

Inno+ B.V.

1-stufiger Chemowäscher mit Tropfenabscheider Inno+ Pollo-M

für die Hähnchenschwermast



DLG **SIGNUM
TEST**
05/15 **bestanden**



Überblick

Der SignumTest ist die umfassende Gebrauchswertprüfung der DLG nach unabhängigen und anerkannten Bewertungskriterien für landtechnische Produkte. Der DLG-SignumTest bewertet neutral die wesentlichen Merkmale des Produktes von der Leistungsfähigkeit und Tiergerechtheit 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 entsprechen-

den Prüfraumen festgelegt und laufend auf den anerkannten Stand der Technik sowie den wissenschaftlichen Erkenntnissen und landwirtschaftlichen Erfordernissen angepasst. Die Prüfungen erfolgen nach Verfahren, die eine objektive Beurteilung aufgrund reproduzierbarer Werte gestatten. Die erfolgreiche Prüfung schließt mit der Veröffentlichung eines Prüfberichtes sowie der Vergabe des Prüfzeichens ab.



In diesem DLG-SignumTest wurde der 1-stufige Chemowäscher mit Tropfenabscheider der Firma Inno+ B.V. auf seine Eignung zur Emissionsminderung von Staub und Ammoniak aus dem Abluftstrom eingestreuter Masthähnchenstallungen geprüft. Grundlage für die Prü-

fung ist eine Auslegung der Lüftungsanlage nach der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV), die einen Abluftvolumenstrom von 4,5 m³/(kg Lebendgewicht · h) vorsieht. Die im Prüfraumen des DLG-SignumTests beschriebenen Emissionsminderungen von mindestens 70 % für Gesamtstaub, Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}) und Ammoniak sowie eine maximale Geruchsstoffkonzentration von 300 GE/m³ Abluft im Reingas, wobei ein rohgastypischer Geruch (Geflügel) nicht mehr wahrgenommen werden darf, müssen eingehalten werden. Die Anforderungen der Ammoniak-, Gesamtstaub- und Feinstaubminderung wurden mit diesem Abluftreinigungssystem sicher eingehalten und übertroffen. Eine Geruchsabscheidung wurde nicht zertifiziert.

Beurteilung – kurz gefasst

Die Abluftreinigungsanlage der Fa. Inno+ ist ein einstufiger, chemisch arbeitender Abluftwäscher zur Abscheidung von Staub und Ammoniak aus Hähnchenmastställen mit Schwermasthaltung. Das Abluftreinigungssystem wird im Saugprinzip betrieben. Nach einer Vorbefeuchtung der Stallabluft zur Grobstaubabscheidung gelangt die Abluft in den Füllkörper zur Ammo-

niak- und Staubabscheidung. Der Füllkörper wird liegend im Ablufturm installiert. Über dem Wäscherpaket ist ein Tropfenabscheider angebracht, um den Aerosolaustrag zu verhindern. Das Kreislaufwasser zur Berieselung der Füllkörperpackung wird auf einen pH-Wert von ≤ 3,3 mit Schwefelsäure angesäuert. In der Prüfung erreichte die Abluftreinigungsanlage im Durchschnitt

eine Ammoniakabscheidung von rund 91 %. Die Gesamtstaubabscheidung lag bei 87 %, die Feinstaubabscheidung PM₁₀ bei 77 % und PM_{2,5} bei 93,7 %. Die Zertifizierung umfasste die Hauptparameter Ammoniak und Staub.

Weitere Ergebnisse und die ermittelten Verbrauchsdaten sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1:

Ergebnisse der einstufigen Abluftreinigungsanlage Pollo-M im Überblick

Prüfkriterium	Ergebnis		Bewertung*
Emissionsmessungen			
Gesamtstaub (gravimetrisch, zehn Messtermine)			
– Sommer (4 Messungen): Abscheidegrad gemittelt	[%]	89,3	+
– Winter (6 Messungen): Abscheidegrad gemittelt	[%]	85,5	+
Feinstaub (gravimetrisch, fünf Messtermine) ¹⁾			
– Sommer (2 Messungen)			
Abscheidegrad PM ₁₀ gemittelt	[%]	72,5	○
Abscheidegrad PM _{2,5} gemittelt	[%]	90,3	++
– Winter (3 Messungen)			
Abscheidegrad PM ₁₀ gemittelt	[%]	81,5	+
Abscheidegrad PM _{2,5} gemittelt	[%]	97,0	++

Ammoniak (kontinuierlich gemessen, Halbstundenmittelwerte) ²⁾					
– Sommer (2 Messperioden) Abscheidegrad gemittelt	[%]	89,9			+
– Winter (2 Messperioden) Abscheidegrad gemittelt	[%]	91,6			++
N-Bilanzierung, N-Entfrachtung ³⁾					
– Sommer (2 Durchgänge)					
N-Bilanz Wiederfindungsrate	[%]	91			++
N-Entfrachtung	[%]	88			+
– Winter (2 Durchgänge)					
N-Bilanz Wiederfindungsrate	[%]	103			++
N-Entfrachtung	[%]	91			++
Aerosolaustrag (Sulfat)					
– Sommer (4 Messungen) anorganisches Aerosol, gemittelt	[mg/m ³]	0,04			+
– Winter (4 Messungen) anorganisches Aerosol, gemittelt	[mg/m ³]	0,05			+
Verbrauchsmessungen (Mittelwerte pro Tag bzw. pro Tierplatz und Jahr)					
Frischwasserverbrauch					
– Sommer (2 Durchgänge)					
	[m ³ /d]	4,05	[m ³ /(TP · a)]	0,04 ⁴⁾	k.B.
			[m ³ /(TP · a)]	0,04 ⁵⁾	k.B.
– Winter (2 Durchgänge)					
	[m ³ /d]	2,16	[m ³ /(TP · a)]	0,02 ⁴⁾	k.B.
			[m ³ /(TP · a)]	0,02 ⁵⁾	k.B.
Abschlämmung					
– Sommer (2 Durchgänge)					
	[m ³ /DG]	5,0	[l/(TP · a)]	0,95	k.B.
– Winter (2 Durchgänge)					
	[m ³ /DG]	5,0	[l/(TP · a)]	0,95	k.B.
Säureverbrauch (bezogen auf 96 % Schwefelsäure)					
– Sommer					
	[kg/d]	15,7	[l/d]	8,4	k.B.
	[kg/(TP · a)]	0,17	[l/(TP · a)]	0,09 ⁴⁾	k.B.
	[kg/(TP · a)]	0,10	[l/(TP · a)]	0,06 ⁵⁾	k.B.
– Winter					
	[kg/d]	12,6	[l/d]	6,7	k.B.
	[kg/(TP · a)]	0,14	[l/(TP · a)]	0,07 ⁴⁾	k.B.
	[kg/(TP · a)]	0,08	[l/(TP · a)]	0,04 ⁵⁾	k.B.
Verbrauch Entschäumer					
– Sommer					
	[kg/DG]	1,8			k.B.
– Winter					
	[kg/DG]	1,8			k.B.
Elektrischer Energieverbrauch					
Abluftreinigung Umwälzpumpen					
– Sommer					
	[kWh/d]	114,4	[kWh/(TP · a)]	1,22 ⁴⁾	k.B.
			[kWh/(TP · a)]	0,76 ⁵⁾	k.B.
– Winter					
	[kWh/d]	111,2	[kWh/(TP · a)]	1,19 ⁴⁾	k.B.
			[kWh/(TP · a)]	0,77 ⁵⁾	k.B.
Ventilatoren Stall					
– Sommer					
	[kWh/d]	69,3	[kWh/(TP · a)]	0,73 ⁴⁾	k.B.
			[kWh/(TP · a)]	0,55 ⁵⁾	k.B.
– Winter					
	[kWh/d]	36,9	[kWh/(TP · a)]	0,39 ⁴⁾	k.B.
			[kWh/(TP · a)]	0,29 ⁵⁾	k.B.

