

Munters Reventa GmbH

Abluftreinigungsanlage Lavamatic

für die Legehennenhaltung
und Junghennenaufzucht



GESAMT-PRÜFUNG
MUNTERS REVENTA
LAVAMATIC
FÜR LEGEHENNEN

DLG-Prüfbericht 7521

Überblick

Ein Prüfzeichen „DLG-ANERKANNT GESAMTPRÜFUNG“ wird für landtechnische Produkte verliehen, die eine umfassende Gebrauchswertprüfung der DLG nach unabhängigen und anerkannten Bewertungskriterien erfolgreich absolviert haben. In dieser Prüfung werden neutral alle aus Sicht des Praktikers wesentlichen Merkmale eines Produkts bewertet. Die Prüfung umfasst Untersuchungen auf Prüfständen und unter verschiedenen Einsatzbedingungen, zusätzlich muss sich der Prüfgegenstand bei der praktischen Erprobung im Einsatzbetrieb bewähren. Die Prüfbedingungen und -verfahren wie auch die Bewertung der Prüfungsergebnisse werden von einer unabhängigen Prüfungskommission in einem Prüfrahmen 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, das fünf Jahre ab dem Vergabedatum gültig ist.



Zur Erlangung des Prüfzeichens wurde die Abluftreinigungsanlage „Lavamatic“ der Firma Munters Reventa GmbH auf seine Eignung zur Emissionsminderung von Staub und Ammoniak aus dem Abluftstrom einer Legehennenhaltungsanlage mit Voliersystem geprüft. Grundlage für die Prüfung ist eine Auslegung der Lüftungsanlage nach DIN 18910, die für Legehennen bei 2 kg Lebendgewicht einen maximalen Luftvolumenstrom von 4,9 m³ pro Tier und Stunde vorsieht.

Nach aktuellem DLG-Prüfrahmen müssen in der Legehennenhaltung zum Nachweis der Emissionsminderung mindestens 70 % Gesamtstaub und Feinstaub (PM₁₀) sowie mindestens 70 % an Ammoniak gemindert werden. Eine mindestens 70 %ige N-Abscheidung (N-Entfrachtung) muss innerhalb einer N-Bilanz nachgewiesen werden und der Aerosolaustrag darf 0,5 mg N/m³ im Reingas nicht überschreiten.

Die Prüfung wurde an einer Legehennenanlage mit einer Lavamatic-Einheit durchgeführt, wobei nur ein Teilstrom des Stalles abgereinigt wurde. Die Prüfung fand an einer Lavamatic XL für einen Abluftvolumenstrom von 110.000 m³/h statt. Die Anlage umfasste vier bau- und funktionsgleiche Staubfiltermodule. Neben der geprüften Anlage mit 110.000 m³/h sind auch Anlagen mit 55.000 m³/h und 27.500 m³/h verfügbar.

Die genannten Mindestanforderungen wurden erreicht und zum Teil übertroffen. Somit konnte die Lavamatic für die Legehennenhaltung nach DLG-Prüfrahmen zertifiziert werden.

Beurteilung – kurz gefasst

Die Abluftreinigungsanlage „Lavamatic“ der Firma Munters Reventa GmbH ist ein zweistufiger, chemisch arbeitender Abluftwäscher zur Abscheidung von Staub und Ammoniak aus Legehennenhaltungsanlagen mit Volierensystem und Kotbandentmischung. Die Volieren sind mit Sitzstangen, Fütterungs- und Tränkeeinrichtungen ausgerüstet. Die Kontrollgänge sind mit Hobelspänen eingestreut. Die Entmischung des Stallgebäudes wird zwei- bis dreimal wöchentlich über die Kotbänder, die im Volierensystem integriert sind, durchgeführt.

Die Lavamatic wird im Druckprinzip betrieben. Die Mindestabstände sind in Tabelle 2 angegeben. Bei Unterschreitung der Mindestabstände ist eine gleichmäßige Durchströmung mit den genannten Abscheideleistungen nicht mehr gewährleistet. Die Untersuchungen wurden an einer Stallanlage im Druckprinzip durchgeführt.

Das Rohgas wurde als Teilstrom über Ventilatoren aus dem Stallbereich abgesaugt, wobei sich die erste Reinigungsstufe noch auf der Saugseite befindet, die zweite Reinigungsstufe jedoch auf der Druckseite der Ventilatoren liegt. Alle Ventilatoren werden gruppenweise angesteuert und regeln sich je nach Außentemperatur. Die erste Reinigungsstufe ist eine Trockenentstaubung zur Entfernung des groben Staub aus dem Abluftstrom. Die zweite Reinigungsstufe ist eine kontinuierlich betriebene Waschtrommel, die sich in einem Wasservorlagebecken mit $\text{pH} \leq 3$ dreht. Der Abluftstrom wird durch die Trommel geleitet. Aufgrund der permanenten Drehung der Trommel wird diese immer feucht gehalten und kann Ammoniak und Staubpartikel zurückhalten.

Um die im DLG-Prüfbericht dargestellten Abscheideleistungen sicher zu gewährleisten, ist neben einem pH-Wert von ≤ 3 auch noch eine maximale Leitfähigkeit des Waschwassers von 230 mS/cm einzuhalten. Die Filtervolumenbelastung darf 8.700 $\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ nicht überschreiten, die Trommeldrehzahl muss mindestens 3 Umdrehungen pro Minuten (U/min, rpm) betragen, während das Wasser im Vorlagebecken nicht unter 30 cm sinken darf und die maximale Eintauchtiefe der Trommel 20 cm betragen muss.

In der Prüfung erreichte die Abluftreinigungsanlage „Lavamatic“ im Winter einen Mindestabscheidegrad für Gesamtstaub von 74,3 % und im Sommer 80,3 %. Feinstaub PM_{10} wurde im Winter zu mindestens 72,5 % und im Sommer zu mindestens 72,8 % zurückgehalten. Durch chemische Reaktionen (Bildung von Ammoniumsulfat) werden im Winter mindestens 85,1 % und im Sommer mindestens 80,5 % an Ammoniak abgeschieden. Der Stickstoff konnte im Sommer zu 84,8 % bzw. 83,5 % und im Winter zu 83,2 % über das Waschwasser aus dem System entfernt werden (N-Entfrachtung). Die Messung des Aerosolaustrages blieb unauffällig und erfüllte die Anforderungen des DLG-Prüfrahmens. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Da in der Junghennenaufzucht die Emissionen nach VDI 3894-1 für Ammoniak und Staub sicher unter den angegebenen Emissionsfaktoren der Legehennenhaltung (Volierensystem mit Kotbandentmischung) liegen und der zu erwartende Emissionsmassenstrom geringer ist, kann die geprüfte Abluftreinigung auch an einer Junghennenaufzuchtanlage eingesetzt werden.

Tabelle 1:
Ergebnisse der Abluftreinigungsanlage Lavamatic im Überblick

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung*
Ergebnisse der Emissionsmessungen		
Gesamtstaub (gravimetrisch)		
Winter (3 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] ^{[1], [2]}	74,3	■ ■ ■ □ □
Sommer (4 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] ^{[1], [2]}	80,3	■ ■ ■ ■ □
Feinstaub PM_{10} (gravimetrisch) ^[3]		
Winter (3 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] ^{[1], [2]}	72,5	■ ■ ■ □ □
Sommer (3 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] ^{[1], [2]}	72,8	■ ■ ■ □ □
Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$ (gravimetrisch) ^[3]		
Winter (3 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] ^{[1], [2]}	80,9	k.B.
Sommer (3 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] ^{[1], [2]}	89,1	k.B.

Fortsetzung der Tabelle auf Seite 4

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung*
Ergebnisse der Emissionsmessungen		
Ammoniak (jeweils mindestens sechs Wochen kontinuierlich gemessen)		
Winter, Mindestabscheidegrad [%] ^[1]	85,1	■ ■ ■ ■ □
Sommer, Mindestabscheidegrad [%] ^[1]	80,5	■ ■ ■ ■ □
N-Entfrachtung		
Winter [%]	89,1	■ ■ ■ ■ □
Sommer 1. Bilanz [%]	84,8	■ ■ ■ ■ □
Sommer 2. Bilanz [%]	83,5	■ ■ ■ ■ □
Verbrauchsmessungen (Mittelwerte pro Tag bzw. pro Tierplatz und Jahr) ^[4]		
Frischwasserverbrauch		
Winter [m ³ /d]/[m ³ /1.000 m ³ Abluft]/[m ³ /(TP · a)]	1,0/0,002/0,017	k.B.
Sommer [m ³ /d]/[m ³ /1.000 m ³ Abluft]/[m ³ /(TP · a)]	2,8/0,002/0,042	k.B.
Jahresmittel [m ³ /d]/[m ³ /1.000 m ³ Abluft]/[m ³ /(TP · a)]	1,9/0,001/0,030	k.B.
Abschlämmvolumen ^[5]		
Winter [m ³ /d]/[m ³ /1.000 m ³ Abluft]/[m ³ /(TP · a)]	0,11/0,0001/0,0015	k.B.
Sommer [m ³ /d]/[m ³ /1.000 m ³ Abluft]/[m ³ /(TP · a)]	-/-/0,0013	k.B.
Jahresmittel [m ³ /d]/[m ³ /1.000 m ³ Abluft]/[m ³ /(TP · a)]	-/-/0,0014	k.B.
Säureverbrauch (bezogen auf 96 % Schwefelsäure)		
Winter [kg/d]/[kg/1.000 m ³ Abluft]/[kg/(TP · a)]	19,9/0,025/0,32	k.B.
Sommer [kg/d]/[kg/1.000 m ³ Abluft]/[kg/(TP · a)]	16,7/0,009/0,27	k.B.
Jahresmittel [kg/d]/[kg/1.000 m ³ Abluft]/[kg/(TP · a)]	18,3/0,017/0,30	k.B.
Elektrischer Energieverbrauch		
Abluftreinigung ^{[6], [7]}		
Winter [kWh/d]/[kWh/1.000 m ³ Abluft]/[kWh/(TP · a)]	14,1/0,017/0,22	k.B.
Sommer [kWh/d]/[kWh/1.000 m ³ Abluft]/[kWh/(TP · a)]	21,5/0,012/0,35	k.B.
Jahresmittel [kWh/d]/[kWh/1.000 m ³ Abluft]/[kWh/(TP · a)]	17,8/0,015/0,28	k.B.
Ventilatoren		
Winter [kWh/d]/[kWh/1.000 m ³ Abluft]/[kWh/(TP · a)]	41,7/0,050/0,65	k.B.
Sommer [kWh/d]/[kWh/1.000 m ³ Abluft]/[kWh/(TP · a)]	267,3/0,138/3,99	k.B.
Jahresmittel [kWh/d]/[kWh/1.000 m ³ Abluft]/[kWh/(TP · a)]	154,4/0,094/2,32	k.B.

