecken 1 und 2. Die verdunstete Wassermenge während des Mastdurchgangs wird immer in den Wasserspeicher 1 nachgefüllt und über eine Umfüllpumpe dem Wasserspeicher 2 zugegeben. Die Leitfähigkeit im Waschwasser beider Wasserspeicher darf 20 mS/cm nicht überschreiten.

Da während der Zertifizierung nur Werte bis maximal 20 mS/cm vorgefunden wurden, kann auch nur dieser Wert zertifiziert werden. Da es sich hierbei um einen chemisch arbeitenden Wäscher handelt, können in anderen Fällen auch höhere Leitwerte erreicht werden.

Bei stärker verschmutztem Waschwasser besteht aber die Gefahr der Neubildung und Freisetzung von zusätzlichen Geruchsstoffen.

Eine Übersicht mit den modulweise angeordneten Reinigungsbereichen ist in Bild 4 dargestellt.

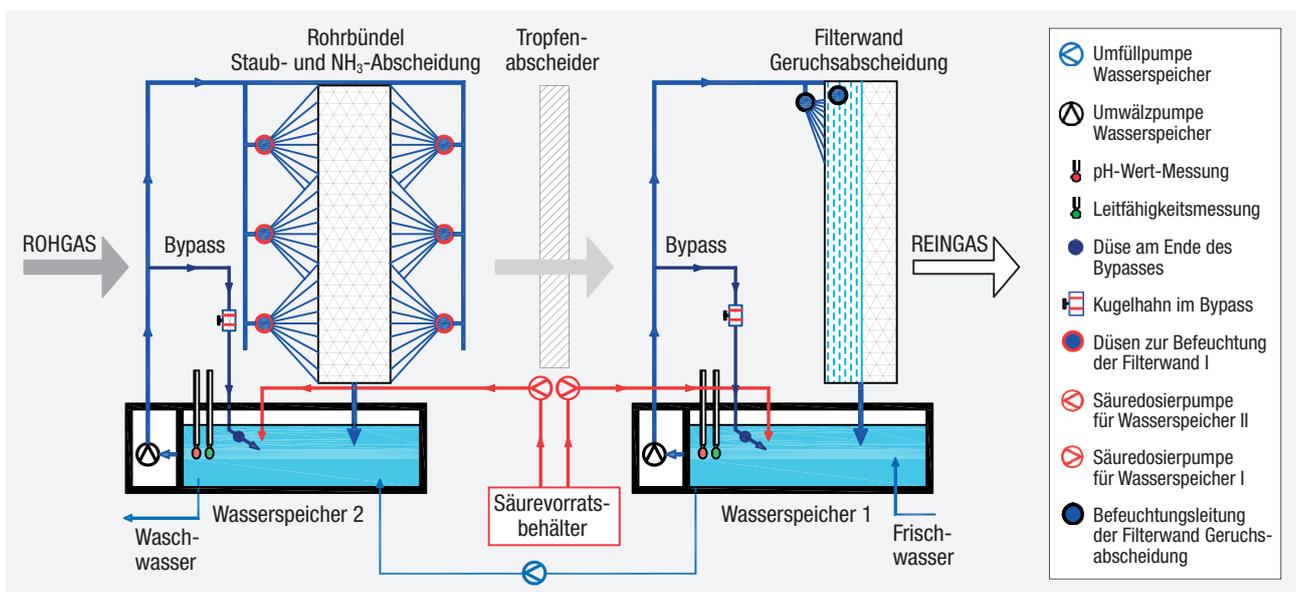


Bild 2:

Funktionsbeschreibung Abluftreinigungsanlage EMMI – Verfahrensfließbild der Abluftreinigung bei Masthähnchen

Zur Sicherstellung der beschriebenen Abscheideleistungen muss die Anlage ab dem 7. Masttag kontinuierlich betrieben werden.

Bild 4 zeigt, dass die Filteranlage aus 3 Reinigungsbereichen besteht, die jeweils mit einer durchgehenden Filterwand 1 (Rohrbündelgleichrichter), dem Tropfenabscheider und der Filterwand 2 zur Geruchsstoffabscheidung ausgerüstet sind. Die Lüftungssteuerung ist so geregelt, dass ab einer Abluftrate von > 40 % der Reinigungsbereich 2, ab einer Abluftrate von > 70 % der Reinigungsbereich 3 zugeschaltet wird. Die in der Stallwand instal-

lierten Abluftventilatoren sind frequenzgeregelt, so dass eine homogene Beaufschlagung der Filterflächen in den 3 Reinigungsbereichen gewährleistet wird. Sobald ein Reinigungsbereich nicht mehr benötigt wird, wird in dem entsprechenden Reinigungsbereich die Lüftung abgeschaltet und die Pumpen werden über einen Frequenzumformer heruntergefahren. Die Pumpen laufen in diesem Fall aber noch ca. 1. Minute nach, so dass anhaftender Staub abgewaschen wird. Es muss sichergestellt sein, dass immer 70 % der Auslegungsluftrate durch die Abluftreinigungsanlage zu fördern

ist. Bei Luftraten über 70 % der Auslegungsluftrate (Endmastbedingungen im Sommer) wird ein Teilstrom ungereinigt über Notlüfter abgegeben. Die Laufzeit der Notlüfter wird im elektronischen Betriebstagebuch und -protokoll festgehalten.

Gewährleistung

Der Hersteller gibt eine Garantie von zwei Jahren, welche den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage voraussetzt. Die Installation und Wartung muss durch einen anerkannten Installateur durchgeführt werden.

Tabelle 2:

Betriebsparameter der Abluftreinigungsanlage EMMI

Merkmal		Ergebnis / Wert	
Beschreibung			
Zweistufiger physikalisch-chemischer Abluftwäscher mit permanenter Berieselung			
Eignung			
Reinigung von Abluft aus der Hähnchenschwermast mit eingestreuter Strohhacksel zur Minderung von Staub und Ammoniak			
Dimensionierungsparameter Referenzanlage, Maßangaben Füllkörper			
REINIGUNGSBEREICH 1 (40 % des zu reinigenden Abluftvolumenstromes)			
Filterwand 1	Länge/Höhe/Tiefe	[m/m/m]	5 / 2,2 / 0,3
	Anströmfläche/Füllkörpervolumen	[m ²]/[m ³]	11 / 3,3
	minimale Verweilzeit bei Sommerluftraten	[sek]	0,28
	maximale Filterflächenbelastung	[m ³ /(m ² h)]	3.818
	maximale Filtervolumenbelastung	[m ³ /(m ³ h)]	12.727
Tropfenabscheider	Länge/Höhe/Tiefe	[m/m/m]	5 / 1,9 / 0,15
	Anströmfläche/Füllkörpervolumen	[m ²]/[m ³]	9,5 / 1,425
	minimale Verweilzeit bei Sommerluftraten	[sek]	0,12
	maximale Filterflächenbelastung	[m ³ /(m ² h)]	4.421
	maximale Filtervolumenbelastung	[m ³ /(m ³ h)]	29.474
Filterwand 2	Länge/Höhe/Tiefe	[m/m/m]	5 / 2,9 / 0,3
	Anströmfläche/Füllkörpervolumen	[m ²]/[m ³]	14,5 / 4,35
	minimale Verweilzeit bei Sommerluftraten	[sek]	0,37
	maximale Filterflächenbelastung	[m ³ /(m ² h)]	2.897
	maximale Filtervolumenbelastung	[m ³ /(m ³ h)]	9.655
REINIGUNGSBEREICH 2 (30 % des zu reinigenden Abluftvolumenstromes)			
Filterwand 1	Länge/Höhe/Tiefe	[m/m/m]	4 / 2,2 / 0,3
	Anströmfläche/Füllkörpervolumen	[m ²]/[m ³]	8,8 / 2,64
	minimale Verweilzeit bei Sommerluftraten	[sek]	0,3
	maximale Filterflächenbelastung	[m ³ /(m ² h)]	3.578
	maximale Filtervolumenbelastung	[m ³ /(m ³ h)]	11.932
Tropfenabscheider	Länge/Höhe/Tiefe	[m/m/m]	4 / 1,9 / 0,15
	Anströmfläche/Füllkörpervolumen	[m ²]/[m ³]	7,6 / 1,14
	minimale Verweilzeit bei Sommerluftraten	[sek]	0,13
	maximale Filterflächenbelastung	[m ³ /(m ² h)]	4.145
	maximale Filtervolumenbelastung	[m ³ /(m ³ h)]	27.632
Filterwand 2	Länge/Höhe/Tiefe	[m/m/m]	4 / 2,9 / 0,3
	Anströmfläche/Füllkörpervolumen	[m ²]/[m ³]	11,6 / 3,48
	minimale Verweilzeit bei Sommerluftraten	[sek]	0,4
	maximale Filterflächenbelastung	[m ³ /(m ² h)]	2.716
	maximale Filtervolumenbelastung	[m ³ /(m ³ h)]	9.052