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

¹⁾ 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.

²⁾ Berücksichtigung aller Abscheidewerte ab dem 7. Masttag (Start des Wäschers), wobei die Rohgaskonzentrationen über 3 ppm lagen (gemittelter Abscheidegrad aus allen Halbstundenmittelwerten).

³⁾ Die Wiederfindungsrate der N-Bilanz hat einen Toleranzbereich von ± 15 % aufgrund von Messunsicherheiten in der Wasseranalytik und der gasförmig berechneten N-Frachten. Bei einer Wiederfindungsrate von > 115 % bzw. < 85 % ist eine weitere Fehlersuche erforderlich.

⁴⁾ Mittelwerte pro Tag bzw. pro Tierplatz und Jahr, normiert auf 365 Tage unter Einbezug der Tierverluste.

⁵⁾ Mittelwerte pro Tierplatz und Jahr, normiert auf 7,5 Durchgänge (DG) pro Jahr mit einer Laufzeit der Abluftreinigungsanlage von 35 Tagen (39.900 Masthähnchen).

Das Produkt

Hersteller und Anmelder

Inno+ B.V.
Maasbreesweg 50
5981 NB Panningen
Niederlande

Produkt:
Abluftreinigungsanlage
Inno+ Pollo-M

Kontakt:
Telefon: +31 (0)77 4657360
Telefax: +31 (0)77 4657361
E-Mail: info@inno-plus.nl
Internet: www.inno-plus.nl

Beschreibung und Technische Daten

Die Abluftreinigungsanlage Pollo-M der Fa. Inno+ ist ein im Saugbetrieb betriebenes, einstufig chemisch arbeitendes System zur Reinigung der Abluft aus eingestreuten Hähnchenmastställen. Hierbei können die Staub- und Ammoniak-Emissionen aus der Schwermast (Besatzdichte von bis zu 39 kg/m²) abgereinigt werden. In Bild 2 ist das Prinzip des Wäschers schematisch dargestellt.

Die wichtigsten verfahrenstechnischen Parameter sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Das Prinzip des Nassabscheiders beruht auf der Arbeitsweise eines Rieselbettfilters mit einem eingestellten pH-Wert im Prozesswasser von $\text{pH} \leq 3,3$.

Die Abluft aus dem Stallgebäude wird über die gesamte Breite des Wäschers angesogen und mit einer Vorbedüsung, die an der gesamten Lufteintrittsseite unterhalb des eigentlichen Wäscherpaketes montiert ist, vom Grob-