* Der DLG-Prüfrahmen gibt folgende Bewertungsmöglichkeiten in den Bewertungsschemata vor:
 ■ ■ ■ ■ oder besser = erfüllt, übertrifft oder übertrifft deutlich den festgelegten DLG-Standard, ■ ■ = genügt den gesetzlichen Anforderungen für die Marktfähigkeit, ■ = nicht bestanden; k.B. = keine Bewertung

- Der Mindestabscheidegrad bezüglich Staub ist der niedrigste Wert, der im Messzeitraum ermittelt wurde. Der Mindestabscheidegrad bezüglich Ammoniak ist der gemittelte Abscheidegrad abzüglich der Standardabweichung. Die Staubabscheidung ist nur mit der geprüften Trockenstaubung zertifiziert.
- Aufgrund stark schwankender Rohgaskonzentrationen an allen vier Zuluftkaminen wurden zuerst zwei Rohgaskanäle parallel vermessen und direkt anschließend die beiden anderen Rohgaskanäle incl. jeweils korrespondierender Reingasmessung. Die Staubabscheidung über diese vier Einzelmessungen wurden als ein Messwert gemittelt.
- 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.
- Aufgrund einer Teilstrombehandlung an der Referenzanlage lassen sich die ermittelten Verbrauchsdaten nur bedingt mit anderen Anlagen vergleichen. Die tierplatzspezifischen Angaben wurden über die DIN-Luftrate 4,9 m³/(TP · h) bei 2 kg Lebendgewicht und einem maximalen Luftvolumenstrom von 110.000m³/h berechnet.
- Da in der Sommermessung die maximale Leitfähigkeit von 230 mS/cm nicht erreicht wurde, wurde auch keine automatische Abschlammung eingeleitet. Aus diesem Grund wurde die Abschlammung im Sommer aus dem Säureverbrauch berechnet. Der Jahresmittelwert basiert ebenfalls auf dieser Berechnung.
- Der spezifische Energieverbrauch einer Abluftreinigungsanlage ist stark abhängig von der Anlagengröße und sinkt mit steigenden Tierzahlen.
- Der Unterschied im Energieverbrauch zwischen Winter und Sommer ist darin begründet, dass im Winter die Trommel nur mit 2 Umdrehungen pro Minute bewegt wurde und zusätzlich eine elektrische Beheizung im Mess- und Regelschrank betrieben wurde.

Das Produkt

Hersteller und Anmelder

Munters Reventa GmbH
Im Gewerbegebiet 3, 48612 Horstmar
Deutschland

Kontakt:
Telefon +49 (0)2558 9392-0
info.reventa@munters.de, www.reventa.de

Produkt:
(2-stufige) Abluftreinigungsanlage Lavamatic für die
Legehennenhaltung und Junghennenaufzucht

Beschreibung und Technische Daten

Die Abluftreinigungsanlage „Lavamatic“ ist ein zweistufiges System mit einer trockenen Vorentstaubung und einer chemischen Stufe zur Reinigung der Abluft aus Legehennenställen mit Voliersystem und Kotbandräumung. Dieses System wird im Druckverfahren betrieben, wobei die Vorentstaubung auf der Saugseite der Ventilatoren liegt. Als Futtermittel kommt Standardfutter zum Einsatz.

Die Abluft wird von insgesamt vier Ventilatoren aus den Volieren in die erste Reinigungsstufe angesaugt. Diese besteht aus je einer Filterbox, die direkt vor jedem Ventilator fest installiert ist. Die Filterbox

besteht aus einem Edelstahl-Maschengitter, welches auf einem Kunststoffrahmen montiert ist und in regelmäßigen Abschnitten bzw. bei Bedarf mittels eines Rüttelsystems gereinigt wird. In dieser Stufe wird die Abluft von groben Staubpartikeln gereinigt.

Nachdem die Luft waagrecht durch die Ventilatoren gefördert wurde, gelangt sie in die zweite Reinigungsstufe. Hier arbeitet ein Trommelwäscher, der sich permanent mit drei Umdrehungen pro Minute dreht. Auf der Rohgasseite taucht die Trommel in das Wasservorlagebecken (Waschwasser, Prozesswasser) ein und benetzt die in der Trommel verbauten Füllkörper mit Waschwasser. Um im Waschwasser einen pH-Wert von ≤ 3 zu gewährleisten, wird 96 %ige Schwefelsäure aus einem IBC-Container zudosiert. Die Abluft strömt durch die rotierende Trommel und gelangt anschließend nach einem 90°-Bogen in den senkrechten Abluftkamin und strömt nach oben ins Freie. In jedem Zuluftkanal befindet sich ein Messventilator zur Aufzeichnung der Volumenströme.

Während die Abscheidung von Ammoniak ausschließlich in der zweiten Verfahrensstufe (Trommelwäscher) erfolgt, sind für die ausreichende Staubabscheidung beide Verfahrensstufen relevant. Im Trommelwäscher werden Grob- und Feinstaubanteile

im Prozesswasser ausgewaschen und später durch Abschlammung und Grundreinigung aus dem System getragen. Gasförmiges Ammoniak reagiert mit schwefelsaurem Waschwasser zu Ammoniumsulfat. Der steigende Salzgehalt führt zu einer steigenden Leitfähigkeit im Waschwasser. Bei einer Leitfähigkeit von maximal 230 mS/cm wird automatisch ein Teil des Wasservorlagebeckens abgeschlammmt und aus dem System entfernt.

Durch die Rotation der Waschtrommel werden die Füllkörper zum Teil gereinigt. Ein Abstreifer, der im oberen Bereich der Waschtrommel montiert ist, sorgt dafür, dass größere Partikel von der

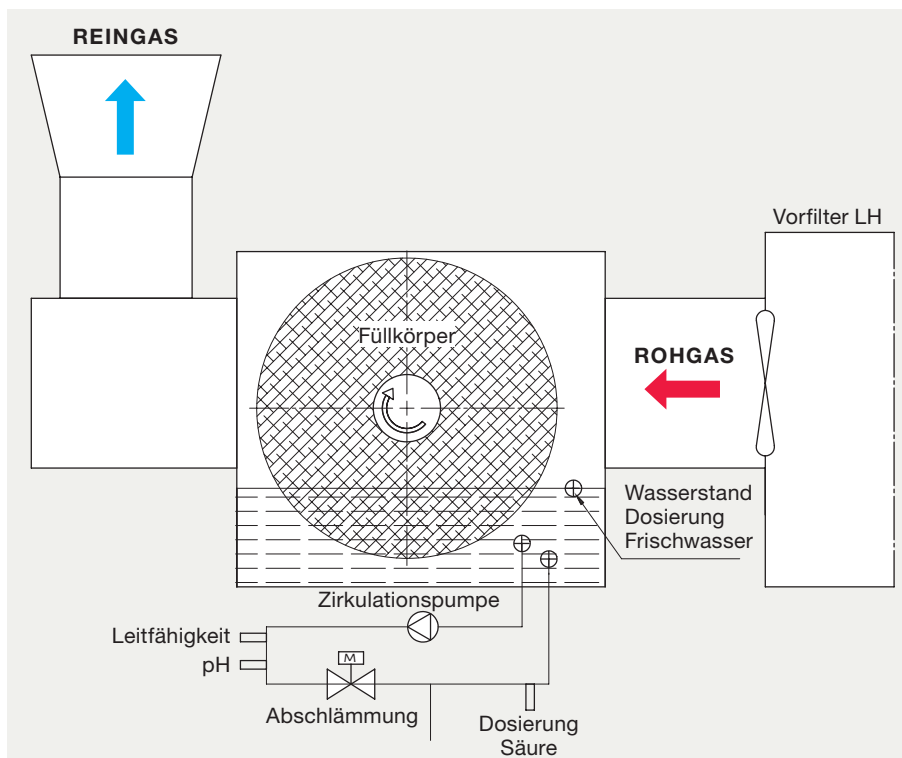


Bild 2:
Funktionsbeschreibung Lavamatic (Prinzipskizze)

Außenseite der Trommel entfernt werden. Gleichzeitig dient der Abstreifer zur Abdichtung der Trommel. Zur Erreichung der beschriebenen Abscheideleistungen ist bei diesem Reinigungssystem keine Umwälzpumpe erforderlich, da sich die Trommel durch die Drehbewegung selbst befeuchtet.

Die große spezifische Oberfläche der Füllkörper dient der Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen Stallabluft und Waschwasser zur wirksamen Abscheidung von Ammoniak und Staub. Durch den Aufbau des Abluftkamins (90°-Bogen nach oben) können stickstoffhaltige Aerosole zurückgehalten und entstehende Wasserverluste somit reduziert werden.

Der optimale pH-Wert liegt bestimmungsgemäß bei ≤ 3 . Dessen Einhaltung muss als Halbstundenmittelwert im elektronischen Betriebstagebuch (EBTB) abgespeichert werden. Bei Überschreitung des maximal erlaubten pH-Wertes wird über eine Säuredosier-technik Säure in das Prozesswasser hinzugegeben, wodurch der pH-Wert wieder absinkt.