(weiter auf Seite 6)

(Fortsetzung von Tabelle 2, Seite 5)

Merkmal		Ergebnis / Wert	
Dimensionierungsparameter Referenzanlage, Maßangaben Füllkörper			
REINIGUNGSBEREICH 3 (30 % des zu reinigenden Abluftvolumenstromes)			
Filterwand 1	Länge/Höhe/Tiefe	[m/m/m]	4 / 2,2 / 0,3
	Anströmfläche/Füllkörpervolumen	[m ²]/[m ³]	8,8 / 2,64
	minimale Verweilzeit bei Sommerluftstraten	[sek]	0,3
	maximale Filterflächenbelastung	[m ³ /(m ² h)]	3.580
	maximale Filtervolumenbelastung	[m ³ /(m ³ h)]	11.932
Tropfenabscheider	Länge/Höhe/Tiefe	[m/m/m]	4 / 1,9 / 0,15
	Anströmfläche/Füllkörpervolumen	[m ²]/[m ³]	7,6 / 1,14
	minimale Verweilzeit bei Sommerluftstraten	[sek]	0,13
	maximale Filterflächenbelastung	[m ³ /(m ² h)]	4.145
	maximale Filtervolumenbelastung	[m ³ /(m ³ h)]	27.632
Filterwand 2	Länge/Höhe/Tiefe	[m/m/m]	4 / 2,9 / 0,3
	Anströmfläche/Füllkörpervolumen	[m ²]/[m ³]	11,6 / 3,48
	minimale Verweilzeit bei Sommerluftstraten	[sek]	0,4
	maximale Filterflächenbelastung	[m ³ /(m ² h)]	2.716
	maximale Filtervolumenbelastung	[m ³ /(m ³ h)]	9.052
Berieselung (kontinuierlich)			
Filterwand 1	Berieselungsmenge Winter/Sommer	[m ³ /h]	17,7 / 23,5
	Berieselungsdichte Winter/ Sommer	[m ³ /(m ² h)]	1,6 / 2,1
	Düsenanzahl pro m ² Füllkörperfläche*	[Stück/m ²]	1,36
Filterwand 2	Berieselungsmenge Winter/Sommer	[m ³ /h]	20,0 / 20,2
	Berieselungsdichte Winter/Sommer	[m ³ /(m ² h)]	2,1 / 2,1
Abschlämmung			
Fassungsvermögen Wasserspeicher 1		[m ³]	10
Fassungsvermögen Wasserspeicher 2		[m ³]	10
Abschlämmrate pro Mastdurchgang**		[m ³ /Mast]	10
durchschnittliche Abschlämmrate, bezogen auf einen Leitwert von 10 mS/cm		[m ³ /Tierplatz und Jahr]	0,004
pH-Wert des 1. Wasserspeichers			6,5...6,8
pH-Wert des 2. Wasserspeichers			3,5...4,0
Leitfähigkeit		[mS/cm]	≤ 20
Referenzbetrieb für durchgeführte Messungen (Betrieb mit 20.000 Masthähnchen und Vorfang)			
Tierplätze		[Stück]	20.000
Maximal-Lebendgewicht Endmast Winter/Sommer		[kg]	2,3 / 1,9
maximale Besatzdichte Endmast		[kg/m ²]	39
maximal installierte Luftleistung der Abluftreinigungsanlage		[m ³ /h]	105.000 über 6 Ventilatoren in 3 Reinigungsbereichen
maximal installierte Luftleistung des Stalles nach deutscher Nutztierhaltungsverordnung		[m ³ /h]	149.175 über 6 Ventilatoren und 3 Notlüfter

* Bei anderen Stallgrößen und anderen Sprühdüsen kann die Düsenanzahl variieren. Die Überlappung der Sprühbewässerung muss hingegen immer gewährleistet sein.

** In den Wintermessungen wurden beide Wasserspeicher nach jeder Mast entleert, im Sommer wurde nur der saure Wasserspeicher entleert und das Waschwasser aus dem anderen Wasserspeicher umgepumpt.

Die Methode

Die Messungen wurden an einer Referenzanlage in Ganderkesee durchgeführt. Die Prüfung umfasste zwei Sommer- und zwei Wintermessungen. Eine Umfrage bei Besitzern typengleicher Abluftreinigungsanlagen konnte während des Prüfungszeitraums nicht durchgeführt werden, da es sich bei der geprüften Anlage um eine Prototypanlage handelte.

Im Referenzstall, an dem die Messungen durchgeführt wurden, wurden etwa 20.000 Masthähnchen auf eingestreutem Strohhacksel gehalten. Die Luft wurde aus dem Tierbereich mithilfe von Ventilatoren abgesaugt und in drei modular geschalteten Reinigungsbereichen mit jeweils zwei Filterwänden und einem Tropfenabscheider geführt. Die Lüftungstechnik wurde gemäß den Vorgaben der Nutztierhaltungsverordnung ausgelegt.

Erst ab dem 7. Masttag wurde die Abluftreinigungsanlage in Betrieb gesetzt, da die Emissionen in den ersten Tagen der Mast vernachlässigbar klein sind. Der erste Reinigungsbereich lief bis zur Ausstallung kontinuierlich. Die beiden anderen Reinigungsbereiche 2 und 3 wurden im Sommer bei hohen Außenlufttemperaturen und entsprechenden Tiergewichten zugeschaltet. Beim Absinken der Außentemperaturen (nachts) wurden diese wieder abgeschaltet. Die Berieselung der abgeschalteten Reinigungsbereiche lief dabei immer eine Zeit nach. Im Winter war nur der erste Reinigungsbereich aktiv. Die Messungen fanden von Dezember 2012 bis Februar 2013 (Wintermessungen) und vom Mai bis August 2013 (Sommermessungen) statt.

Nach jeder Mastperiode wurde Wasserspeicher 2 komplett entleert und durch Waschwasser von Wasserspeicher 1 ersetzt. Der Wasserspeicher 1 wurde vor Mastbeginn mit Frischwasser aufgefüllt.

Während den Messungen wurden die Umgebungsbedingungen (Temperatur außen/innen), relative Luft-

feuchte außen/innen) erfasst, an den Messtagen für Staub und Geruch wurden zusätzlich folgende Parameter dokumentiert

- Tiergewichte (Tierwaage des Betreibers) und Tierzahlen;
- Frischwasser- und elektrischer Energieverbrauch (Zählerstände);
- absoluter Luftvolumenstrom;
- Druckverlust über die Anlage sowie der Druckverlust über den Ventilator.

Weiterhin wurden die Messwerte, die seitens des Herstellers im elektronischen Betriebstagebuch aufgezeichnet werden, auf Plausibilität überprüft.

Zur Beurteilung der Abluftreinigungsanlage wurden folgende Parameter herangezogen:

Staub

Die Probenahme erfolgte nach VDI-Richtlinie 2066, Blatt 1 und nach DIN EN 13284-1. Hierzu wurde ein isokinetisches Probenahmesystem nach Paul Gothe mit Planfilterkopfgerät (Ø 50 mm) installiert. Als Abscheidemedium wurde ein Quarzfaser Rundfilter mit Ø 45 mm (Rohgas) und Ø 50 mm (Reingas) gewählt. Die Auswertung erfolgte über die gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung. Die Feinstaubbestimmung wurde mittels zweistufigen Impaktors nach VDI 2066, Blatt 10 durchgeführt.

Nach aktuellem DLG-Prüfrahmen darf ein Abscheidegrad von 70 % nicht unterschritten werden. Dies gilt für Gesamtstaub, sowie auch für Feinstaub PM₁₀.