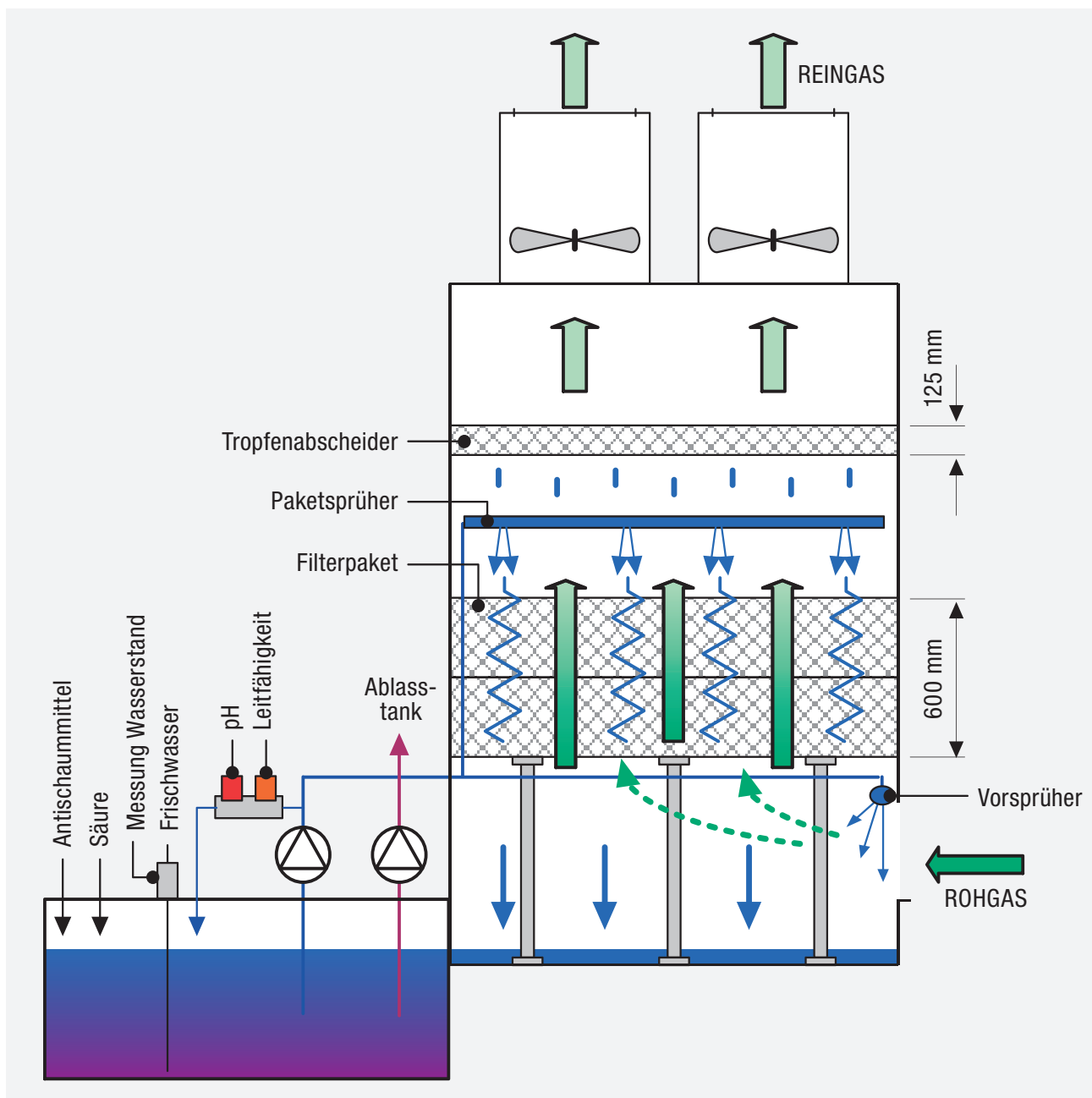


Bild 2:
Schematische Darstellung der Abluftreinigungsanlage Inno+ Pollo-M

staub (Federn, Futter- und Einstreustaub) befreit. Die eingesetzten Flachstrahlkegeldüsen sind so angeordnet dass die Stallabluft durch den sich bildende Sprühnebel gesogen werden muss. Danach wird die Abluft durch das auf einer Edelstahlkonstruktion liegende Wäscherpaket geführt und im Gegenstrom von oben mit Prozesswasser aus einem Wasservorlagebehälter kontinuierlich beirieselt. Die große spezifische Oberfläche des Füllkörpers dient zur Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen Stallabluft und Prozesswasser zur Abscheidung von Ammoniak und Staub. Oberhalb des Füllkörpers (Filterpaket) befindet sich ein Tropfenabscheider, dem die Abluftventilatoren nachgeschaltet sind. Der Tropfenabscheider dient der Abscheidung von stickstoffhaltigen Aerosolen, die nicht in die Umgebung gelangen dürfen. Von den eingesetzten Ventilatoren werden ein oder zwei Ventilatoren frequenzgeregelt um die Grundluftraten nach Installation der Tiere abzuleiten. Je nach Lüftungsbedarf werden die weiteren Ventilatoren unreguliert zugeschaltet.

Der Wasserspeicher wird aus hygienischen Gründen nach jedem Mastdurchgang vollständig entleert. Über eine Säuredosier-technik mit vorgeschalteter Leit-

fähigkeitserfassung wird Säure in das Prozesswasser zu dosiert. Das Umlaufwasser wird so lange im Kreis geführt, bis die Tiere ausgestallt werden. Während der Zertifizierung wurden Leitfähigkeitswerte von bis zu 140 mS/cm erfasst. Um einer Versalzung in den Füllkörpern vorzubeugen und eine durchschnittliche Ammoniakreinigungsleistung von 90 % sicherzustellen kann ein maximaler Leitwert von 140 mS/cm zertifiziert werden. Wird dieser Wert während des Mastdurchganges erreicht, muss über eine Abschlämpumpe automatisch eine Wassermenge aus dem Wasserspeicher entnommen werden um die Leitfähigkeit im Prozesswasser wieder abzusenken. Die Laufzeit der eingesetzten Abschlämpumpe bestimmt die entsprechende Abschlämmrate. In der Regel werden mindestens 50% der gesamten Wasservorlage entnommen und mit Frischwasser wieder aufgefüllt. Durch den Verdünnungseffekt kommt es zur Absenkung des maximal erlaubten Leitwertes von 140 mS/cm. Da es durch den Wäscherbetrieb auch zu erhöhten Wasserverdunstungen kommt, müssen beide Werte (Abschlämmung und Frischwasserverbrauch) im elektronischen Betriebstagebuch (EBTB) hinterlegt werden.

Die Kontrolle des Wasserstandes erfolgt über einen elektronischen

Füllstandsensoren, der auch die eingesetzte Umwälzpumpe vor dem Trockenlaufen schützt.

Zur Sicherstellung der in Tabelle 1 beschriebenen Abscheideleistungen ist es erforderlich, dass die Abluftreinigungsanlage kontinuierlich betrieben wird, d.h. ab dem 7. Masttag muss die Anlage bestimmungsgemäß betrieben werden. Es muss sichergestellt sein, dass immer 70% der maximal zu installierenden Sommerluftrate (Auslegungsluftrate der Abluftreinigung) bezogen auf die TierSchNutzV ($4,5 \text{ m}^3/\text{kg} \cdot (\text{Lebendgewicht} \cdot \text{h})$) durch die Abluftreinigungsanlage zu fördern ist. Bei Luftraten $> 70\%$ der Auslegungsluftrate (Endmastbedingungen im Sommer) darf ein Teilstrom über Notventilatoren abgeführt werden. Die Laufzeit der Notlüfter muss im elektronischen Betriebstagebuch festgehalten werden.