Durch den vorgegebenen Aufbau der Lavamatic zwischen Zuluft- und Abluftmodul sollen Wassertropfen (Aerosole) im System zurückgehalten werden. Ein Tropfenabscheider ist nicht vorgesehen.

Von vier Lüftern wurden zunächst Lüfter Nr. 1 und 3 (Gruppe A) bis 100% hochgefahren, anschließend wurden Lüfter Nr. 2 und 4 (Gruppe B) bis zum Maximum hochgefahren. Beide Gruppen wurden über die Drehzahl geregelt. Die Auslegung der Abluftreinigungsanlage darf eine maximale Filtervolumenbelastung von $8.700 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ nicht überschreiten.

Zur Vermeidung übermäßiger Salzanreicherungen, die zu Salzausfällungen und damit zu Fehlfunktionen führen würden, muss das Wasser in regelmäßigen Abständen abgeschlämmt werden. Die Abschlammung erfolgt automatisiert in Abhängigkeit des Salzgehaltes des Waschwassers, d.h. in Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit. Das abgeschlammte Waschwasser wird durch Frischwasser ersetzt. Die Leitfähigkeit des Waschwassers ist auf 230 mS/cm begrenzt.

Um ein unerlaubtes Ansteigen des pH-Wertes im Waschwasser während des Betriebes zu verhindern, wird bei Überschreiten des maximal erlaubten pH-Wertes über eine Säuredosier-technik Säure zudosiert, was ein sofortiges Absinken des pH-Wertes zur Folge hat. Für einen ordnungsgemäßen Betrieb muss deshalb Säure in ausreichender Menge vorgehalten werden.

Für einen stabilen Anlagenbetrieb müssen neben der Filtervolumenbelastung und pH- bzw. Leitwert auch noch die Prozessparameter des Trommelbetriebs eingehalten werden. Die Rotationsgeschwindigkeit darf hierbei 3 Umdrehungen pro Minuten nicht unterschreiten und der Wasserstand im Vorlagebecken muss auf mindestens 30 cm gehalten werden, wobei die Eintauchtiefe der Trommel 20 cm betragen muss.

Da es durch den Anlagenbetrieb auch zu erhöhten Wasserverdunstungen kommt, müssen Frischwasser eintrag und Abschlammmenge im elektronischen Betriebstagebuch (EBTB) aufgezeichnet und gespeichert werden. Die Kontrolle des Wasserstandes wird über einen elektronischen Füllstandsensor durchgeführt, der auch dafür sorgt, dass die Trommel nicht trocken läuft und Frischwasser bis zum Normfüllstand aufgefüllt wird.

Die Trommel muss laut Herstellerangaben mindestens alle 12 Wochen einer Grundreinigung unterzogen werden. Im Einzelfall und bei hohen Feder- oder Staubbelastung kann auch eine Reinigung früher notwendig werden. In diesem Fall wird der Betreiber informiert, dass der Gegendruck über die Trommel den Grenzwert von 250 Pa erreicht hat und eine Reinigung erforderlich ist. Die Trockenentstaubung wird voll automatisch gereinigt entweder alle 120 Minuten oder (bei hoher Belastung) bereits vorher, falls ein Druckverlust von 50 Pa über die Trockenentstaubung überschritten wird.

In Bild 2 ist das Verfahren schematisch dargestellt. Wichtige verfahrenstechnische Parameter sind Tabelle 2 zu entnehmen.

Gewährleistung

Der Hersteller gibt eine Garantie von 2 Jahren, welche den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage voraussetzt und nicht für Verschleißteile gilt. Voraussetzung ist eine Leitmontage durch den Hersteller sowie eine Wartung gemäß Wartungsplan in der Betriebsanleitung.

Tabelle 2:

Verfahrenstechnische Parameter der Abluftreinigungsanlage der Firma Munters Reventa

	Merkmal	Ergebnis/Wert
Beschreibung		chemisch arbeitendes System mit Trockenvorentstaubung
Eignung		Reinigung von Abluft aus der Legehennenhaltung bei Einsatz von Standardfutter durch Minderung von Staub und Ammoniak
Dimensionierungsparameter Referenzanlage nach Herstellerangaben (kontinuierlich betrieben)		
	Abstand Tierbereich/Trockenfilter [m]	3,45
	maximaler Luftvolumenstrom (Teilstrombehandlung) [m ³ /h]	110.000
	Reingasaustrittsfläche an der Referenzanlage [m ²]	5,1
Trockenfilter (Filterbox)	Anzahl Filterboxen [Stk]	4
	Filterbreite/Filterhöhe/Filterdicke [mm/mm/mm]	1.400/2.300/0,56
	Anströmfläche je Filterbox [m ²]	3,22
	maximale Anströmgeschwindigkeit [m/s]	2,16
	maximale Filterflächenbelastung [m ³ /(m ² *h)]	8.600
	Maschenweite des Gitters [mm]	1,80
	Gittermaterial [-]	Edelstahl (VA)
	Abstand Trockenfilter/Ventilatoren [m]	1,84
	Abstand Ventilatoren/Trommelmitte [m]	1,90
Chem. Reinigungsstufe	Anzahl Trommelmodule [Stk]	4
	Länge/Außendurchmesser/Innendurchmesser [m/m/m]	1,815/1,7/0,8
	freie Anströmfläche [m ²]/aktives Filtervolumen [m ³]	15,33/11,8
	min. Verweilzeit bei Sommerluftraten [s]	ca. 0,06
	maximale Anströmgeschwindigkeit [m/s]	2,00
	Eintauchtiefe der Trommel/Wasserstand [mm]	200/300
	maximale Filtervolumenbelastung [m ³ /(m ³ *h)]	8.700
	Füllkörpertyp [-]	NC 20-27
	Spez. Oberfläche der Füllkörper [m ² /m ²]	125
	Lückengrad [m ² /m ²]	> 97
	Trommeldrehzahl [rpm]	3
	Drehrichtung [-]	taucht rohgasseitig ins Wasser
	Abstand Trommel/Kaminanfang [m]	1,20
Abschlammung	Fassungsvermögen Wasserspeicher [m ³]	4,12...4,42
	Abschlammrate am Referenzbetrieb, Jahresmittel [m ³ /(TP · a)] ^[1]	0,0014
	pH-Wert im Waschwasser [-]	≤ 3
	maximale Leitfähigkeit in der Wasservorlage [mS/cm]	≤ 230
Referenzbetrieb für die durchgeführten Messungen (Legehennen in Bodenhaltung auf 2 Etagen)		
	Haltungssystem Legehennen [System]	Bodenhaltung (Voliere), Kotbandbelüftung
	genehmigte Tierplätze, Gesamtstall [Anzahl]	55.760
	Nutzfläche Gesamtstall [m ²]	1.683
	Ø-Lebendmasse [kg/Tier]	2,0
	installierter Luftbedarf pro Tier [m ³ /(Tier · h)]	9,6
	Sommerluftrate gemäß DIN 18910, Gesamtstall [m ³ /h]	501.840
	max. installierter Abluftvolumenstrom, Gesamtstall bei 20 Pa [m ³ /h]	535.296
	behandelter Abluftvolumenstrom (Teilstrom, Lavamatic) [m ³ /h]	110.000
	max. Druckverlust Stall plus ARA bei 110.000 m ³ /h [Pa] ^[2]	300
	max. Druckverlust ARA bei 110.000 m ³ /h incl. Abluftmodul [Pa] ^[2]	280
	Anzahl der Lüfter, gefiltert (Lavamatic) [Anzahl]	4
	Anzahl der Lüfter, ungefiltert [Anzahl]	20

	Merkmal	Bewertung
Betriebsverhalten		
Technische Betriebssicherheit	Während den Versuchsperioden konnten außer einigen wenigen Stromausfällen keine nennenswerten Störungen festgestellt werden. Die Ansteuerung der Ventilatoren muss immer synchron erfolgen.	✓
Haltbarkeit	Während des Untersuchungszeitraumes wurde kein nennenswerter Verschleiß festgestellt.	k.B.
Handhabung		
Betriebsanleitung	Die Betriebsanleitung ist ausführlich und übersichtlich aufgebaut. Durchzuführende Wartungsarbeiten sowie die automatische Steuerung werden gut beschrieben. Es werden viele Sicherheitshinweise gegeben und mögliche Gefahren gut beschrieben.	✓
Bedienung	Die Anlage läuft im bestimmungsgemäßen Betrieb vollautomatisch. Der Anlagenbetreiber muss die Anlagensteuerung täglich kontrollieren. Die Anlage muss kontinuierlich betrieben werden.	✓
Wartung	Ein Wartungsvertrag zwischen Installateur/Händler und Anlagenbetreiber wird dringend empfohlen. Die Wartung sollte mindestens einmal im Jahr durchgeführt werden. Neben der täglichen Kontrolle der Anlagensteuerung sind monatliche und halbjährliche Sichtkontrollen und Reinigungen durchzuführen. Diese Kontrollen sind zu dokumentieren. In der Betriebsanleitung sind die Wartungsarbeiten gut beschrieben.	k.B.
Reinigung der gesamten Anlage	Eine Reinigung der Anlage ist mindestens alle 12 Wochen notwendig. Bei Überschreitung eines Druckverlustes von 250 Pa wird der Anlagebetreiber vorzeitig aufgefordert, die Anlage zu reinigen.	k.B.
Füllkörperwechsel	Laut Hersteller ist bei ordnungsgemäßem Betrieb und dem regelmäßigen Durchführen der notwendigen Wartungsarbeiten kein Wechsel des Füllkörpermaterials notwendig.	k.B.
Arbeitszeitbedarf (Herstellerangaben)		
tägliche Kontrollen	ca. 15 Minuten, plus gelegentliches Wechseln des Siebkorbs (25 Minuten)	k.B.
wöchentliche Kontrollen	ca. 30 Minuten	k.B.
Reinigung der gesamten Anlage	ca. 2 Stunden für 2 Personen	k.B.
Dokumentation		
Technische Dokumentation	Anforderungen erfüllt	✓
Elektronisches Betriebstagebuch	Anforderungen erfüllt	✓
Sicherheit		
Maschinen- und Anlagensicherheit	Bestätigt durch einen anerkannten Gutachter für Arbeitssicherheit, interne Gefährdungsbeurteilung	k.B.
Feuersicherheit	Ein Brandschutzkonzept ist von Betreiber im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens für den Gesamtstall zu erstellen.	k.B.
Umweltsicherheit	Das Waschwasser muss in einem dafür vorgesehenen Lagerbehälter gemäß AwSV zwischengelagert werden. Eine pflanzenbedarfs-gerechte Verwertung des Waschwassers ist empfehlenswert. Der Nachweis der ordnungsgemäßen Verwertung erfolgt durch den Anlagenbetreiber. Die Entsorgung sonstiger Anlagenteile wird durch anerkannte Verwertungsbetriebe durchgeführt.	k.B.
Gewährleistung		
Herstellergarantie	2 Jahre Garantie auf alle Anlagenteile, die keinem normalen Verschleiß unterliegen. Leitmontage durch Hersteller und Wartung gemäß Wartungsplan.	k.B.