Ammoniak

Die Ammoniakmessungen im Roh- und Reingasbereich erfolgten über den gesamten Untersuchungszeitraum kontinuierlich mit einem optoakustischen Infrarot-Messgerät. Parallel dazu wurden an den Messtagen Gasproben in Waschflaschen genommen und nach VDI 3496, Blatt 1 bzw. QMA 507-017 ausgewertet. Letzteres diente hauptsächlich dazu, die Messwerte des kon-

tinuierlichen Messverfahrens zu verifizieren. Um Kondensation zu vermeiden, wurden die Messgasleitungen auf ihrer Gesamtlänge beheizt. Zur Überprüfung der Ammoniak-Konzentration im Tierbereich wurden bei regelmäßigen Begehungen Messungen im Stall auf Tierhöhe durchgeführt. Nach aktuellem DLG-Prüfrahmen darf eine NH₃-Abscheidung einen Wert von 70 % nicht unterschreiten, muss also dauerhaft über 70 % liegen.

Geruch

Geruch war Bestandteil dieser Zertifizierung und wurde parallel zu den anderen Hauptparametern messtechnisch bestimmt um sie im Prüfbericht darzustellen. Probenahme und Auswertung erfolgten gemäß DIN EN 13725 mit einem Olfaktometer der ECOMA GmbH vom Typ TO 8. Es wurden wöchentlich Geruchsproben im Roh- und Reingas genommen und anschließend olfaktometrisch von einem geschulten Probandenkollektiv ausgewertet.

Im Prüfbericht werden die gemessenen Geruchsmassenströme aufgeführt. Bei der Geruchsstoffkonzentration darf nach aktuellem Prüfrahmen ein Wert von 300 GE/m³ im Reingas nicht überschritten werden. Zudem darf kein rohgastypischer Geruch im Reingas wahrgenommen werden.

Aerosol-Austrag

Stickstoffhaltige Aerosole werden als NH₃-Aerosole über Tropfenabriss aus den Filterwänden von Abluftreinigungsanlagen angetrieben und vom Abluftstrom mitgerissen. So gelangt der ursprünglich abgeschiedene Stickstoff unbeabsichtigt wieder in die Umgebung.

Die NH₃-Aerosole wurden durch die Differenz von filtrierter und unfiltrierter Probenahme bestimmt. Hierbei wurde Borsäure eingesetzt. Es wurde jeweils für Sommer- und Winterbedingungen eine Mehrfachbestimmung mittels Impingement (Absorption in Waschflaschen) durchgeführt.

Stickstoffbilanz

Die Stickstoffabscheidung der Abluftreinigungsanlage wurde über eine N-Bilanzierung unter Berücksichtigung der Ammoniak-Frachten (im Roh- und Reingas), des Aerosolaustrages sowie der im Waschwasser gelösten Ammoniummasse jeweils zweiwöchig während einer Sommer- und einer Wintermessung verifiziert. Das bedeutet, dass der durch die Abluftreinigungsanlage abgeschiedene Stickstoff aus dem Ammoniak des Rohgases in Form von Ammonium im Waschwasser sowie die Restemission von Ammoniak im Reingas nachgewiesen wurde.

Bei einem chemisch arbeitenden Waschsystem kann die Bildung von Nitrit, Nitrat und nitrosen Gasen vernachlässigt werden.

Eine Bilanzierung der Ströme des Stickstoffs innerhalb der Anlage ist deshalb wichtig, weil

- alle relevanten Stickstoffverbindungen und deren Verbleib nachgewiesen werden;
- der Stickstoffgehalt des Abschlammwassers bekannt und dessen Düngewert quantifiziert wird.

Gemäß dem DLG-Prüfrahmen muss die Wiederfindungsrate des Stickstoffs innerhalb der Stickstoffbilanz während der Sommer- und Wintermessung jeweils > 70 % betragen.

Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung

Der Verbrauch von Frischwasser und elektrischer Energie wurde über die Erfassung der entsprechenden Zählerstände bestimmt. Der Säureverbrauch in der Prüfungsphase wurde mittels eines Wägesystems (Kraftaufnehmer bzw. Wägezelle) ermittelt. Zur Dokumentation der Umgebungsbedingungen wurden während der Messungen Temperatur außen und innen sowie die relative Luftfeuchte außen und innen erfasst.

An den Messtagen für Staub und Geruch wurden zusätzlich die Parameter Tierzahlen über das Stallbuch

und Tiergewichte über die eingesetzte elektronische Tierwaage dokumentiert. Der absolute Luftvolumenstrom, die Druckverluste über die Anlage und über den Ventilator mittels Differenzdruckmessung wurden aufgezeichnet. Weiterhin wurden die Messwerte, die anlagenseitig im elektronischen Betriebstagebuch aufgezeichnet wurden, auf Plausibilität überprüft.

Betriebssicherheit und Haltbarkeit

Der Punkt Betriebssicherheit und Haltbarkeit beurteilte und dokumentierte eventuell auftretende Störungen an der Gesamtanlage sowie technischen Komponenten im Prüfungszeitraum. Ergänzend wurden auftretende Korrosion und die Haltbarkeit im Dauereinsatz bewertet.

Die Betriebssicherheit wurde durch die Berufsgenossenschaft (SVLFG) überprüft.

Betriebsanleitung, Handhabung, Arbeitszeitbedarf und Wartungsaufwand

Die Betriebsanleitung wurde aus Anwendersicht beurteilt. Besonderer Wert wird bei der Bedienungsanleitung auf eine Funktionsbeschreibung der Anlage, Detailgenauigkeit der Beschreibung inklusive Bebilderung und eine klare Darstellung regelmäßiger Wartungsarbeiten gelegt.

Im Prüfbereich Handhabung und Arbeitszeitbedarf wurde beurteilt, ob eine Unterweisung seitens des Herstellers bei Inbetriebnahme und welcher Aufwand für regelmäßig wiederkehrende Kontrollen und Arbeiten im Turnus von Tagen, Wochen, Monaten etc. beziehungsweise bei auftretenden Störungen nötig waren.

Beim Wartungsaufwand wurden die Serviceintervalle sowie deren Pflichtenlisten beurteilt.

Die sichere Handhabung der Anlage und die Betriebsanleitung wurden ebenfalls von der Berufsgenossenschaft (SVLFG) überprüft.

Dokumentation

Im elektronischen Betriebstagebuch sind generell folgende Parameter zu erfassen

- Druckverlust über die Anlage;
- Luftdurchsatz in m³/h;
- Pumpenlaufzeit (Umwälzung, Abschlammung);
- Berieselungsintervalle und Berieselungsmenge;
- Gesamtfrischwasserverbrauch an der Anlage;
- Abschlammmenge;
- Roh- und Reingastemperatur;
- pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit;
- elektrischer Stromverbrauch;
- Laufzeit der Notlüfter.

Des Weiteren sind Sprühbildkontrollen, Wartungs- und Reparaturzeiten sowie Kalibrierungen der pH-Wert-Sonden zu erfassen. Ein Nachweis über den Säureverbrauch ist zu erbringen.

Diese Daten dienen dem Nachweis des ordnungsgemäßen Betriebes der Abluftreinigungsanlage und wurden an der Abluftreinigungsanlage EMMI überprüft.

Umweltsicherheit

Der Prüfungsbereich Umweltsicherheit umfasste eine Beurteilung eventueller, für den Anlagenbetrieb nötiger Betriebsstoffe wie Säure und Alkalien, der stofflichen Verwertung anfallender Betriebsabfälle, hier beispielsweise das abgeschlammte Wasser sowie der Demontage und Entsorgung von Anlagenteilen. Außerdem wurde geprüft, in welche Verantwortungsbereiche diese Aspekte fallen.

Sicherheitsaspekte

Zur Beurteilung der Anlagensicherheit wurde die Übereinstimmung der Anlage mit den aktuell gültigen Vorschriften in den Bereichen Feuer- und Arbeitssicherheit durch die SVLFG kontrolliert.

Die Testergebnisse im Detail

Staub

In den beiden Wintermessungen wurden jeweils drei Gesamtstaub- und drei Feinstaubmessungen ($PM_{10}/PM_{2,5}$) durchgeführt, ebenso in den beiden Sommermessungen.