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:

Verfahrenstechnische Parameter der Abluftreinigungsanlage Inno+ Pollo-M

Merkmal	Ergebnis / Wert	
Beschreibung		
Einstufiger Chemowäscher mit Tropfenabscheider		
Eignung		
Reinigung der Stallabluft aus der Hähnchenschwermast mit eingestreuten Strohpellets zur Minderung von Staub und Ammoniak		
Dimensionierungsparameter, Maßangaben der Füllkörper, Referenzanlage		
Füllkörper		
– Länge / Breite / Tiefe	[m] / [m] / [m]	14,4 / 6,6 / 0,6
– Anströmfläche / Volumen	[m ²] / [m ³]	95,04 / 57,02
– maximale Filterflächenbelastung	[m ³ / (m ² · h)]	2.741
– maximale Filtervolumenbelastung	[m ³ / (m ³ · h)]	4.569
– Durchströmung bei max. Sommerluftrate	[m / sek]	0,76
– Verweilzeit bei maximaler Sommerluftrate	[sek]	0,79

Merkmals	Ergebnis / Wert
Dimensionierungsparameter, Maßangaben der Füllkörper, Referenzanlage	
Tropfenabscheider	
– Länge / Breite / Tiefe	[m] / [m] / [m] 14,4 / 4,2 / 0,125
– Anströmfläche / Volumen	[m ²] / [m ³] 60,48 / 7,56
– maximale Flächenbelastung	[m ³ / (m ² · h)] 4,307
– maximale Volumenbelastung	[m ³ / (m ³ · h)] 34,458
– Durchströmung bei max. Sommerluftrate	[m / sek] 1,20
– Verweilzeit bei maximaler Sommerluftrate	[sek] 0,10
Berieselung Vorbedüsung (kontinuierlich)	
– Berieselungsmenge	[m ³ / h] 13,50
– Berieselungsintensität	[m ³ / (h · lfm)] 0,94
– Anzahl der Düsen	[Stck / lfm] 0,8
Berieselung Füllkörper (kontinuierlich)	
– Berieselungsmenge	[m ³ / h] 82,50
– Berieselungsdichte	[m ³ / (m ² · h)] 0,87
– Anzahl der Düsen	[Stck / m ²] 0,25
Abschlämmung	
– Fassungsvermögen Waschwasservorlagebecken	[m ³] 5,00
– Abschlämmrate pro Mastdurchgang	[m ³ / DG] 5,00
– durchschnittliche Abschlämmrate	[m ³ / d] 0,119
– durchschnittliche Abschlämmrate	[m ³ / (TP · a)] 0,001
– pH-Wert des Kreislaufwassers	[1] ≤ 3,30
– maximale Leitfähigkeit im Kreislaufwasser	[mS / cm] ≤ 140
Referenzbetrieb für durchgeführte Messungen (Betrieb mit 39.900 Masthähnchen mit Vorfang)	
– Stallnutzfläche	[m ²] 1.800
– maximale Besatzdichte im Stall	[kg / m ²] 39,00
– maximale Sommerluftrate gemäß TierSchNutzTV	[m ³ / h] 315.900
– maximal installierte Abluftrate über die Abluftreinigungsanlage ¹⁾	[m ³ / h] 315.900
– maximal installierte Luftleistung im Stall bei 40 Pa Druckverlust	[m ³ / h] 347.490
– Anzahl der Lüfter	[Stck] 8
– Tierplätze	[Stck] 39.900
– Maximal-Lebendgewicht (Vorfang/Endmastgewicht)	[kg / Tier] 1,90 / 2,71
– maximaler Druckverlust Füllkörper (Sommer)	[Pa] 31
– maximaler Druckverlust Tropfenabscheider (Sommer)	[Pa] 10
– Gesamtdruckverlust Stall und Abluftreinigung (Sommer) ²⁾	[Pa] 60

¹⁾ Aus Kosten- und Dimensionierungsgründen müssen nur 70 % der maximal zu installierenden Sommerluftrate (Auslegung gemäß TierSchNutzTV) über die Abluftreinigungsanlage abgeführt werden (221.130 m³/h).

²⁾ Der zusätzliche Druckverlust durch die Abluftkamine wurde nicht berücksichtigt und muss mit 40 Pa, bei Förderung der maximalen Sommerluftrate, einkalkuliert werden.

Die Methode

Die Messungen wurden an einer Referenzanlage in Recke 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 39.900 Masthähnchen eingestallt. Als Einstreu wurden Strohpellets eingesetzt. Die Frischluft strömte über Zuluftventile, die an beiden Längsseiten des Stallgebäudes angeordnet waren in das Stallgebäude ein und wurde aus dem Tierbereich mithilfe von Abluftventilatoren abgesaugt. Die Lüftungstechnik wurde gemäß der TierSchNutzV mit 4,5 m³/h pro kg Lebendgewicht der Tiere ausgelegt. Bei einer Stallnutzfläche von 1.800 m² und einem maximalen Mastendgewicht von 39 kg/m² Stallnutzfläche müssen als maximale Sommerluftrate mindestens 315.900 m³/h aus dem Stall abgeführt werden. Der Stall wurde mit 8 Lüftern und einer tatsächlich maximalen Sommerluftrate von 347.490 m³/h bei einem kalkulierten Druckverlust von 40 Pa, nach dem Unterdruckprinzip zwangsbelüftet.

Erst ab dem 7. Masttag wurde die Abluftreinigungsanlage in Betrieb gesetzt, da in den ersten Masttagen der Hähnchenhaltung nur mit sehr niedrigen Luftraten und Emissionen zu rechnen ist. Die Stallabluft wurde nach der Inbetriebnahme dann über die gesamte Wäscherbreite angesogen, mittels eines Düsenbalkens vorbefeuchtet und durch den Füllkörper (Wäscherpaket) geführt. Die Vorbefeuchtung der Abluft wurde im Kreuzstrom, die Berieselung der Füllkörper im Gegenstrom von oben durchgeführt. Das Prozesswasser muss auf einen pH-Wert von $\leq 3,3$ abgesenkt werden. Während der Sommer- und Wintermessungen wurde eine

ClO₂-Dosiertechnik zur Geruchsstoffreduzierung eingesetzt und nicht zertifiziert. Diese Dosiertechnik muss zur Abscheidung von Staub und Ammoniak nicht eingesetzt werden. Um N-haltige Aerosole abzuscheiden, muss hinter dem Wäscherpaket ein Tropfenabscheider eingesetzt werden. Die Abluftreinigungsanlage wurde im Saugprinzip (Abluftventilatoren hinter dem Wäscher) gefahren und auch nur so zertifiziert.