* Der DLG-Prüfrahmen gibt folgende Bewertungsmöglichkeiten in den Bewertungsschemata vor:
 ✓ = Anforderung erfüllt, ✗ = Anforderung nicht erfüllt; k.B. = keine Bewertung

- 1 Die Abschlammung wurde aus dem gemessenen Stickstoffeintrag und dem Säureverbrauch errechnet.
 2 ARA ist hier die Abkürzung für Abluftreinigungsanlage. Der Filterdruckverlust kann in Abhängigkeit vom Staubeintrag deutlich schwanken. Der Druckverlust der ARA entspricht dem Druckverlust der Trommel plus Druckverlust der Vorentstaubung.

Die Methode

Die Messungen wurden an einer Referenzanlage in Nordrhein-Westfalen durchgeführt.

Aufgrund der Tatsache, dass die Staubabscheidung an diesem Reinigungssystem überwiegend vom Luftvolumenstrom abhängt, wurden einzelne Staubmessungen unter simulierten Winterbedingungen aus Zeitgründen vor oder innerhalb der Sommermessung durchgeführt, wobei der Luftvolumenstrom für den Zeitraum der Staubmessung an die Vorgaben angepasst wurde.

Die erste, durchgeführte Sommermessung konnte wegen einiger baulicher Optimierungen zum Großteil nicht anerkannt werden. In einer Entscheidung des DLG-Technical Committee wurde der Messzeitraum in einer nachgeholtten Sommermessung auf sechs Wochen festgelegt.

Eine explizite Überprüfung der vom Hersteller optional angebotenen Geruchsstufe wurde auf Wunsch des Herstellers nicht durchgeführt.

Als Referenzanlage diente ein Legehennenstall mit insgesamt etwa 55.000 Tieren auf zwei getrennten Ebenen. Die Lüftungsanlage des Stalles ist auf einen Gesamtvolumenstrom von 535.300 m³/h ausgelegt, wozu 20 Abluftventilatoren giebelseitig in der Stalldecke installiert waren. Durch Verwendung von Gitterroste im Fußboden der oberen Ebene konnten beide Ebenen gleichzeitig entlüftet werden. Von dieser Gesamtluftrate wurden 110.000 m³/h über die Lavamatic gefördert, während die Gesamtlüftung entsprechend reduziert wurde.

Eine Umfrage bei Besitzern typengleicher Abluftreinigungsanlagen konnte während des Prüfungszeitraums nicht durchgeführt werden, da die geprüfte Anlage in der vorliegenden Form noch nicht im Praxiseinsatz war.

Die Abluftreinigungsanlage ist für den Druckbetrieb zugelassen.

Die Messungen fanden von Oktober 2023 bis Juni 2024 statt, Anfang Oktober 2024 wurde eine einzelne Staubmessung nachgeholt.

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 Rundfilter aus Glasfaser mit Ø 45 mm ausgewählt.

Die Feinstaubbestimmung (PM₁₀ und PM_{2,5}) erfolgte nach VDI-Richtlinie 2066, Blatt 10 und nach DIN EN ISO 23210. Es wurde ein Kaskadenimpaktor Johnas II nach Paul Gothe mit drei Planfiltern (Ø 50 mm) eingesetzt. Als Abscheidemedium wurde wieder ein Rundfilter aus Glasfaser, nun mit einem Filterdurchmesser von 50 mm, eingesetzt. Die Auswertung erfolgte über die gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung.

Nach DLG-Prüfrahmen darf ein Abscheidegrad von 70 % nicht unterschritten werden. Dies gilt für Gesamtstaub und Feinstaub (PM₁₀-Fraktion). Die Ergebnisse der PM_{2,5}-Messung werden informativ dargestellt. Als Mindestabscheidegrad wird die kleinste Abscheideleistung anerkannt, die sich aus allen durchgeführten Messungen an den Messtagen ergibt.

Da der Staubeintrag an allen vier Zuluftkaminen (Rohgas) der Lavamatic nicht gleichmäßig war und zu deutlich schwankenden Abscheideleistungen von Gesamtstaub- und Feinstaub führte, wurde nach Absprache mit dem Technical Committee ein Messverfahren eingesetzt, was sich stark an oben genannter Vorgehensweise orientiert, wobei aber alle vier Zuluftkamine nahezu zeitgleich beprobt und zusammen mit den korrespondierenden Messungen im Reingas ausgewertet werden konnten.

Ammoniak

Die Ammoniakmessungen im Roh- und Reingasbereich erfolgten über den gesamten Untersuchungszeitraum kontinuierlich mittels FTIR-Spektroskopie in Anlehnung an die KTBL-Schrift 401 und die DIN EN 15483, wobei die Messungen mit einer Messzelle durchgeführt wurden. Um Kondensation in den gasführenden PTFE-Leitungen zu vermeiden, wurden die Messgasleitungen auf der Reingasseite auf ihrer Gesamtlänge beheizt.

Im gesamten Messzeitraum wurde eine Interferometerspülung eingesetzt.

Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf gemessene Werte. Sofern im Reingas einer Abluftreinigungsanlage weniger als 0,8 ppm gemessen wird, wird dieser Wert auf 0,8 ppm angehoben. Dies hat

seine Begründung in der Messunsicherheit des eingesetzten Messgerätes. Unterhalb dieses Wertes ist eine sichere Messung nicht quantifizierbar. Ohne permanente Interferometerspülung liegt die untere Messbereichsgrenze bei 1,0 ppm.

Zum Nachweis der Einhaltung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung TierSchNutztV (max. 20 ppm Ammoniak im Tierbereich) wurde an den Messtagen die Ammoniakkonzentration auf Tierhöhe kontinuierlich erfasst.

Gemäß den Bewertungskriterien des DLG-Prüfrahmens muss der Mindestabscheidegrad hinsichtlich Ammoniak dauerhaft über 70 % liegen. Der anzuerkennende Mindestabscheidegrad wird aus dem mittleren Abscheidegrad aller Ergebnisse abzüglich deren Standardabweichung ermittelt.

Aerosolaustrag

Stickstoffhaltige Aerosole werden durch die Befeuchtung der Füllkörperpakete als Ammonium-Aerosole aus den Füllkörpern von Abluftreinigungsanlagen ausgetrieben und vom Abluftstrom mitgerissen. So gelangt der ursprünglich abgeschiedene Stickstoff unbeabsichtigt wieder in die Umgebung.

Zur Aerosolbestimmung während des Untersuchungszeitraumes im Sommer wurden die Staubfilter der Gesamtstaubmessungen auf Ammoniumsulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ untersucht. Die Umrechnung auf Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) erfolgt über die molaren Massen der Verbindungen. Die molare Masse von Ammoniumsulfat beträgt 132,1332 g/mol und die molare Masse des enthaltenen Stickstoffes ($2 \times \text{N}$) 28,0134 g/mol. Dies entspricht einem Anteil von 21,2 %. Somit wurde der Gehalt an Ammoniumsulfat mit dem Faktor von 0,212 multipliziert, um den Ammoniumstickstoffanteil zu ermitteln.

Zur Ermittlung des N-Austrages mit den Aerosolen wurde während der Wintermessung eine Messung mittels Planfilter im Reingas hinter dem zweiten Tropfenabscheider durchgeführt. Hierbei wurden zwei Probenahmeeinrichtungen installiert, wobei eine von beiden mit einem Partikelfilter zur Aerosolabscheidung vorgeschaltet wurde. Die Probenahme erfolgte nach VDI 3496-1 (Messen gasförmiger Emissionen).

Nach DLG-Prüfrahmen darf der Aerosolaustrag nicht über 0,50 mg Stickstoff pro Normkubikmeter liegen.

Stickstoffbilanz, N-Entfrachtung

Die Ammoniakabscheidung der Abluftreinigungsanlage wurde über eine N-Bilanzierung unter Berücksichtigung der Ammoniak-Frachten (im Roh- und Reingas), sowie der im Waschwasser gelösten anorganischen Stickstoffverbindungen verifiziert. Der Bilanzierungszeitraum lag im Winter bei 21 Tagen und im Sommer ebenfalls bei insgesamt 21 Tagen. Aufgrund eines Stromausfalls musste der ursprünglich geplante Bilanzzeitraum im Sommer unterbrochen und später fortgesetzt werden. Somit wurden zwei Bilanzen unter Sommerbedingungen erstellt.

Bei Bilanzierungen an chemisch betriebenen Wäschern wird das Prozesswasser nur hinsichtlich der $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration untersucht, da in der Regel keine biologische Oxidation stattfindet.