Aus Tabelle 3 (siehe Seite 10) geht hervor, dass in den Sommermessungen durchschnittlich 77,7% (1. Mastdurchgang) bzw. 81,5% (2. Mastdurchgang) an Gesamtstaub abgeschieden wurde. Der mittlere Abscheidegrad bei Feinstaub PM_{10} lag bei 76,5% im Sommer und 67,3% im Winter. Die Abscheidung hinsichtlich Feinstaub $PM_{2,5}$ lag im Sommer bei 92,5% und im Winter bei 82,4%. Nach einer notwendigen Verfahrensoptimierung wurden 78 Düsen auf 53,2 m² mit einem Wasserdruck von 1 bar betrieben. Unter diesen Bedingungen wurde eine Gesamtstaubabscheidung von 72,3% erzielt. Aufgrund dieser Optimierungsarbeiten konnten nur drei Staubmessungen zur Bewertung herangezogen werden. Die Anzahl der Düsen an der 1. Filterwand ist abhängig vom Sprühwinkel, so dass bei anderen Düsentypen auch mehr oder weniger Düsen eingesetzt werden können. Um die Staubabscheidung am Schulz-Wäscher weiter zu verbessern, wurde die Berieselungsdichte nach der Wintermessung von 1,9 m³/(m² h) auf 2,1 m³/(m² h) angehoben. Somit

ist mit der Abluftreinigungsanlage EMMI von Schulz Systemtechnik bei eingestreuten^[1] Hähnchenmastverfahren eine Abscheideleistung von dauerhaft über 70% möglich.

Erfahrungsgemäß kann der Waschprozess zur Bildung von Tröpfchen im Größenbereich 2,5 bis 10 µm führen, welche bei der Staubmessung mit dem Impaktor einen erhöhten Befund für die Partikelfraktion PM_{10} bewirken. Die Partikelfraktion $PM_{2,5}$ ist von diesem Effekt weniger betroffen. Daher wird für diese Partikelfraktion ein höherer Abscheidegrad berechnet als für die Fraktion PM_{10} .

Die in Tabelle 3 dargestellten Randparameter wurden jeweils um 12.00 Uhr Ortszeit aufgenommen. Volumenstrom- und Druckverlustangaben beziehen sich auf Minutenmittelwerte, welche kontinuierlich aufgenommen wurden.

Ammoniak

Im Rohgasbereich wurden im Winter Werte zwischen 0 und maximal 20 ppm gemessen. Im Sommer hingegen lag die Spannweite der NH_3 -Rohgaskonzentrationen größtenteils bei 0 bis 10 ppm. Aufgrund der hohen Luftstraten im Sommer und dem Einsatz einer proteinreduzierten Fütterung sowie der Nutzung der Abwärme einer nahegelegenen Biogasanlage wurde

die Mindestanforderung von 3 ppm an vielen Messtagen im Rohgas nicht erreicht. Eine Bewertung durch die DLG-Prüfungskommission kann erst ab einer Konzentration von 3 ppm stattfinden, da ansonsten die Messgrenzen der eingesetzten Messgeräte zur Ammoniak-Bestimmung unterschritten werden, bzw. die auftretende Messunsicherheit eine einwandfreie Bewertung nicht möglich macht. Im Winter standen 490 bzw. 582 Wertepaare (Stundenmittelwerte) zur Verfügung, im Sommer waren es nur noch 51 bzw. 142. Um zu garantieren, dass die Abscheideleistung auch bei hohen Ammoniakfrachten sicher erbracht wurde, wurden die Entmistungszeiten zwischen den Messperioden betrachtet. Hier wurde teilweise deutlich über 20 ppm Ammoniak in den Wäscher eingebracht, welche dauerhaft abgereinigt wurden. Eine Übersicht über die Abscheidung während der Entmistungszeiten ist in Tabelle 10 dargestellt.

Die Anforderungen der Nutztierhaltungsverordnung nach 20 ppm Ammoniak auf Tierhöhe wurden jederzeit eingehalten.

Eine wirkungsvolle Ammoniak-Abscheidung bei eingestreuten Hähnchenmastverfahren im ordnungsgemäßen Betrieb ist somit bei den beschriebenen Betriebsbedingun-

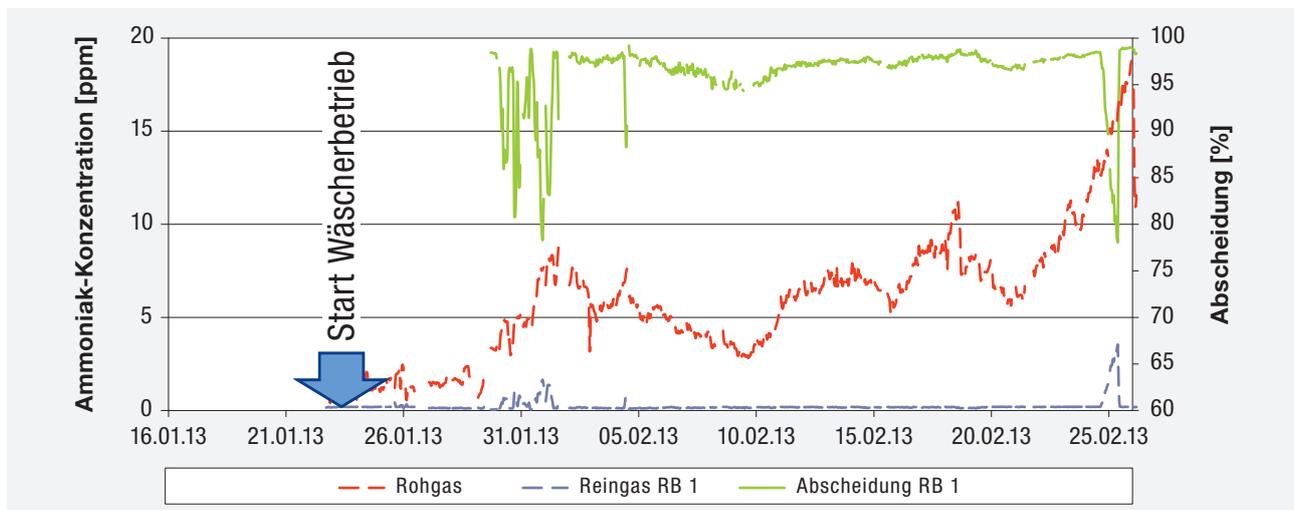


Bild 3: Abscheidegrad und Verlauf (beispielhaft) der Ammoniak-Konzentrationen im Roh- und Reingas während der Wintermessung

Tabelle 3:

Messergebnisse zur Emissionsminderung (Staub) am Abluftwäscher der Fa. Schulz Systemtechnik (beispielhaft)

WINTER		1. Mastdurchgang			2. Mastdurchgang		
Datum		28.12.12	07.01.13	08.02.13	21.02.13		
Bemerkungen		25. Masttag	35. Masttag	23. Masttag	36. Masttag		
Umgebungs- und Randbedingungen							
Umgebungstemperatur	[°C]	-1,0	5,0	1,0		-2,0	
Rohgas-/Reingasfeuchte	[%rF]	71 / 98	--	70 / 98		--	
Rohgas-/Reingastemperatur	[°C]	25 / 18	--	26 / 20		--	
Tierzahl im Stall		20.000	15.000	20.000		14.000	
Durchschnittliches Tiergewicht	[kg]	1,118	1,8	0,924		1,997	
Luftvolumenstrom gesamt	[m³/h]	6.900	11.500	5.700		10.300	
Druckverlust Wäscher	[Pa]	< 3	8	< 3		9	
Druckverlust Stall+ARA	[Pa]	13	30	16		30	
Gesamtstaub (normiert)							
Konzentration Rohgas	[mg/m³]	3,9	5,1	3,2		3,9	
Konzentration Reingas	[mg/m³]	1,1	1,5	0,5		1,3	
Abscheidegrad	[%]	70,4	69,7*	86		67,6*	
Feinstaub (normiert)							
Rohgas PM ₁₀ /PM _{2,5}	[mg/m³]	--	--	--		2,7 / 0,8	
Reingas PM ₁₀ /PM _{2,5}	[mg/m³]	--	--	--		0,8 / 0,2	
Abscheidegrad PM ₁₀ /PM _{2,5}	[%]	--	--	--		69,5 / 75,9	
SOMMER							
		1. Mastdurchgang			2. Mastdurchgang		
Datum		24.06.13	27.06.13	02.07.13**	07.08.13	14.08.13**	19.08.13
Bemerkungen		25. Masttag	28. Masttag	33. Masttag	22. Masttag	29. Masttag	34. Masttag
Umgebungs- und Randbedingungen							
rel. Außenluftfeuchte	[%rF]	--	57,6	--	--	50	--
Umgebungstemperatur	[°C]	18,0	16,9	24,0	20,0	18,6	19,5
Rohgas-/Reingasfeuchte	[%rF]	--	70 / 100	74 / 97	--	60 / 100	77 / 98
Rohgas-/Reingastemperatur	[°C]	--	24,8 / 20,5	23 / 21	--	25,4 / 20,7	25 / 22
Tierzahl im Stall		17.900	17.850	17.850	20.000	19.700	15.000
Durchschnittliches Tiergewicht	[kg]	0,82	1,115	1,6	1,023	1,345	1,81
Luftvolumenstrom gesamt	[m³/h]	19.000	20.085	44.330	29.300	37.700	34.250
Druckverlust Wäscher	[Pa]	--	10...15	5	--	5	11
Druckverlust Stall+ARA	[Pa]	33	35	37	> 40	24	35
Gesamtstaub (normiert)							
Konzentration Rohgas	[mg/m³]	3,1	3,9	5,3	2,5	3,8	2,8
Konzentration Reingas	[mg/m³]	0,8***	0,8***	0,47****	0,2***	0,8*****	0,7***
Abscheidegrad	[%]	75***	73,9***	84,1****	90,3***	78,7*****	75,4***
Feinstaub (normiert)							
Rohgas PM ₁₀ /PM _{2,5}	[mg/m³]	--	2,3 / 0,6	--	--	2,3 / 0,7	--
Reingas PM ₁₀ /PM _{2,5}	[mg/m³]	--	0,6 / 0,1	--	--	0,5 / 0	--
Abscheidegrad PM ₁₀ /PM _{2,5}	[%]	--	75,5 / 87,9	--	--	77,5 / 97,1	--