Die Messungen fanden von Januar bis April 2014 (Wintermessungen) und vom Juni bis September 2014 (Sommermessungen) statt.

Nach jeder Mastperiode wurde das Wasservorlagebecken mit einem Nutzinhalt von rund 5 m³ komplett entleert und gereinigt, so dass aus hygienischer und emissionstechnischer Sicht allen Ansprüchen Rechnung getragen wurde. Im Wasserspeicher wurden eine Umwälzpumpe und eine Abschlämppumpe eingesetzt. Die Umwälzpumpe befüllt die Befeuchtungsleitung der Vorbedüsung und die eigentliche Berieselungseinrichtung des Füllkörpers. Die Abschlämppumpe kann während des Mastdurchganges bei Überschreitung des zertifizierten maximalen Leitwertes von 140 mS/cm eine definierte Wassermenge (in der Regel 50 % der gesamten Wasservorlage) aus dem Prozesswasser abschlämmen. Um den ordnungsgemäßen Wasserstand wieder herzustellen wird automatisch Frischwasser in das Vorlagebecken eingeleitet. Ein elektronischer Wasserstandsensord kontrolliert die Wasserstände kontinuierlich. Abschlämmvolumen und Frischwasserverbrauch werden im elektronischen Betriebstagebuch hinterlegt.

Während den Messungen wurden die Umgebungsbedingungen (Temperatur außen/innen), relative Luftfeuchte außen/innen) erfasst, an den Messtagen für Staub und Geruch wurden zusätzlich folgende Parameter dokumentiert

- Tiergewichte (vorhandene Tierwaage) und Tierzahlen (Stallbuch)

- Frischwasser- und elektrischer Energieverbrauch (Zählerstände)
- absoluter Luftvolumenstrom (Lüftungssteuerung und DLG-Messventilatoren)
- Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage sowie der Druckverlust über den Ventilator

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

Zur Beurteilung der Abluftreinigungsanlage wurden folgende Parameter herangezogen:

Staub

Die Probenahme von Gesamtstaub 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 Glasfaser-Rundfilter 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 Glasfaser Rundfilter, jedoch mit einem Filterdurchmesser von 50 mm, eingesetzt.

Aufgrund der hohen organischen und biologischen Staubanteile mussten die Proben schonend getrocknet werden. Die Probenahme wurde daher abweichend von der DIN EN 13284-1 durchgeführt. Die Auswertung erfolgte über die gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung.

Nach aktuellem DLG-Prüfrahmen darf ein Abscheide-Wert von 70 % nicht unterschritten werden. Dies gilt für Gesamtstaub, sowie auch für die Feinstaubfraktion PM₁₀ und PM_{2,5}.

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. Parallel dazu wurden an zwei Messtagen pro Durchgang im Sommer und Winter Gasproben in Waschflaschen genommen und nach VDI 3496, Blatt 1 ausgewertet. Das Aerosolimpingement-Messverfahren dient dazu, die Messwerte des kontinuierlichen Messverfahrens zu verifizieren. Um Kondensation in den gasführenden PTFE-Leitungen 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 NH_3 -Abscheidung einen Wert von 70 % nicht unterschreiten, muss also dauerhaft über 70 % liegen.

Aerosol-Austrag

Stickstoffhaltige Aerosole werden durch die Befeuchtung der Füllkörperpakete als NH_3 -Aerosole aus den Vorlagebecken von Abluftreinigungsanlagen ausgetrieben und vom Abluftstrom mitgerissen. So gelangt der ursprünglich abgetrennte Stickstoff unbeabsichtigt wieder in die Umgebung.

Zur Bestimmung des Aerosolaustrages wurde die Abluft über Waschflaschen mit 100 ml Absorptionslösung (0,01 n Schwefelsäure) geleitet. Um den Aerosolanteil bestimmen zu können, wurde parallel eine filtrierte und eine unfiltrierte Probenahme durchgeführt und die Differenz bestimmt. Die Analytik erfolgte nach dem Indophenol-Verfahren. Die Konzentration an Ammoniak in den Probenlösungen wurde photometrisch bestimmt. Nach dem aktuellen Prüfrahmen sind zur Zeit keine Grenzwerte festgesetzt.

N-Bilanz, N-Entfrachtung

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 anorganischen Stickstoffverbindungen jeweils zweiwöchig während beider Sommer- und Wintermessungen verifiziert. In beiden Bilanzierungen der Sommermessungen wurde zusätzlich das Reinigungsabwasser auf anorganische Stickstoffverbindungen analysiert. Zur Bestimmung der eigentlichen N-Entfrachtung wird die entnommene anorganische N-Masse mit der rohgasseitig eintretenden N-Fracht ins Verhältnis gesetzt.

Bei dem chemisch arbeitenden Wäschersystem Pollo-M der Firma Inno+ kann die Bildung von Nitrit und Nitrat im Prozesswasser vernachlässigt werden. Weitere gasförmige Stickstoffverbindungen lagen in ihren Konzentrationen unter der Nachweisgrenze und wurden daher nicht betrachtet.

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.

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

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

Gemäß dem DLG-Prüfrahmen muss die Wiederfindungsrate des Stickstoffs und die N-Entfrachtung innerhalb der Stickstoffbilanz während der Sommer- und Wintermessung jeweils $\geq 70\%$ betragen.

Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung

Der Verbrauch von Frischwasser und elektrischer Energie wurde über

die Erfassung der entsprechenden Zählerstände bestimmt (Stromzähler für die Abluftreinigung und separat für die Lüftung). Der Säureverbrauch und der Verbrauch an Entschäumer in der Prüfungsphase wurden mittels Wägesystem (Kraftaufnehmer bzw. Wägezelle) ermittelt. Zur Dokumentation der Umgebungsbedingungen wurden während der Messungen die Außen- und Stallinnentemperaturen erfasst.

An den Messtagen für Staub wurden zusätzlich die Parameter Tierzahlen und Tiergewichte dokumentiert. Weiterhin wurden die Messwerte pH-Wert und Leitfähigkeit im Prozesswasser ermittelt und mit den anlagenseitig im elektronischen Betriebstagebuchs aufgezeichneten Werten verglichen und auf Plausibilität überprüft.