Zur Bestimmung der eigentlichen N-Entfrachtung wird die entnommene anorganische N-Masse mit der rohgaseitig eintretenden N-Fracht ins Verhältnis gesetzt.

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.

Nach DLG-Prüfrahmen muss die N-Entfrachtung innerhalb der Stickstoffbilanz während der Winter- und Sommermessung jeweils mindestens 70 % betragen.

Die Wiederfindungsrate an Stickstoff (N-Bilanz) muss laut Prüfrahmen mindestens 80 %, höchstens jedoch 120 % betragen.

Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung

Der Verbrauch von Frischwasser, Abschlammung und elektrischer Energie wurde über die Erfassung der entsprechenden Zählerstände bestimmt (Stromzähler für die Abluftreinigung und separat für die Lüftung).

Der Säureverbrauch wurde mittels Wiegesystem (Kraftaufnehmer bzw. Wiegezeile oder Waage) ermittelt.

Während der Messungen wurden die Umgebungsbedingungen (Temperatur außen/innen, relative Luftfeuchte außen/innen) erfasst. An den Tagen der

Staub- und Geruchsstoffkonzentrationsmessungen wurden zusätzlich folgende Parameter dokumentiert:

- Tiergewichte (geschätzt) und Tierzahlen
- Frischwasser- und elektrischer Energieverbrauch (Zählerstände)
- Luftvolumenstrom (Messventilatoren des Herstellers und separate Lüfterkennlinie)
- Druckverlust über die Anlage sowie der Druckverlust über den Ventilator
- pH-Wert und Leitfähigkeit im Prozesswasser

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

Betriebssicherheit und Haltbarkeit

Die Betriebssicherheit und Haltbarkeit wurden beurteilt. Eventuell aufgetretene Störungen an der Gesamtanlage sowie an technischen Komponenten wurden im Prüfungszeitraum dokumentiert.

Betriebsanleitung, Handhabung und Arbeitszeitbedarf, Wartungsaufwand

Eine detailgenaue Funktionsbeschreibung der Anlage mit einer bildlichen Darstellung sowie eine klare Beschreibung der regelmäßigen Wartungsarbeiten wurden geprüft und aus Anwendersicht beurteilt. Im Prüfbereich Handhabung und Arbeitszeitbedarf wird 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 ist.

Beim Wartungsaufwand werden die Serviceintervalle sowie deren Pflichtenlisten beurteilt.

Dokumentation

Im elektronischen Betriebstagebuch sind folgende Parameter als Halbstundenmittelwerte oder Halbstundenwerte zu erfassen und abzuspeichern:

- Druckverlust über die Anlage [Pa]
- Luftdurchsatz [m^3/h]
- Pumpenlaufzeit und Betriebsdauer des Trommelbetriebes (Umwälzung, Abschlammung) [h]
- Gesamtfrischwasserverbrauch der Anlage [m^3], kumulativ
- Abschlammmenge [m^3], kumulativ

- Roh- und Reingastemperatur [$^{\circ}\text{C}$]
- pH-Wert [-] und elektrische Leitfähigkeit [mS/cm], jeweils als Halbstundenmittelwerte
- Stromverbrauch der Abluftreinigungsanlage [kWh], kumulativ

Des Weiteren sind Wartungs- und Reparaturzeiten sowie Kalibrierungen der pH-Wertsonde zu erfassen. Nachweise über den Verbrauch von chemischen Betriebsstoffen (Säure, Antischaummittel) als Additive sind zu erbringen.

Diese Daten dienen dem Nachweis eines ordnungsgemäßen Betriebes der Abluftreinigungsanlage und wurden an der Referenzanlage überprüft.

Umweltsicherheit

Der Prüfungsbereich Umweltsicherheit umfasste eine Beurteilung eventueller, für den Anlagenbetrieb nötiger Betriebsstoffe wie Säuren und Alkalien. Weiterhin wird die stofflichen Verwertung anfallender Betriebsabfälle, hier beispielsweise das abgeschlammte Prozesswasser, sowie die Demontage und Entsorgung von Anlagenteilen untersucht und beurteilt. 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 Anlagensicherheit kontrolliert.

Die Testergebnisse im Detail

Geprüft wurde an einer Referenzanlage mit einer installierten Reinigungsleistung von 110.000 m³/h pro Abluftreinigungsanlage (4 Trommel-Module). Lavamatic-Anlagen, die mit weniger Modulen betrieben werden, jedoch ansonsten baugleich sind, können ebenfalls als zertifiziert betrachtet werden.

Aufgrund der vorliegenden Erfahrungen aus vorangegangenen Messungen an der Lavamatic hat sich das Technical Committee (TC) für eine verkürzte Messdauer im Sommer ausgesprochen. Insgesamt wurde

Ammoniak kontinuierlich über sechs Wochen am Stück gemessen. Da direkt im Anschluss an diese Messung alle Tiere ausgestallt wurden und ein Verbleib der Lavamatic am Prüfstandort nicht geplant war, wurden alle notwendigen Staubmessungen innerhalb dieser Zeit durchgeführt. Eine zeitliche Ausdehnung des Messprogramms hätte den Messaufwand deutlich erhöht und wurde zudem als unverhältnismäßig betrachtet. Dies betrifft auch nachgeholte Staubmessungen (Gesamt/Feinstaub PM₁₀) unter Winterbedingungen, die aufgrund fehlen-

Tabelle 3:

Messergebnisse zur Emissionsminderung (Gesamt- und Feinstaub) an der Abluftreinigungsanlage der Anlage der Firma Munters Reventa

Datum	Messung unter						
	Winterbedingungen			Sommerbedingungen			
	20.06.24	25.06.24	02.10.24	02.05.24	08.05.24	22.05.24	27.06.24
Umgebungs- und Randbedingungen ^[1]							
rel. Außenluftfeuchte [%rF]	59	59	90	62	72	90	92
Umgebungstemperatur [°C]	22,6	26,2	10,4	23,0	14,8	17,3	28,2
Rohgas-/Reingasfeuchte [%rF]	62/84	64/92	80/98	65/99	68/99	88/99	68/92
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	23,5/20,0	26,5/22,0	17,8/15,3	21,2/17,7	20,2/14,0	20,2/17,7	29,2/26,7
Tierzahl im Stall [Stck]	ca. 49.400	ca. 49.400	51.451	ca. 50.100	ca. 50.100	ca. 50.000	49.347
Mittleres Tiergewicht [kg]	1,9	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9
Luftvolumenstrom [m ³ /h]	31.000	31.500	32.500	83.200	91.300	78.300	106.600
Druckverlust ARA [Pa]	39	40	35	177	181	- ^[2]	250
Druckverlust gesamt [Pa] ^[3]	56	58	- ^[2]	ca. 200	ca. 200	- ^[2]	> 250
Gesamtstaub (normiert) ^[4]							
Rohgas [mg/m ³]	11,40	13,14	10,62	11,38	8,27	6,14	15,14
Reingas [mg/m ³]	2,41	2,76	2,73	1,47	1,33	1,21	2,71
mittlerer Abscheidegrad [%]	78,9	79,0	74,3	87,1	84,0	80,3	82,1
Mindestabscheidegrad [%]		74,3			80,3		
Feinstaub PM₁₀/PM_{2,5} (normiert) ^[4]							
Rohgas [mg/m ³]	6,79/3,77	7,02/3,37	4,14/1,98	5,87/3,33	5,46/3,32	3,36/1,96	-
Reingas [mg/m ³]	1,86/0,58	1,92/0,64	1,14/0,00	1,23/0,24	1,22/0,20	0,92/0,21	-
mittlerer Abscheidegrad PM ₁₀ /PM _{2,5} [%]	72,6/84,6	72,6/80,9	72,5/> 99	79,0/92,8	77,6/94,2	72,8/89,1	-
Mindestabscheidegrad PM ₁₀ /PM _{2,5} [%]		72,5/80,9			72,8/89,1		

1 Die Daten wurden zum Zeitpunkt der Staubmessung erhoben.

2 Die gemessenen Werte waren unplausibel oder konnten aus technischen Gründen nicht erhoben werden.

3 Der Gesamtdruckverlust ergibt sich aus dem Druckverlust der ARA (Abluftreinigungsanlage) plus dem Druckverlust aus dem Stall und ggfs. weiteren Luftwiderständen (z.B. Kamin). Der Druckverlust schwankt in Abhängigkeit der Beladung von Trommel und Vorentstaubung.

4 Die dargestellten Werte sind teilweise auf eine Nachkommastelle gerundet. Die Abscheidewerte wurden jedoch mit den ungerundeten Werten berechnet.

der technischer Optimierungsarbeiten in der vorangegangenen Wintermessung nicht zu zufriedenstellenden Ergebnissen geführt haben. Die Staubabscheidung hängt bei diesem Anlagentyp überwiegend vom Volumenstrom ab. Andere Einflüsse (z.B. Feuchte/Temperatur) spielen für die Staubabscheidung eine untergeordnete Rolle. Aus diesem Grund konnten alle Staubmessungen innerhalb der Sommermessung durchgeführt werden. Zu diesem Zwecke wurde der Volumenstrom während der Staubmessungen kurzzeitig auf winterliche Luftraten (ca. 30 %) reduziert. Um auch alle erforderlichen Staubmessungen bei hohen Volumenströmen (Sommerbedingungen) durchführen zu können, mussten zwei separate Messtage kurz vor Beginn der eigentlichen Sommermessung vorverlegt werden. Alle Randparameter und alle tierspezifischen Daten wurden aber zu jedem Messtermin erhoben, so dass diese Messplanung im Ausnahmefall zulässig ist.

Staub

Die eingesetzte Minderungstechnik konnte die Anforderungen an den DLG-Prüfrahmen einhalten. In Tabelle 3 sind die Messdaten der Winter- und Sommermessung dargestellt.