* Der Abscheidegrad bezüglich Staub wurde bei höheren Rohgasfrachten zunächst nicht eingehalten. Nach den auf Seite 9 aufgezählten Optimierungsarbeiten konnte der Abscheidegrad von 70 % dauerhaft erreicht werden.

** An diesen Tagen waren Reinigungsbereich RB 1 und RB 2 aktiv, die angegebenen Druckverluste beziehen sich nur auf Reinigungsbereich RB 1.

*** Mittelwerte aus 3 Einzel-Messungen bei Reinigungsstufe RB 1

**** Mittelwerte aus 4 Einzel-Messungen bei aktiven Reinigungsstufen RB 1 und RB 2

***** Mittelwerte aus 3 Einzelmessungen bei aktiven Reinigungsstufen RB 1 und RB 2

gen sichergestellt (Tabelle 2, siehe Seite 5). In Tabelle 4 ist die Zusammensetzung des Abschlammwassers dargestellt.

In Bild 3 sind die Ammoniak-Konzentrationen und der Abscheidegrad exemplarisch an der 2. Wintermessung dargestellt. Nach Start der Abluftreinigungsanlage ab dem 7. Masttag wurden dauerhaft über 70 % Ammoniak abgereinigt. Berücksichtigt wurden hierbei ausschließlich Messphasen mit einer NH_3 -Rohgaskonzentration von > 3 ppm.

Zu Beginn und zum Ende der 2. Wintermessung stieg der pH-Wert kurzzeitig an, da die Säurevorlage vorzeitig leer lief (negative Peaks in Bild 3).

Geruch

Im Rahmen des DLG Signum Testes wurden insgesamt 16 Messungen (siehe Tabelle 6) durchgeführt. Bei Geruchsmassenströmen von 4,6 bis 27,9 Mio. GE/h wurde ein mittlerer Abscheidegrad von 50 % mit einer Schwankungsbreite von 14,3 bis 93,5 % errechnet. Unter Einbeziehung der Standardabweichung kann ein Mindestabscheidegrad von 30 % anerkannt werden.

Alle Geruchsmessungen zeigten einen positiven Wirkungsgrad und eine tendenzielle Verbesserung in Hinblick auf Intensität und Hedonik. Bei der Bewertung der Ergebnisse ist das relativ saubere Waschwasser 1 mit einer Leitfähigkeit von weniger als 3 mS/cm eingeflossen (siehe Tabelle 4). Es wurden jedoch weder die 300 GE/m³ im Reingas eingehalten, noch war das Reingas frei von rohgastypischem Geruch. Somit wurden die Anforderungen des DLG Signum Testes an die Geruchsminderung nicht erfüllt.

Aerosol-Austrag

Um den Ammoniumsulfataustrag als Aerosolaustrag hinter dem Tropfenabscheider zu bestimmen, wurde parallel zur Anreicherung in Schwefelsäure-Waschflaschen eine weitere Anreicherung mit Hilfe von Borsäurelösung durchgeführt. Die NH_3 -Aerosole ergeben sich aus der Differenz der beiden Proben und sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Stickstoffbilanz

Die Wiederfindungsrate aus den Frachten ergab sich in der Sommermessung zu 90 %, in der Wintermessung zu 72 %. Im Rahmen der Prüfung wurden insgesamt zwei N-Bilanzierungen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Stickstoff als Ammonium (Tabelle 4) angereichert wurde und damit in verwertbarer Form aus der Abluftreinigungsanlage abgezogen werden konnte.

Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung

Alle im vorliegenden Prüfbericht angegebenen Jahresverbrauchswerte sind auf 365 Tage normiert, um einen Vergleich mit Daten anderer Hersteller zu ermöglichen. Der tatsächliche Jahresverbrauch richtet sich nach der Anzahl der Mastdurchgänge im Jahr (in der Regel sind das 7,5).

Wasserverbrauch

Um die Wasserverluste durch Abschlammung und Verdunstung auszugleichen, wurde Frischwasser in das System zugeführt. Vor Mastbeginn wurde der Wasserspeicher 1 aufgefüllt, wobei das Wasser über einen Überlauf in den Wasserspeicher 2 überführt wurde. Während der Mast wurden die Verdunstungsverluste durch diskontinuierlichen Frischwasserzulauf in den Wasserspeicher 1 ausgeglichen.

In der Wintermessung wurden durchschnittlich 0,67 m³/d an Frischwasser verbraucht, dies ent-

spricht einem Jahresverbrauch von 0,01 m³/(TP · a). Während der Sommermessung wurden 2,08 m³/d bzw. 0,04 m³/(TP · a) verbraucht.

Im Winter-Messzeitraum wurden nach jeder Mast 20 m³ abgeschlammmt, nach jeder Mast in der Sommermessung wurde der Wasserspeicher 2 komplett entleert und vom Waschwasser des Wasserspeichers 1 aufgefüllt. Der Wasserspeicher 1 wurde dann mit Frischwasser aufgefüllt.

Die Messdaten sind in Tabelle 1 tabellarisch dargestellt.

Verbrauch an elektrischer Energie

Als größter elektrischer Verbraucher an der eigentlichen Abluftreinigungsanlage ließen sich die kontinuierlich betriebene Umwälzpumpen ausmachen. Im Stallbereich sind die Ventilatoren die größten Verbraucher. Aufgrund des geringen Druckverlustes über die Abluftreinigungsanlage (bis 30 Pa) müssen gegenüber der reinen Stalllüftung keine größer dimensionierten Ventilatoren eingebaut werden. Über den Messzeitraum wurden die in Tabelle 8 dargestellten Werte (siehe Seite 14) mittels Stromzähler aufgezeichnet.