Betriebsicherheit und Haltbarkeit

Die Betriebsicherheit und Haltbarkeit wurde beurteilt und dokumentiert. Eventuell auftretende Störungen an der Gesamtanlage sowie technischen Komponenten im Prüfungszeitraum wurden dokumentiert. Ergänzend wurden auftretende Korrosionsschäden und die Haltbarkeit im Dauereinsatz bewertet.

Betriebsanleitung, Handhabung, Arbeitszeit- 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 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 generell folgende Parameter zu erfassen

- Druckverlust über die Anlage
- Luftdurchsatz in m³/h
- Pumpenlaufzeit (Umwälzung)
- Berieselungsintervalle und -menge
- Gesamtfrischwasserverbrauch an der Anlage
- Menge der Abschlämmrate
- Roh- und Reingastemperatur
- pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit

- elektrischer Stromverbrauch der Abluftreinigungsanlage
- 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 Pollo-M der Firma Inno+ überprüft.

Umweltsicherheit

Der Prüfungsbereich Umweltsicherheit umfasste eine Beurteilung

eventueller, für den Anlagenbetrieb nötiger Betriebsstoffe wie Säure und Entschäumer, 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 DPLF kontrolliert.

Die Testergebnisse im Detail

Staub

In den beiden Wintermessungen wurden sechs Gesamtstaub- und drei Feinstaubmessungen (PM₁₀/PM_{2,5}) durchgeführt. In den beiden Sommermessungen vier Gesamtstaub und zwei Feinstaubmessungen.

Aus Tabelle 3 (siehe Seite 10) geht hervor, dass in den beiden Winterdurchgängen durchschnittlich 85,6 % (1. Mastdurchgang) bzw. 85,3 % (2. Mastdurchgang) an Gesamtstaub abgeschieden wurde. In den beiden Sommerdurchgängen wurden im Durchschnitt 91,1 % (1. Mastdurchgang) bzw. 87,5 % (2. Mastdurchgang) an Gesamtstaub abgeschieden. Der mittlere Abscheidegrad bei Feinstaub PM₁₀ lag bei 81,5 % im Winter und 72,5 % im Sommer. Die Abscheidung hinsichtlich der Feinstaubfraktion PM_{2,5} lag im Winter bei 97,0 % und im Sommer bei 90,3 %.

Die gute Abscheideleistung in den Sommer und Wintermessungen lässt sich auf eine vorgeschaltete Vorbedüsung der einströmenden Stallabluft im Kreuzstromverfahren und durch die intensive Befeuchtung des Füllkörperpaketes im Gegenstromverfahren erklären. Hinzu kommt, dass die Verweilzeit der

Stallabluft im eigentlichen Füllkörper bei maximaler Belastung mit rund 0,8 Sekunden hoch ist, so dass die Abluft genügend Zeit hat mit der befeuchteten spezifischen Oberfläche der eingesetzten Füllkörper (125 m²/m³) in Kontakt zu kommen und der Staub abgeschieden wird.

Die Anzahl der Düsen zur Vorbedüsung ist abhängig von der Länge des Wäscherturms. Die Düsen müssen so angebracht werden, dass die Sprühwinkel komplett überlappen. Eine Befeuchtungintensität von > 0,9 m³/(l·m · h) muss eingehalten werden. Die Berieselungsdichte des Füllkörpers liegt bei ≥ 0,87 m³/(m² · h)

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 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 Staubfraktion PM₁₀.

Die in Tabelle 3 dargestellten Randparameter wurden jeweils um 12 Uhr Ortszeit aufgenommen.

Volumenstrom und Druckverlustangaben sind Mittelwerte, die im Messzeitraum aus den Minutenmesswerten der DLG-Datenaufzeichnungen berechnet wurden.

Ammoniak

Im Rohgasbereich wurden im ersten Winterdurchgang Ammoniakkonzentrationen zwischen 0 und maximal 25 ppm gemessen. Diese zu hohe Ammoniakkonzentration wurde an wenigen Stunden in den letzten Masttagen aufgrund einer nicht ordnungsgemäß arbeitenden Lüftung ermittelt. Nach Umstellung der Lüftungssteuerung sank die Konzentration auf dauerhaft < 20 ppm ab. Im zweiten Winterdurchgang wurden aufgrund der Lüftungsoptimierung Ammoniakkonzentrationen von 0 bis maximal 18 ppm (Endmastphase) ermittelt. Aufgrund der erhöhten Lufraten in den Sommermessungen lag die Spannbreite der NH₃-Rohgaskonzentration bei 0 bis maximal 10 ppm. Es wurden keine höheren Konzentrationen ermittelt.

Eine Bewertung der NH₃-Abscheidung erfolgt erst ab einer Konzentration von ≥ 3 ppm, da die Messunsicherheit eine einwandfreie Bewertung unterhalb dieses Wertes nicht ermöglicht.

Tabelle 3:
Messergebnisse zur Emissionsminderung (Staub) der Abluftreinigungsanlage Inno+ Pollo-M