Im Winter wurden insgesamt drei Gesamtstaub- und drei Feinstaubmessungen (PM₁₀ und PM_{2,5}) durchgeführt. Im Sommer fanden vier Gesamtstaubmessungen und drei Feinstaubmessungen statt.

Bei Gesamtstaub wurde ein Mindestabscheidegrad von 74,3 % (Winter) und 80,3 % (Sommer) gemessen. Es wurden zudem mindestens 72,5 % im Winter und 72,8 % im Sommer an Feinstaub PM₁₀ abgeschieden.

Erfahrungsgemäß kann der Waschprozess zur Bildung von Tröpfchen im Größenbereich 2,5 bis 10 µm führen, welche bei der Staubmessung mit dem 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 meist ein höherer Abscheidegrad berechnet als für die Fraktion PM₁₀.

Ammoniak

Eine mindestens den Anforderungen entsprechende Ammoniakabscheidung kann nur sichergestellt werden, wenn das Prozesswasser bei einem maximalen Leitwert von 230 mS/cm automatisch abgeschlämmt und der pH-Wert im Wasser bei ≤ 3,0 eingeregelt wird.

Die kontinuierliche Überprüfung der Ammoniakkonzentration auf Tierhöhe ergab kaum Auffälligkeiten. Einige, wenige Überschreitungen von über 20 ppm im Winter können durch Kotbandräumungen erklärt werden. Zudem war während der Wintermessung die Entlüftung noch nicht optimal eingestellt. Dies wurde im Laufe der Prüfung durch den Betreiber behoben. Die Überschreitungen traten immer nur

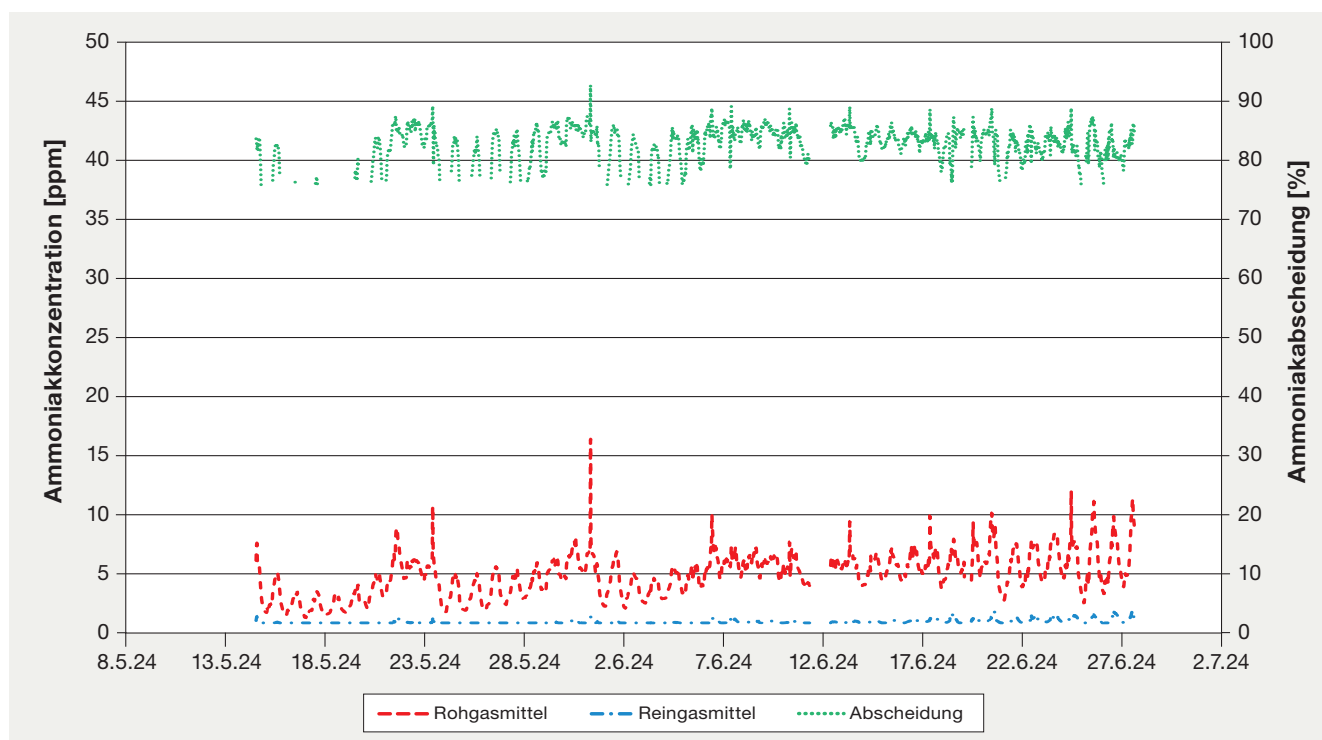


Bild 3: Abscheidegrad und Verlauf der Ammoniak-Konzentration im Roh- und Reingas (Sommermessung)

Tabelle 4:

Ergebnisse des Aerosolaustrages an der Abluftreinigungsanlage Lavamatic

Datum	Wintermessung			Sommermessung			
	15.11.23	18.12.23	20.12.23	08.05.24	22.05.24	27.06.24	27.06.24
Luftvolumenstrom gesamt [m³/h]	38.800	49.900	53.000	75.600	77.700	106.200	107.200
Ammoniumsulfat [mg/Filter]	0,07	0,15	0,23	0,10	< 0,05	0,17	0,07
Aerosolanteil NH ₄ -N [mg/m³]	0,05	0,05	0,08	0,07	0,05 ^[1]	0,11	0,06

1 Die Analysen lagen unterhalb der Nachweisgrenze.

Tabelle 5:

Messergebnisse (N-Bilanzierung und Waschwasserzusammensetzung) der Abluftreinigungsanlage der Firma Munters Reventa

Messzeitraum	Wintermessung		Sommermessung	
	15.11. bis 06.12.2023		28.05. bis 10.06.2024	20.06. bis 27.06.2024
Gasseite				
NH ₃ -N Rohgas-Eintrag [kg]		122,61	65,66	50,16
NH ₃ -N Reingas-Austrag [kg]		14,14	9,33	8,25
Differenz [kg]		108,5	56,3	41,9
Abscheideleistung NH ₃ -N [%]		88,5	85,8	83,6
Wasserseite				
pH-Wert ^[1] [-]		2,9...3,5		2,9...3,5
Leitfähigkeit ^[1] [mS/cm]		193...229		117...199
Füllstand Wasservorlage ^[1] [cm]		26...28		27...32
N-Aerosol-Austrag [kg]		0,86	1,4	0,9
N-Prozesswasser-Austrag [kg]		8,55	55,66	41,86
N-Abschlammung-Austrag [kg]		100,64	0	0
N-Austrag im Wasser, gesamt [kg]		109,19	55,66	41,86
Wiederfindungsrate N [%]		100,6	99,0	99,9
N-Entfrachtung ^[2] [%]		89,1	84,8	83,5

1 Die Daten wurden dem Elektronischen Betriebstagebuch entnommen.

2 Die N-Entfrachtung wurde ohne Berücksichtigung des Aerosolaustrages und ohne Berücksichtigung weiterer stickstoffhaltiger Gaskomponenten berechnet.

kurzzeitig auf und betrafen nur den Winterzeitraum. Im Sommerzeitraum kam es zu keinen Überschreitungen.

Um den Einfluss von erhöhten Ammoniakkonzentrationen von über 20 ppm im Rohgas auf die Berechnung des Abscheidegrades auszuschließen, wurden in der Winter- und Sommermessung alle Messwertpaare eliminiert, bei denen im Rohgas mehr als 20 ppm gemessen wurde. Es lagen letztendlich im Winter 2.623 und im Sommer 1.594 Wertepaare als Halbstundenmittelwerte zur Bewertung vor.

In der Wintermessung wurde ein Mindestabscheidegrad von 85,1 % gemessen. Im Sommer wurden immer mindestens 80,5 % erreicht.

In Bild 3 sind die Ammoniakkonzentrationen am Beispiel der Sommermessung grafisch dargestellt. Hierbei wurden alle Messwerte korrigiert, d.h. Werte unter 0,8 ppm wurden auf 0,8 ppm angehoben (Interferometerspülung).

An allen Messtagen wurden immer mindestens 70 % abgeschieden. Eine wirkungsvolle Abscheidung des Ammoniaks bei Legehennenhaltungsverfahren und ordnungsgemäßem Betrieb ist somit bei den beschriebenen Betriebsbedingungen sichergestellt.

Aerosolaustrag

Die Ergebnisse der Aerosolmessungen sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Es wurden im Winter drei Messungen und im Sommer ebenfalls drei Messungen durchgeführt. Es wurde jeweils hinter dem Trommelwäscher gemessen.

Im Winter lagen die Messwerte für den Aerosolaustrag bei unter 0,1 mg NH₄-N/m³ und im Sommer bei höchstens 0,11 mg NH₄-N/m³ und somit deutlich unterhalb des Grenzwertes aus dem DLG-Prüfrahmen von 0,5 mg N/m³. Somit ist ein guter Rückhalt der Aerosole sichergestellt.

Stickstoffbilanz/N-Entfrachtung

Die Ergebnisse der Stickstoffbilanz und der N-Entfrachtung sind in Tabelle 5 angegeben.

In der Wintermessung ergab sich eine Wiederfindungsrate des Stickstoffs von 101,2 %, im Sommer wurden 101,0 % bzw. 101,7 % wiedergefunden. Im Rahmen der Messgenauigkeit liegt die Bilanz in einem sehr guten Bereich.

Im Waschwasser der Wintermessung wurden 83,2 % an Stickstoff wiedergefunden, die Sommermessung ergab einen Wert der N-Entfrachtung von 84,8 % bzw. 83,5 %, was insgesamt einen stabilen und funktionssicheren Betrieb widerspiegelt. Aufgrund von ungeplanten Umbaumaßnahmen an der Abluftreinigungsanlage im Sommer wurde die ursprünglich geplante N-Bilanzierung in zwei Bilanzzeiträume aufgeteilt.

Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung

Zur Darstellung aller Verbrauchszahlen wurden die Tagesmittelwerte aufgenommen und im Prüfbericht angegeben. Da an der Referenzanlage nur ein Teilstrom behandelt wurde, ist eine Darstellung tierplatzbezogener Angaben nicht direkt möglich. Aus diesem Grund wurde der Verbrauch pro 1.000 m³ gereinigter Abluft dargestellt. Um darüber hinaus noch besser mit anderen Anlagen vergleichbar zu sein, wurden die Verbrauchszahlen einer Tierplatzzahl zugeordnet. Hier wurden die maximale Luftströme von 110.000 m³/h und der Luftbedarf von 4,9 m³/(TP · h) zu Grunde gelegt. Die so berechneten Verbrauchsangaben konnten einer Plausibilitätsprüfung standhalten.

Die im Prüfbericht (Tabelle 1) angegebenen Verbrauchswerte pro Messzeitraum (Winter/Sommer) sind auf Jahresverbrauchswerte (Betrieb an 365 Tagen im Jahr) normiert. Da sich diese zum Teil deutlich unterscheiden (Winter-/Sommerunterschiede) wird nachfolgend nur auf den durchschnittlichen Verbrauch (Mittelwert der Verbrauchsdaten von Winter und Sommer) eingegangen.

Die Abluftreinigungsanlage Lavamatic ist in der Zertifizierung für eine Trommeldrehzahl von 3 rpm ausgelegt. Die Wintermessung fand zwar bei 2 rpm statt, jedoch hat sich dies als nicht ausreichend herausgestellt. Nichtsdestotrotz können die Werte der Wintermessung mit Einschränkungen zur Bewertung herangezogen werden.

Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch richtet sich nach der Abschlämmrate und der Verdunstung. Je mehr abgeschlämmt wird und je mehr verdunstet, desto mehr Frischwasser muss zugegeben werden, um die Prozesswassermenge im System konstant zu halten. Die Abschlämmrate richtet sich nach dem Stickstoffeintrag über den Abluftstrom sowie dem Grenzwert für die maximale Leitfähigkeit im Prozesswasser.

Dieser lag im Messzeitraum bei 230 mS/cm. Bei der Sommermessung erfolgte aufgrund einer zu geringen Leitfähigkeit keine automatische Abschlammung. Daher wurde der Jahresdurchschnittswert von $0,0014 \text{ m}^3/(\text{TP} \cdot \text{a})$ aus dem Säureverbrauch errechnet.

Der Gesamtverbrauch an Frischwasser lag bei $1,9 \text{ m}^3/\text{d}$, das entspricht $0,03 \text{ m}^3/(\text{TP} \cdot \text{a})$ im Jahresmittel. Das Frischwasser wurde jeweils direkt im Wasservorlagebecken zugegeben.

Verbrauch an elektrischer Energie

Energieintensive Umwälzpumpen fallen bei diesem Verfahren weg, da im vorliegenden Fall die Reinigung der Abluft und die Befeuchtung der Füllkörper durch Eintauchen in die Waschflüssigkeit erfolgt. Die Zirkulationspumpe (Bild 2) sowie die Trommelrotation verursachen einen vergleichsweise geringen Energieverbrauch. Somit liegt der Stromverbrauch der Abluftreinigungsanlage deutlich niedriger als bei Anlagen mit senkrechten oder waagerechten Filterwänden. Es wurden durch die Abluftreinigung $17,8 \text{ kWh}$ pro Tag bzw. $0,28 \text{ kWh}/(\text{TP} \cdot \text{a})$ verbraucht.

Im Stallbereich sind die Ventilatoren die größten Verbraucher. Im Referenzbetrieb wurden an der Abluftreinigungsanlage vier druckstabile Abluftventilatoren eingesetzt. Die Ventilatoren wurden mit 0-10 V angesteuert, um die Drehzahl an den zu fördernden Abluftvolumenstrom anzupassen.

Die maximal ermittelten Druckverluste an der Lavamatic lagen bei 280 Pa für die Waschtrommel, einschließlich der Abluftführung und der Vorentstaubung. Einschließlich des Druckverlustes über die Stallanlage wurde ein Gesamtdruckverlust von etwa 300 Pa gemessen.

Die Stallventilation war an der Referenzanlage deutlich überdimensioniert. Über Deckenlüfter an der Giebelseite gelangten etwa $425.300 \text{ m}^3/\text{h}$ der Stallabluft ungereinigt ins Freie (bei maximaler Sommerluftfrate). Die Lüfter der Lavamatic bringen insgesamt $110.000 \text{ m}^3/\text{h}$, was einen Gesamtvolumenstrom im Stall von $535.300 \text{ m}^3/\text{h}$ ausmacht. Am Referenzstall wurde die zusätzliche Luftleistung der Lavamatic an den Deckenlüftern entsprechend reduziert.

Bei einer optimalen Lüftungsauslegung müssen die Ventilatoren für mindestens 300 Pa ausgelegt sein, wenn die erforderliche Luftmenge gefördert werden soll.

Im Jahresmittel wurden insgesamt $154,4 \text{ kWh}/\text{d}$ für die Ventilation verbraucht. Hierbei ist zu beachten, dass im Sommer deutlich mehr Energie verbraucht wurde. Bezogen auf TP und Jahr wäre dies ein Verbrauch an elektrischer Energie von $2,32 \text{ kWh}$.

Der Verbrauch an elektrischer Energie entspricht im Großen und Ganzen üblichen Werten an vergleichbaren Anlagen. Der Stromverbrauch der Ventilation ist durch den Druckverlust etwas höher, der Stromverbrauch der Abluftreinigung hingegen etwas niedriger.

An der Referenzanlage war die Lüftung so geschaltet, dass die Lüfter der Lavamatic vor allen anderen Stalllüftern angeschaltet wurden. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass Legehennen-Anlagen im Praxis-Einsatz mit einer Reinigung von 100 % der Stallabluft einen niedrigeren Energieverbrauch der Lüfter aufweisen.

Sonstige Verbrauchswerte

Eine sichere Anlagenfunktion mit den dargestellten Wirkungsgraden ist nur mit einer ordnungsgemäß betriebenen pH-Wert-Regelung bei 3,0 sowie einer Abschlammung bei maximal 230 mS/cm möglich. Daher muss an der Anlage eine automatische Säuredosierung sowie eine Leitfähigkeitserfassung installiert und betrieben werden. Zur Absenkung des pH-Wertes wurde an der Referenzanlage Schwefelsäure mit einer Reinheit von 96 % eingesetzt.

Im Jahresdurchschnitt wurde ein Säureverbrauch von $18,3 \text{ kg}/\text{d}$ gemessen. Bezogen auf Tierplatz und Jahr wurden $0,30 \text{ kg}$ an Säure verbraucht.

Der Hersteller bietet standardmäßig die Zugabe eines Antischaummittels in Form einer Dosiereinrichtung an. Während der DLG-Prüfung wurde kein Verbrauch an Antischaummitteln festgestellt.

Weitere Additive wurden während der Prüfung nicht zugegeben.

Betriebssicherheit 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 erscheint, soweit während der Prüfungsdauer zu beobachten war, ausreichend dauerhaft. Die Anlage ist als Komplettsystem fast vollständig aus Kunststoff hergestellt.

Die Haltbarkeit konnte nur über die Dauer der Prüfung (Messzeitraum) beobachtet werden. Eine Umfrage bei Betreibern ähnlicher Anlagen fand nicht statt, da die geprüfte Anlage in dieser Form noch einzigartig war.

Betriebsanleitung, Handhabung und Arbeitszeitbedarf, Wartungsaufwand

Die Betriebsanleitung ist ausreichend gut beschrieben und erklärt einfach und verständlich 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. Um die Bedienung besser verständlich zu machen, finden sich im Bedienungshandbuch Fotos der Steuerungsanzeige.

Zur Bedienung der Anlage ist es erforderlich, 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 als einfach anzusehen, da die Abluftreinigungsanlage im Regelbetrieb vollautomatisch läuft. Lediglich eine tägliche Kontrolle der Betriebsdaten und eine wöchentliche Kontrolle der gesamten Abluftreinigungsanlage einschließlich des Trommelbetriebes und der gelegentlichen Reinigung des Siebkorbs 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 Händler. Firma Munters Reventa schult alle gelisteten Händler.

Die Reinigung der Abluftreinigungsanlage (Grundreinigung) sowie der Vorentstaubung erfolgt sowohl zeitgesteuert als auch automatisiert. Die Zeitpara-

Tabelle 6:

Erfüllung der Anforderungen an das elektronische Betriebstagebuch der Anlage Lavamatic

	voll erfüllt	nicht erfüllt	Bemerkungen
Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage	X		wird über Lavamatic mittels elektronischer Differenzdruckdosen erfasst und gespeichert (Messbereich mindestens 300 Pa)
Luftdurchsatz Abluftreinigungsanlage	X		wird über Messventilatoren im Zuluftkamin gemessen
Trommelbetrieb	X		wird über den Motorsensor der Trommel (0...100 %) erfasst und gespeichert
Frischwasserverbrauch	X		der Gesamtfrischwasserverbrauch wird mittels Wasserzähler aufgezeichnet
Abgeschlammte Wassermenge	X		wird über einen Durchflussmesser erfasst und gespeichert
Roh- und Reingastemperatur	X		die Roh- und Reingastemperatur wird mittels Thermofühler erfasst und aufgezeichnet
Wartungs- und Reparaturzeiten	X		werden im manuellen Betriebstagebuch erfasst und gespeichert
pH-Wert und Leitfähigkeit	X		werden erfasst und gespeichert
Kalibrierung der pH-Wert-Sensoren	X		wird im manuellen Betriebstagebuch erfasst und gespeichert
Nachweis Verbrauch an Additiven (Säure, Antischaum)	X		der Säureverbrauch wird über die Hübe der Säurepumpe erfasst und gespeichert, der Verbrauch an Antischaummittel kann über Lieferscheine nachgewiesen werden
elektr. Stromverbrauch	X		der Stromverbrauch des Wäschers wird über einen geeigneten Stromzähler erfasst und gespeichert
Reinigung der Trockenfiltereinheit	X		wird mit Datum und Uhrzeit erfasst und gespeichert

meter sind Erfahrungswerte des Herstellers und können daher im Einzelfall die Realität nicht immer optimal abbilden. Aufgrund hoher Belastungen mit Staub und/oder Federn kann daher eine frühere Reinigung notwendig sein. Bei einem Druckverlust von mehr als 250 Pa wird der Betreiber aufgefordert eine Grundreinigung durchzuführen. Bei einem maximalen Druckverlust von 50 Pa über mehrere Minuten an der Vorentstaubung findet eine automatisch Reinigung der Vorentstaubung statt. Trotz dieser Automatisierung ist eine regelmäßige Kontrolle der Trommel und der Vorentstaubung durch den Betreiber vorgeschrieben.