Die Stromverbräuche des Wäschers im Sommer und Winter umfassten zusätzlich noch den Stromverbrauch der Messtechnik (z.B. beheizte Messleitungen etc.), sodass die Verbrauchswerte für die Messtechnik vom Gesamtstromverbrauch abgezogen werden mussten. Hierbei konnten nur noch unge-

Tabelle 4:
Übliche Zusammensetzung und Schwankungsbreite des Abschlammwassers aus der Schulz-Abluftreinigungsanlage (Daten aus EBTB)

	SOMMER	WINTER
pH-Wert (Wasserspeicher 1)	6,5 ... 6,8	5,9 ... 6,4
pH-Wert (Wasserspeicher 2)	3,4 ... 3,6	3,1 ... 3,5
Leitfähigkeit (Wasserspeicher 1) [mS/cm]	1,0 ... 1,7	0,9 ... 2,1
Leitfähigkeit (Wasserspeicher 2) [mS/cm]	1,7 ... 9,6	2,3 ... 8,4
Ammonium (Wasserspeicher 1) [mg NH ₄ -N/l]	38 ... 110	14 ... 170
Ammonium (Wasserspeicher 2) [mg NH ₄ -N/l]	420 ... 1.200	121 ... 950

Tabelle 5:
Gemittelte Werte aus der Aerosolbestimmung

	SOMMER	WINTER
	RB 1/RB 2	RB 1
Sulfat (als Aerosol) [mg/m ³]	0,36	0,41

Tabelle 6:
Messergebnisse zur Geruchsmessung an der Abluftreinigungsanlage EMMI

WINTER		1. Mastdurchgang				2. Mastdurchgang			
Datum		13.12.12	19.12.12	28.12.12	04.01.13	01.02.13	08.02.13	15.02.13	22.02.13
Bemerkungen		10. Masttag	16. Masttag	25. Masttag	32. Masttag	16. Masttag	23. Masttag	30. Masttag	37. Masttag
Umgebungs- und Randbedingungen									
rel. Außenluftfeuchte	[%rF]	--	--	--	92,5	--	--	76	--
Umgebungstemperatur	[°C]	-1,5	3,2	-1,0	7,6	6,0	1,0	-1,0	-1,0
Rohgas-/Reingasfeuchte	[%rF]	77/98	58/98	71/98	85/100	73/98	70/98	79/100	77/98
Rohgas-/Reingastemperatur	[°C]	27/15	27/17	25/18	23,5/15,7	30/22	26/20	22/15,1	23/19
Tierzahl im Stall		20.000	20.000	20.000	15.250	20.000	20.000	20.000	14.000
mittleres Tiergewicht	[kg]	0,262	0,535	1,118	1,7	0,507	0,924	1,432	1,997
Luftvolumenstrom gesamt	[m³/h]	0...5.700*	5.900	6.900	11.400	5.800	5.700	11.300	11.050
Druckverlust Wäscher	[Pa]	< 3	< 3	< 3	11	3	< 3	6	12
Druckverlust Stall+Wäscher	[Pa]	0...8*	15	13	28	16	16	29	34
Geruch**									
Rohgas	[GE/m³]	912	1.085	844	895	1.172	1.085	1.448	1.595
Reingas	[GE/m³]	60	431	465	456	251	414	1.241	813
Rohgas-Geruchsmassenstrom	[Mio GE/h]	4,87	6,00	5,78	5,04	6,51	6,24	15,62	17,78
Reingas-Geruchsmassenstrom	[Mio GE/h]	0,23	2,38	3,18	2,57	1,39	2,38	13,39	9,06
spez. Geruchsmassenstrom (Rohgas/Reingas)	[GE/(GV·s)]	129,1 / 8,5	77,9 / 31,0	35,9 / 19,8	27,0 / 13,8	89,2 / 19,1	46,9 / 17,9	74,1 / 63,5	88,3 / 45,0
Rohgasgeruch im Reingas wahrnehmbar?		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
SOMMER									
		1. Mastdurchgang				2. Mastdurchgang			
Datum		13.06.13	21.06.13	26.06.13	02.07.13***	31.07.13	09.08.13	13.08.13	19.08.13***
Bemerkungen		13. Masttag	21. Masttag	26. Masttag	33. Masttag	15. Masttag	24. Masttag	28. Masttag	34. Masttag
Umgebungs- und Randbedingungen									
rel. Außenluftfeuchte	[%rF]	--	--	--	--	72,4	--	--	--
Umgebungstemperatur	[°C]	20,0	17,0	17,5	24,0	19,9	20,6	20,2	19,5
Rohgas-/Reingasfeuchte	[%rF]	64/98	73/97	64/98	74/97 (98)****	74/100	69/98	63/95	77/98
Rohgas-/Reingastemperatur	[°C]	29/24	25/23	25/20	23/21 (22)****	27,8/24,4	25/22	24/23	25/22
Tierzahl im Stall		18.000	18.000	18.000	18.000	20.000	20.000	20.000	18.000
mittleres Tiergewicht	[kg]	0,377	0,82	1,115	1,6	0,456	1,023	1,304	1,81
Luftvolumenstrom gesamt	[m³/h]	12.700	33.600	19.200	44.330	20.250	36.450	36.700	34.250
Druckverlust Wäscher	[Pa]	19	11	14	5	12	13	10	11
Druckverlust Stall+Wäscher	[Pa]	22	33	36	37	42	39	23	35
Geruch**									
Rohgas GE/m³	[GE/m³]	324	633	1.476	515	482	861	738	575
Reingas GE/m³	[GE/m³]	128	456	575	362 (198)****	348	341	414	293
Rohgas-Geruchsmassenstrom	[Mio GE/h]	4,61	16,7	26,2	22,61	8,03	27,9	26,3	18,71
Reingas-Geruchsmassenstrom	[Mio GE/h]	1,85	12,14	10,4	15,96 (8,7)****	5,83	11,2	16,2	9,53
spez. Geruchsmassenstrom (Rohgas/Reingas)	[GE/(GV·s)]	94,1 / 37,2	157,2 / 113,3	181,5 / 70,7	109,0 / 76,6 (41,9)	122,0 / 88,1	189,4 / 75,0	140,2 / 78,6	95,8 / 48,8
Rohgasgeruch im Reingas wahrnehmbar?		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja

* Stosslüftung zu Beginn der Mast

** geometrische Mittelwerte

*** An diesen Tagen waren Reinigungsbereich RB 1 und RB 2 aktiv, die angegebenen Druckverluste beziehen sich nur auf Reinigungsbereich RB 1

**** Werte aus Reinigungsbereich RB 1 (Angabe in Klammern: RB 2)

fähre Angaben über den Wäscher errechnet werden, da der Stromverbrauch der Messtechnik großen Schwankungen unterworfen war.

Sonstige Verbrauchswerte

Zur Gewährleistung der sicheren Funktion wurde an der Anlage eine automatische Säuredosierung bereitgestellt. Diese Säureeinrichtung ist für den ordnungsgemäßen Betrieb zwingend erforderlich. Mit dieser Säuredosierung wurde der pH-Wert im Waschwasser bzw. in der Filterwand geregelt. Der pH-Wert in der ersten Wand wurde auf 3,5 eingestellt, während der pH-Wert der zweiten Wand auf 6,5 geregelt wurde. Während der Messphasen wurden die in Tabelle 9 dargestellten Säureverbräuche gemittelt aufgezeichnet. Die Werte beziehen sich auf Schwefelsäure mit einer Reinheit von 100%. Während der Messung wurde an der Referenzanlage 96%ige Schwefelsäure zudosiert.

Eine sichere Anlagenfunktion mit den dargestellten Wirkungsgraden ist nur mit einer ordnungsgemäß betriebenen pH-Wert-Regelung möglich.

Betriebsicherheit und Haltbarkeit

Im Prüfungszeitraum wurden an der Anlagentechnik keine nennenswerten Störungen festgestellt, auch an der gesamten Abluftreinigungsanlage sind während der Prüfung keine nennenswerten Schäden oder Verschleißerscheinungen aufgetreten.

Der Korrosionsschutz der einzelnen Anlagenteile erschien, soweit während der Prüfungsdauer zu beobachten war, ausreichend dauerhaft. Die Anlage war als Komplettsystem fast vollständig aus Kunststoff hergestellt.

Betriebsanleitung, Handhabung, Arbeitszeitbedarf und Wartungsaufwand

Die Betriebsanleitung ist hinreichend genau und erklärt in groben Zügen die Funktionsweise der Anlage. In Verbindung mit der Dokumentation erfährt der Betreiber, welche Arbeiten er an der Anlage in täglichem, wöchentlichem und jährlichem Turnus durchzuführen hat. Zur Bedienung der Anlage ist es er-

forderlich, sich einer Unterweisung durch den Hersteller zu unterziehen und sich mit der Bedienungsanleitung vertraut zu machen.

Nach erfolgter Inbetriebnahme und ausreichender Einlaufphase ist die Handhabung der Anlage dagegen als einfach anzusehen, da die Abluftreinigungsanlage im Regelbetrieb vollautomatisch läuft. Lediglich eine tägliche Kontrolle der Steuerung und der Betriebsdaten und eine wöchentliche Kontrolle der gesamten Abluftreinigungsanlage einschließlich der Düsen sind durchzuführen. Bei Fehlermeldungen der Steuerung sind in der Bedienungsanleitung jeweils Anweisungen zur Kontrolle der jeweiligen Anlagenteile beschrieben. Zur Vereinfachung der Handhabung und zur Verringerung des Arbeitszeitbedarfs empfiehlt sich der Abschluss eines Wartungsvertrages mit dem Hersteller.