Wintermessungen		Mastdurchgang 1				Mastdurchgang 2	
Datum		05.02.2014	10.02.2014	17.02.2014	24.02.2014	31.03.2014	07.04.2014
Masttag		21	26	33	40	26	33
Umgebungs- und Randbedingungen							
rel. Außenluftfeuchte	[% rF]	62	89	78	66	65	55
Umgebungstemperatur	[°C]	7,8	3,3	8,5	7,9	15,8	20,8
Rohgas- / Reingasfeuchte	[% rF]	69/97	74/99	78/99	67/99	71/99	63/97
Rohgas- / Reingastemperatur	[°C]	23,9/20,3	22,1/16,0	20,5/16,2	20,5/16,2	23,7/19,9	22,4/19,0
Tierzahl		38.871	38.803	38.707	25.925	39.053	38.943
Durchschnittl. Tiergewicht	[kg]	0,791	1,187	1,639	2,166	1,018	1,497
Luftvolumenstrom gesamt	[m³/h]	32.700	47.500	74.800	76.700	60.700	210.300
Druckverlust Wäscher	[Pa]	7,9	7,1	6,9	10,4	10,8	34,6
Druckverlust Stall und Wäscher	[Pa]	28,5	28,9	32,4	33,1	41,0	83,7
Gesamtstaub (normiert)							
Konzentration Rohgas	[mg/m³]	6,5	8,7	6,8	8,4	7,0	5,1
Konzentration Reingas	[mg/m³]	0,9	1,6	0,9	1,1	1,0	0,8
Abscheidegrad	[%]	86,1	82,2	87,1	87,0	85,6	85,0
Feinstaub (normiert)							
Rohgas PM ₁₀ /PM _{2,5}	[mg/m³]	--	1,8 / 0,5	--	2,86/1,31	2,18/0,93	--
Reingas PM ₁₀ /PM _{2,5}	[mg/m³]	--	0,33/0,02	--	0,53/0,01	0,41/0,04	--
Abscheidegrad PM ₁₀ /PM _{2,5}	[%]	--	82,0/96,2	--	81,5/99,2	81,2/95,7	--
Sommermessungen		Mastdurchgang 1				Mastdurchgang 2	
Datum		30.06.2014	21.07.2014		18.08.2014	25.08.2014	
Masttag		19	40		19	26	
Umgebungs- und Randbedingungen							
rel. Außenluftfeuchte	[%rF]	63	92		64	56	
Umgebungstemperatur	[°C]	16,5	21,1		17	18,4	
Rohgas- / Reingasfeuchte	[%rF]	60/96	85/97		66/95	66/94	
Rohgas- / Reingastemperatur	[°C]	27,5/23,3	23,3/21,1		27,1/23,7	23,6/19,1	
Tierzahl im Stall		38.781	24.299		39.297	39.209	
Durchschnittl. Tiergewicht	[kg]	0,713	2,089		0,733	1,121	
Luftvolumenstrom gesamt	[m³/h]	46.000	209.700		42.400	67.300	
Druckverlust Wäscher	[Pa]	8,8	24,6		7,1	9,3	
Druckverlust Stall+Wäscher	[Pa]	26,6	66,9		32,5	25,6	
Gesamtstaub (normiert)							
Konzentration Rohgas	[mg/m³]	3,7	1,7		4,7	6,2	
Konzentration Reingas	[mg/m³]	0,5	0,1		0,5	0,9	
Abscheidegrad	[%]	86,2	95,9		89,8	85,2	
Feinstaub (normiert)							
Rohgas PM ₁₀ /PM _{2,5}	[mg/m³]	--	0,54/0,13		--	2,07/0,75	
Reingas PM ₁₀ /PM _{2,5}	[mg/m³]	--	0,14/0,02		--	0,60/0,03	
Abscheidegrad PM ₁₀ /PM _{2,5}	[%]	--	74,1/84,6		--	71,0/96,0	

Im Winter standen 1.259 bzw. 854 Wertepaare (1/2 Stundenmittelwerte) zur Verfügung, im Sommer waren es noch 858 bzw. 958. Um zu garantieren, dass die Abscheideleistung nach einem Mastdurchgang auch bei hohen Ammoniakfrachten sicher erfolgt, wurde die Entmistszeit im zweiten Sommerdurchgang nach der Messperiode mit betrachtet.

Hier wurde teilweise bis > 28 ppm Ammoniak in den Wäscher eingebracht, welche mit bis zu 95% Wirkungsgrad abgereinigt wurden. Eine Übersicht über die Abscheidung während der Entmistszeiten ist in Tabelle 4 dargestellt.

In Bild 3 sind die Ammoniak-Konzentrationen und der Abscheidegrad exemplarisch aus der ersten Wintermessung dargestellt. Nach Start der Abluftreinigungsanlage (7. Masttag) am 22.01.2014, wurden ab dem 31.01.2014 dauerhaft Konzentrationen von $\geq 3,0$ ppm NH_3 ermittelt, die in der Bilddarstellung berücksichtigt wurden. Bild 4 ist ein Auszug aus dem elektronischen Betriebstagebuch der Abluftreinigungsanlage Pollo-M der Firma Inno+ und zeigt den Verlauf der pH-Werte und den Anstieg der Leitfähigkeit im Prozesswasser der Abluftreinigungsanlage für den gleichen Messzeitraum.

Bild 3 zeigt bis auf wenige Ausnahmen, dass ein dauerhafter Abscheidegrad von deutlich über 70% eingehalten wird. Die extremen Absenkungen der Abscheidung auf bis zu < 60% (Minimum 2,8%) sind durch Bild 4 zu erklären, da während des Messzeitraumes die Säurevorlage mehrmals erschöpft war und zu spät nachgefüllt worden ist. In diesen kurzen Zeiträumen von wenigen Stunden stieg der pH-Wert

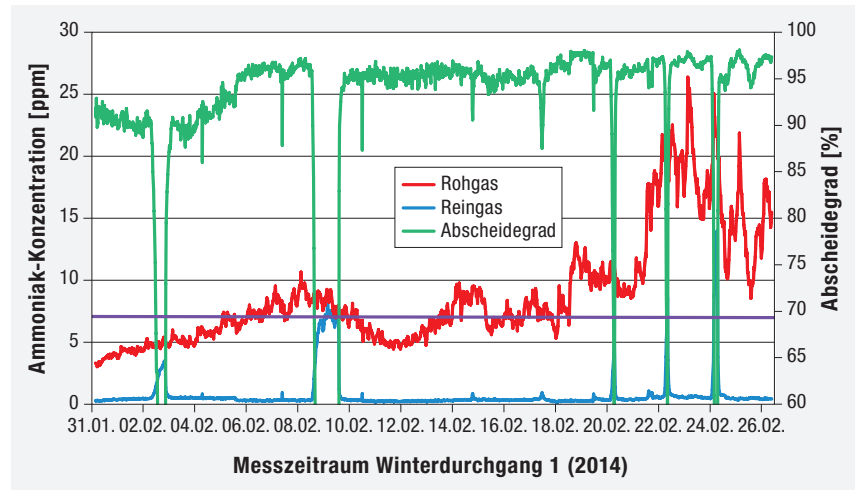


Bild 3: Abscheidegrad und Verlauf der der Ammoniak-Konzentration im Roh- und Reingas während der Wintermessung 1 (16.01.2014 bis 26.02.2014)