Dokumentation

Das elektronische Betriebstagebuch ermöglicht eine regelmäßige und den Anforderungen entsprechende Aufzeichnung der für den sicheren Anlagenbetrieb erforderlichen Daten, die als Halbstundenmittelwerte (pH-Wert und Leitfähigkeit) bzw. Halbstundenwerte abgespeichert werden müssen. Die Aufzeichnung erfolgt automatisch und die Daten müssen über 5 Jahre gespeichert werden. Diese Daten können durch den Betreiber, den Hersteller, aber auch durch Behörden mittels USB-Anschluss ausgelesen und in ein gängiges Tabellenformat überführt werden. Eine detaillierte Darstellung der aufgezeichneten Daten findet sich in Tabelle 6.

Wenn Stallentlüftung und Abluftreinigungsanlage von unterschiedlichen Herstellern installiert werden, werden seitens des Herstellers der Abluftreinigung die Lüftungsdaten als Kennlinie aufgenommen und ebenfalls in die Steuerung der Abluftreinigung zur Regelung integriert. Die maximale Lüfterleistung wird in der Steuerung gleich 100 % gesetzt. Eine Anpassung in einem weiteren Leistungsbereich erfolgt jedoch nicht. Da der Luftdurchsatz gemäß Prüfrahmen und den Anforderungen der TA Luft (Kapitel 5.4.7.1) absolut in m³/h angegeben werden soll, muss vor Inbetriebnahme eine Kennlinie der gesamten Lüftungsanlage (Stall plus Abluftreinigung) aufgenommen werden und in das elektronische Betriebstagebuch eingepflegt werden. Die Kennlinie sollte aus mindestens fünf unterschiedlichen Stützstellen zwischen einer Luftrate von 0 und 100 % bestehen.

Umweltsicherheit

Die wesentliche Ammoniakabscheidung erfolgt rein chemisch unter Bildung von Ammoniumsulfat. Ammoniumsulfat ist ein wassergefährdender Stoff

und wird der Wassergefährdungsklasse WGK 1 (schwach wassergefährdend) zugeordnet.

Der Lagerraum richtet sich nach der aktuellen Düngeverordnung, die den Lagerzeitraum von Flüssigmist vorschreibt. Die Zulaufleitung in den Abschlämmbehälter und der Lagerbehälter selbst müssen für das Abschlammwasser geeignet sein. Hier ist länderspezifisch die Verwaltungsvorschrift für wassergefährdende Stoffe (Ammoniumsulfat) einzuhalten. Unmittelbar vor Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen kann das abgeschlammte Wasser außerhalb des Stalles mit Flüssigmist vermischt werden. Eine pflanzenbedarfsgerechte, landwirtschaftliche Verwertung unter Berücksichtigung des Stickstoff- und Schwefelgehaltes ist aus fachlicher Sicht sinnvoll.

Für den sicheren Anlagenbetrieb wird Säure benötigt. Der Umgang ist durch eine Betriebsanweisung seitens des Herstellers zu erklären und gemäß den EG-Sicherheitsdatenblättern für 96 %ige Schwefelsäure durchzuführen und liegt im Verantwortungsbereich des Anlagenbetreibers. Alle dazugehörigen Sicherheitseinrichtungen (Augendusche, Ganzkörperdusche, Schutzkleidung) sind vorzuhalten. Eine Säurevorlage in Form eines IBC-Containers ist empfehlenswert.

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

Sicherheitsaspekte

Die Feuersicherheit ist über ein entsprechendes Brandschutzkonzept nachzuweisen, welches vom Betreiber in Verbindung mit dem Hersteller zu erstellen und dem Bauantrag beizufügen ist.

Die Maschinen- und Anlagensicherheit des beschriebenen Abluftwäschers wurde bei der Erstprüfung im Jahr 2024 durch die Klaus Ahlendorf GmbH begutachtet. Gegen die Verwendung der Anlage bestehen aus arbeitssicherheitstechnischer Sicht keine Bedenken.

Fazit

Das Abluftreinigungssystem „Lavamatic“ der Firma Munters Reventa GmbH eignet sich zur Emissionsminderung von Staub und Ammoniak (einschließlich Stickstoff-Entfrachtung) aus dem Abluftstrom von eingestreuten Legehennenhaltungsverfahren.

Das zweistufige Verfahren besteht aus einer vorgeschalteten Trockenentstaubung und einer nasschemischen Abluftwäsche. Das System wird im Druckprinzip betrieben. Für eine sichere Anlagenfunktion darf die Filtervolumenbelastung der Waschstufe maximal $8.700 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ nicht überschritten werden. Der pH-Wert im Wasservorlagebecken muss auf $\leq 3,0$ eingestellt sein und die Leitfähigkeit darf 230 mS/cm nicht überschreiten. Die Trockenentstaubung ist bei einer maximalen Filterflächenbelastung von $8.600 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ zu betreiben.

Bei Einhaltung der beschriebenen, verfahrenstechnischen Parameter werden die Mindestanforderungen des DLG-Prüfrahmens zur Staub- und Ammoniakreduktion eingehalten und zum Teil übertroffen.

Die anerkannten Mindestabscheideleistungen für Gesamtstaub liegen bei $74,3 \%$ im Winter und $80,3 \%$ im Sommer. Feinstaub PM_{10} wird im Winter zu $72,5 \%$ und im Sommer zu $72,8 \%$ reduziert. Im Winter liegt der Mindestabscheidegrad für Ammoniak bei $85,1 \%$ und im Sommer bei $80,5 \%$. Stickstoff wird im Winter zu $89,1 \%$, im Sommer zu $84,8 \%$ bzw. $83,5 \%$ entfrachtet.

Weitere Informationen

Prüfungsdurchführung

DLG TestService GmbH, Standort Groß-Umstadt
Die Prüfungen werden im Auftrag des DLG e.V. durchgeführt.

Labor- und Emissionsmessungen

LUFA Nord-West
Jägerstraße 23-27, 26121 Oldenburg

DLG-Prüfrahmen

DLG-Gesamtprüfung
„Abluftreinigungssysteme für Tierhaltungsanlagen“
(Stand 04/2022)

Fachgebiet

Betriebsmittel

Bereichsleiter

Dr. Michael Eise

Prüfingenieur(e)

Dipl.-Ing. (FH) Tommy Pfeifer*

Technical Committee (Prüfungskommission)

Friedrich Arends, LWK Niedersachsen
Christian Dohrmann, Landwirt
Bernhard Feller, LWK Nordrhein-Westfalen
Doris Focken, LK Cloppenburg
Ewald Grimm, KTBL Darmstadt
Dr. Jochen Hahne, TI Braunschweig
Andreas Schlichting, TÜV Nord Hamburg
Thomas Üffing, Landwirt

* Berichterstatter

DLG. Offenes Netzwerk und fachliche Stimme.

Die DLG e.V. (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1885 von Max Eyth gegründet, ist eine Fachorganisation der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Leitbild ist der Wissens-, Qualitäts- und Technologietransfer zur Förderung des Fortschritts. Dabei fungiert die DLG als offenes Netzwerk und fachliche Stimme in der Agrar- und Ernährungswirtschaft.

Als eine der führenden Organisationen ihrer Branche organisiert die DLG internationale Messen und Veranstaltungen in den Kompetenzfeldern Pflanzenbau, Tierhaltung, Land- und Forsttechnik, Energieversorgung und Lebensmitteltechnologie. Ihre Qualitätsprüfungen für Lebensmittel sowie Landtechnik und Betriebsmittel erfahren weltweit hohe Anerkennung.

Ein weiteres wichtiges Leitmotiv der DLG ist es seit über 130 Jahren den Dialog zwischen Wissenschaft, Praxis und Gesellschaft über Fach- und Ländergrenzen hinweg zu fördern. Als offene und unabhängige Organisation erarbeitet ihr Expertennetzwerk mit Praktikern, Wissenschaftlern, Beratern, Fachleuten aus Verwaltung und Politik aus aller Welt zukunftsorientierte Lösungen für die Herausforderungen der Agrar- und Ernährungswirtschaft.

Test-Kompetenz in Agrartechnik und Betriebsmitteln

Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel ist mit seinen Methoden, Prüfrahmen und Auszeichnungen führend in der Prüfung und Zertifizierung von Agrartechnik und Betriebsmitteln. Die Methoden und Testprofile sind praxisbezogen, herstellerunabhängig und von neutralen Prüfungskommissionen erarbeitet. Sie beruhen auf modernsten Mess- und Prüfverfahren, auch internationale Standards und Normen werden berücksichtigt.

Interne Prüfnummer DLG: 2307-0042

Copyright DLG: © 2025 DLG



DLG TestService GmbH

Standort Groß-Umstadt

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**