Bei Abschluss eines Wartungsvertrages werden die im Wartungsplan aufgeführten Wartungsarbeiten zweimal jährlich durchgeführt. Festgestellte Mängel sowie ausgetauschte Ersatzteile werden in einem Wartungsprotokoll aufgeführt. In den regelmäßigen Wartungsüberprüfungen werden die Ammoniakkonzentrationen im Roh- und Reingas, die Luftgeschwindigkeit durch die Filterwände und die Spülwassermenge erfasst. Zusätzlich wird die pH-Wert-Messeinrichtung kalibriert. Der Zustand der Filtermaterialien und der Pumpen werden kontrolliert, das elektronische Betriebstagebuch wird überprüft und die Geruchsschwellenentfernung ermittelt. Die pH-Wert-Sensoren müssen vor Start der Mast vom Betreiber kalibriert werden und werden im elektronischen Betriebsprotokoll mit Datum und Uhrzeit hinterlegt. Ohne eine nachgewiesene Kalibrierung kann die Filteranlage EMMI durch den Betreiber nicht in Betrieb genommen werden.

Ein Wartungsvertrag wird zur Sicherstellung der dauerhaften Funktionssicherheit und zur Verringerung des Arbeitszeitbedarfs dringend empfohlen.

Dokumentation

Das elektronische Betriebstagebuch dient dem sicheren Nachweis eines ordnungsgemäßen Betriebes

der Abluftreinigungsanlage, da alle betriebsrelevanten Daten im Halbstundentakt gespeichert und über 5 Jahre aufbewahrt werden. Diese Daten können durch den Landwirt oder durch den Hersteller per Fernwartung ausgelesen und in ein gängiges Tabellenprogramm überführt werden. Eine detaillierte Darstellung der aufgezeichneten Daten findet sich in Tabelle 11 (siehe Seite 15).

Umweltsicherheit

Das abgeschlammte Wasser aus Wasserspeicher 1 (pH-Wert 6,5) kann über die anfallende Gülle verwertet werden, da es sich bei dem enthaltenen Stickstoff um einen wertvollen Düngergrundstoff handelt. Waschwasser mit pH-Werten > 6 kann problemlos mit der Gülle gelagert werden.

Das abgeschlammte Wasser aus Wasserspeicher 2 (pH-Wert 3,5) muss in einem separaten Abschlammbehälter mit einer Mindestlagerzeit von 6 Monaten zwischengelagert werden. Der Abschlammbehälter muss für das Abschlammwasser (pH-Wert < 4) geeignet sein. Hier ist länderspezifisch die Verwaltungsvorschrift für wassergefährdende Stoffe einzuhalten. Unmittelbar vor der Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen kann das Abschlammwasser außerhalb des Stalles mit Flüssigmist gemischt werden. Die Zusammensetzung des Waschwassers geht aus Tabelle 4 hervor.

Die Demontage und Entsorgung sonstiger Anlagenteile kann laut Hersteller durch anerkannte Wertungsbetriebe erfolgen.

Für den Anlagenbetrieb wird Säure benötigt. Die Handhabung der Säure ist durch eine Betriebsanweisung seitens des Herstellers erklärt und liegt im Verantwortungsbereich des Betreibers.

Sicherheitsaspekte

Die Arbeitssicherheit des beschriebenen Abluftwäschers der Firma Schulz Systemtechnik wurde von Experten der Berufsgenossenschaft (SVLFG) begutachtet und bewertet. Aus arbeitssicherheitstechnischer Sicht liegen keine Bedenken gegen die Abluftreinigungsanlage EMMI vor.

Tabelle 7:

Messergebnisse zur Emissionsminderung für Ammoniak und verfahrenstechnische Daten während der Sommer- und Wintermessung (ausgewählte Tagesmittelwerte)

		WINTER		SOMMER	
		18.12.12*	20.02.13*	16.06.13*	01.08.13*
Lüftungsrate	[m ³ /h]	5.774	10.108	13.668	24.659
Strömungsgeschwindigkeit	[m/s]	0,15	0,26	0,35	0,62
Verweilzeit	[sek]	2,06	1,18	0,87	0,48
Füllkörperflächenbelastung	[m ³ /(m ² ·h)]	525	919	1.243	2.242
Füllkörpervolumenbelastung	[m ³ /(m ³ ·h)]	1.750	3.063	4.142	7.472
Berieselungsdichte	[m ³ /(m ² ·h)]	1,75	1,39	2,59	2,43
Ammoniak Rohgas**	[ppm]	10,0	6,3	5,7	3,3
Ammoniak Reingas**	[ppm]	0,3	0,2	0,1	0,1
Abscheidegrad Ammoniak**	[%]	96,5	96,9	98,2	96,7

* berechnete Werte bei Reinigungsbereich RB1, Filterwand 1

** es wurden nur Werte bei Rohgaskonzentrationen > 3ppm berücksichtigt

Tabelle 8:

Stromverbrauchswerte während des Messzeitraumes an der Schulz-Abluftreinigungsanlage (Jahresverbrauchswerte sind auf 365 Tage normiert)

Pumpen (Umwälzung)*	
– im Sommer	55...60 kWh/Tag bzw. 1 kWh pro Tierplatz und Jahr
– im Winter	50...55 kWh/Tag bzw. 1 kWh pro Tierplatz und Jahr
Ventilatoren	
– im Sommer (RB1)	14,4 kWh/Tag bzw. 0,3 kWh pro Tierplatz und Jahr
– im Sommer (RB2)	2,6 kWh/Tag bzw. 0,1 kWh pro Tierplatz und Jahr
– im Sommer (RB3)	0,1 kWh /Tag bzw. 0,0 kWh pro Tierplatz und Jahr
– im Winter	5,8 kWh/Tag bzw. 0,1 kWh pro Tierplatz und Jahr

* nach Abzug des Stromverbrauchs für die Messtechnik während des Messzeitraumes

Tabelle 9:

Säureverbrauchswerte an der Schulz-Abluftreinigungsanlage (Jahresverbrauchswerte sind auf 365 Tage normiert)

Wand 1	
– im Sommer	2,22 kg H ₂ SO ₄ pro Tag bzw. 0,04 kg H ₂ SO ₄ pro Tierplatz und Jahr
– im Winter	1,68 kg H ₂ SO ₄ pro Tag bzw. 0,03 kg H ₂ SO ₄ pro Tierplatz und Jahr
Wand 2	
– im Sommer	0,6 kg H ₂ SO ₄ pro Tag bzw. 0,01 kg H ₂ SO ₄ pro Tierplatz und Jahr
– im Winter	0,35 kg H ₂ SO ₄ pro Tag bzw. 0,01 kg H ₂ SO ₄ pro Tierplatz und Jahr

Tabelle 10:

Ammoniakfrachten zu Entmistungszeiten an der Schulz-Anlage am 09.01.2013

	Rohgas NH ₃ [ppm]	Reingas NH ₃ [ppm]	Abscheidung [%]	Volumenstrom RB 1 [m ³ /h]	Fracht NH ₃ Roh [g/h]*	Fracht NH ₃ Rein [g/h]*
min.	7,3	0,23	95	14.790	76,3	2,4
max.	23,8	0,6	99	17.168	288,9	7,3
mittel	16,7	0,4	97	15.476	186,7	4,4

* Angaben normiert auf 20 °C und 1013 hPa für reale Gase

Tabelle 11:

Erfüllung der Anforderungen an das elektronische Betriebstagebuch der EMMI-Abluftreinigungsanlage

	voll erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt	Bemerkungen
Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage	X			elektronische Differenzdruckdosen in jedem Reinigungsbereich zur Ermittlung des Druckverlustes über die Abluftreinigungsanlage
Luftdurchsatz ARA	X			Aufzeichnung und Speicherung des Luftvolumenstromes in m ³ /h, Messung über Messventilatoren und Hochrechnung auf komplettes Modul
Laufzeit Notlüfter	X			es können die Laufzeiten von bis zu maximal fünf Notlüftern abgespeichert werden
Pumpenlaufzeit für zwei Umwälzpumpen	X			ergibt sich aus den gespeicherten Werten für Rohrleitungsdruck und Stromverbrauch der Pumpen
Berieselungsintervalle und Berieselungsmenge		X		anhand von Kennlinien und des gespeicherten Stromverbrauchs kann die Berieselungsmenge manuell ermittelt werden
Gesamtfrischwasserverbrauch des Wäschers	X			wird mithilfe eines Wasserzählers mit Impulsgeber protokolliert
Abgeschlammte Wassermenge	X			wird mithilfe eines magnetisch-induktiven Messsystems erfasst und gespeichert
Roh- und Reingastemperatur	X			beide Temperaturen werden aufgezeichnet
Sprühbildkontrolle	X			indirekt nachweisbar über die Kontaktschalter an der Wartungsöffnung
Wartungs- und Reparaturzeiten	X			werden im elektronischen Betriebsprotokoll abgespeichert
Einhalten des pH-Wertes und der Leitfähigkeit im Waschwasser	X			wird in beiden Wasserspeichern getrennt erfasst und gespeichert
Kalibrierung der pH-Wert-Sensoren	X			wird im elektronischen Betriebsprotokoll abgespeichert
Nachweis Säureverbrauch	X			wird mittels geeignetem Durchflusssensor für jeden Wasserspeicher einzeln erfasst und gespeichert
elektrischer Stromverbrauch ARA	X			wird über geeignete Stromzähler erfasst und abgespeichert

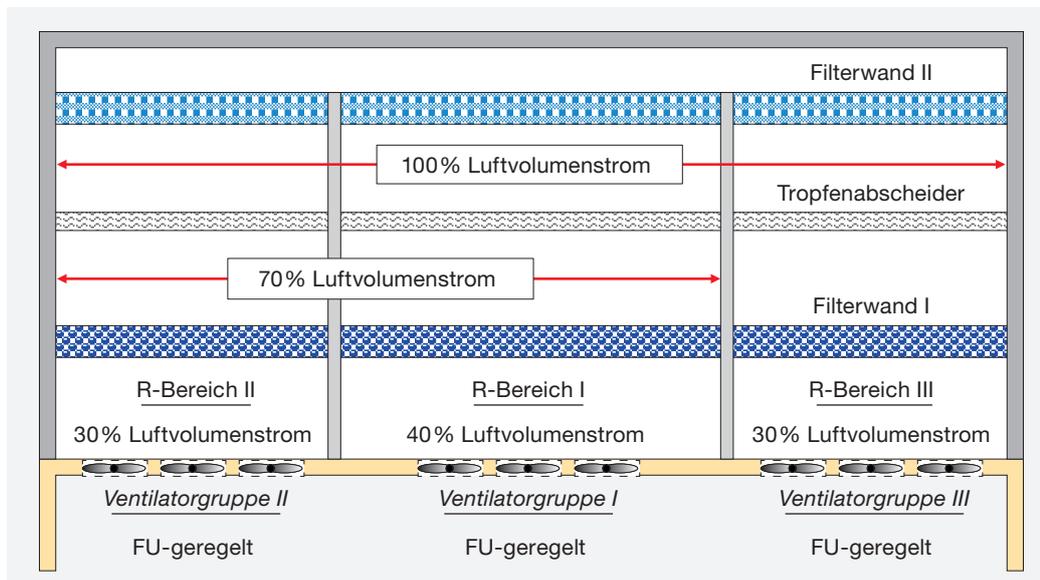


Bild 4:
Schema
Reinigungsbereiche

Fazit

Der Abluftreinigungsanlage EMMI der Firma Schulz Systemtechnik GmbH eignet sich zur Emissionsminderung von Staub und Ammoniak aus dem Abluftstrom eingestreuter Hähnchenschwermastanlagen bei Auslegung der Lüftung

nach der Nutztierhaltungsverordnung und bei Einhaltung der beschriebenen verfahrenstechnischen Parameter zur Abscheidung von Ammoniak (Abscheidegrad $\geq 70\%$) und zur Abscheidung von Staub (Abscheidegrad $\geq 70\%$).

Die Geruchsminderung kann anhand der Anforderungen des aktuellen Prüfrahmens nicht zertifiziert werden, es wurde aber eine durchgehende Geruchsminderung ermittelt.

Weitere Informationen

Weitere Tests zu Abluftreinigungsanlagen können unter www.dlg.org/gebaeude.html#Abluft heruntergeladen werden.

Der DLG-Fachausschuss für Tierproduktion hat zum Thema "Haltung von Jungmasthühnern" eine Arbeitsunterlage (Merkblatt) herausgegeben. Diese ist kostenfrei unter www.dlg.org.merkblaetter.html im PDF-Format erhältlich.

Prüfungskommission

prüfungsbegleitend

Dr. Jochen Hahne,
TI Braunschweig

Friedrich Arends,
LWK Niedersachsen

Andreas Schlichting,
TÜV Nord Hamburg

beratend

Gerd Franke, LLH Kassel

Prof. Dr. Eberhard Hartung, Uni Kiel

Ewald Grimm, KTBL Darmstadt

Verwaltungsvollzug

Vertreter des LK Cloppenburg

Fachgebiet

Erneuerbare Energien

Messinstitute

Geruch

BuB GmbH, Hamburger Str. 273a,
38114 Braunschweig

Staub und Ammoniak

ProChem GmbH, Daimlerring 37,
31135 Hildesheim

Prüfungsdurchführung

DLG e.V.,
Testzentrum
Technik und Betriebsmittel,
Max-Eyth-Weg 1,
64823 Groß-Umstadt

DLG-Prüfrahmen

SignumTest
„Abluftreinigungssysteme
für Tierhaltungsanlagen“
(Stand 10/2010)

Projektleiter

Dipl.-Ing. S. Gäckler

Prüfingenieur(e)

Dipl.-Ing. (FH) Tommy Pfeifer*

* Berichterstatler

Die DLG

Die DLG ist – neben den bekannten Prüfungen landwirtschaftlicher Technik, Betriebs- und Lebensmitteln – ein neutrales, offenes Forum des Wissensaustausches und der Meinungsbildung in der Agrar- und Ernährungsbranche.

Rund 180 hauptamtliche Mitarbeiter und mehr als 3.000 ehrenamtliche Experten erarbeiten Lösungen für aktuelle Probleme. Die über 80 Ausschüsse, Arbeitskreise und Kommissionen bilden dabei das Fundament für Sachverstand und Kontinuität in der Facharbeit. In der DLG werden viele Fachinformationen für die Landwirtschaft in Form von Merkblättern und Arbeitsunterlagen sowie Beiträgen in Fachzeitschriften und -büchern erarbeitet.

Die DLG organisiert die weltweit führenden Fachausstellungen für die Land- und Ernährungswirtschaft. Sie hilft so moderne Produkte, Verfahren und

Dienstleistungen zu finden und der Öffentlichkeit transparent zu machen. Sichern Sie sich den Wissensvorsprung sowie weitere Vorteile und arbeiten Sie am Expertenwissen der Agrarbranche mit! Weitere Informationen unter www.dlg.org/mitgliedschaft.

Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel

Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel Groß-Umstadt ist der Maßstab für geprüfte Agrartechnik und Betriebsmittel und führender Prüf- und Zertifizierungsdienstleister für unabhängige Technik-Tests. Mit modernster Messtechnik und praxisnahen Prüfmethoden stellen die DLG-Prüfingenieure Produktentwicklungen und Innovationen auf den Prüfstand. Als mehrfach akkreditiertes und EU-notifiziertes Prüflabor bietet das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel

Landwirten und Praktikern mit den anerkannten Technik-Tests und DLG-Prüfungen wichtige Informationen und Entscheidungshilfen bei der Investitionsplanung für Agrartechnik und Betriebsmittel.

ENTAM

European Network for Testing of Agricultural Machines ist der Zusammenschluss der europäischen Prüfstellen. Ziel von ENTAM ist die europaweite Verbreitung von Prüfergebnissen für Landwirte, Landtechnikhändler und Hersteller. Mehr Informationen zum Netzwerk erhalten Sie unter www.entam.com oder unter der E-Mail-Adresse: info@entam.com



2012-00586
© 2014 DLG



DLG e.V.

Testzentrum Technik und Betriebsmittel

Max-Eyth-Weg 1, 64823 Groß-Umstadt

Telefon +49 69 24788-600, Fax +49 69 24788-690

tech@DLG.org · www.DLG.org

Download aller DLG-Prüfberichte kostenlos unter: www.dlg-test.de!