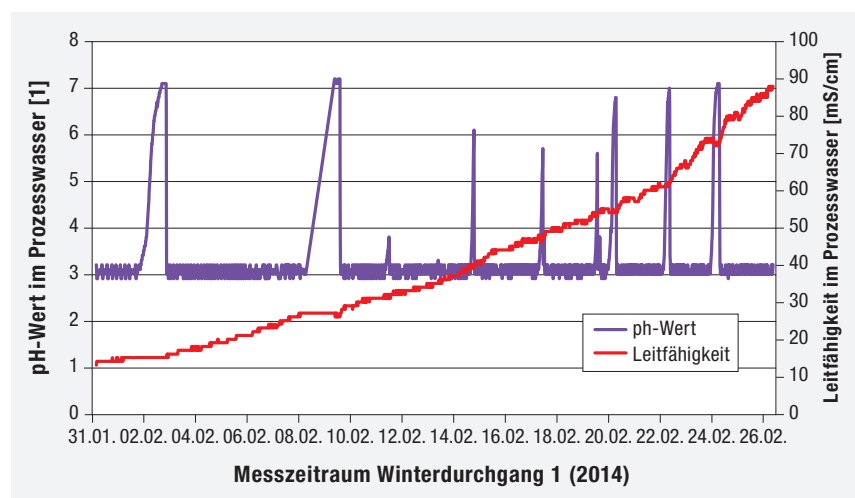


Bild 4: Verlauf der pH-Werte und Leitfähigkeiten im Prozesswasser der Abluftreinigungsanlage Pollo-M der Firma Inno+ während der Wintermessung 1 (16.01.2014 bis 26.02.2014; Originaldaten aus dem EBTB)

auf deutlich > 6,0 an. Der Abscheidegrad von 70% kann dann mit der Abluftreinigungsanlage Pollo-M nicht mehr erzielt werden. Bei längerem Ausfall der Säuredosierung (02.02.14 und 09.02.14) stieg die Leitfähigkeit im Prozesswasser auch nicht mehr an. Nach Auffüllung der Säurevorlage und Absenkung des

pH-Wertes auf < 3,3 wurden die Abscheideleistungen von deutlich > 70% sofort wieder erzielt. Tabelle 5 fasst Messergebnisse der Ammoniakemissionsminderung von ausgewählten Tagen (Tagesmittelwerte) sowie die entsprechenden verfahrenstechnische Daten zusammen. Ausgewählt wurde der letzte

Tabelle 4: Ammoniakfrachten während der Entmistszeiten an der Abluftreinigungsanlage Inno+ Pollo-M

	Abluftvolumenstrom	NH ₃ Konzentration			NH ₃ Massenstrom		
		Rohgas	Reingas	Abscheidung	Rohgas	Reingas	Abscheidung
	[m ³ /h]	[ppm]	[ppm]	[%]	[kg/h]	[kg/h]	[kg/h]
min.	242.000	5,8	0,2	96,6	0,997	0,034	0,962
max.	201.000	28,6	0,9	96,9	4,082	0,128	3,953
mittel	224.000	15,2	0,7	95,4	2,417	0,111	2,306

Masttag von je einem Winterdurchgang. Da nur Werte mit einer Konzentration $\geq 3,0$ ppm Ammoniak berücksichtigt werden, wurde im Sommerdurchgang 1 der Masttag 29 und im Sommerdurchgang 2 der Masttag 33 ausgewählt.

Die Anforderungen der Nutztierhaltungsverordnung nach 20 ppm Ammoniak auf Tierhöhe wurden bis auf den ersten Winterdurchgang jederzeit eingehalten. Da der Fehler in einer nicht ordnungsgemäßen Lüftungssteuerung lag und auch nur an einigen Stunden ermittelt wurde, konnte der Durchgang zur Zertifizierung anerkannt werden.

Eine wirkungsvolle Ammoniak-Abscheidung bei eingestreuten Hähnchenmastverfahren und ordnungsgemäßem Betrieb ist somit bei den beschriebenen Betriebsbedingungen sichergestellt. Ein Säurevorlage in Form eines IBC-Containers (1.500 bis 1.800 kg Inhalt) ist zu empfehlen.

Aerosol-Austrag

Um den Stickstoffaustrag als Aerosol hinter dem Tropfenabscheider

zu bestimmen wurde das Aerosolimpingement-Messverfahren angewendet. Zeitgleich wurden filtrierte und unfiltrierte Impingermessungen im Reingas durchgeführt. Aus der Differenz ergibt sich der Aerosolaustrag. Die Analytik erfolgte nach dem Indophenol-Verfahren. Die Messungen fanden in der zweiten Masthälfte an je zwei Terminen in den Sommer- und Winterdurchgängen statt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Der Aerosolaustrag ist niedrig und hat einen Anteil von nur 0,08 ppm (Wintermessung) sowie 0,06 ppm (Sommermessung) Ammoniak im Reingas, der als Aerosol entweicht. Die Messungen wurden im Winter bei durchschnittlichen Abluftvolumenströmen von $103.500 \text{ m}^3/\text{h}$ und im Sommer bei $123.000 \text{ m}^3/\text{h}$ durchgeführt.

N-Bilanz und N-Entfrachtung

Die Stickstoffabscheidung der einstufig chemisch arbeitenden Abluftreinigungsanlage wurde über eine N-Bilanzierung unter Berücksichtigung der Ammoniak-Frachten (im Roh- und Reingas), des anorgani-

schen N-Anteils im Reinigungsabwasser sowie des im Prozesswasser gelösten anorganischen Stickstoffs jeweils zweiwöchig in beiden Winter- und Sommerdurchgängen verifiziert.

Zur Bestimmung der N-Entfrachtung wird die entnommene anorganische N-Masse (angereichert im Prozess- und Reinigungsabwasser) mit der rohgasseitig eintretenden N-Masse ins Verhältnis gesetzt.

Dies bedeutet, dass der abgeschiedene Stickstoff aus dem Ammoniak des Rohgases in Form von Ammonium im Waschwasser sowie die Restemission von Ammoniak im Reingas nachgewiesen wurde.

Die Bildung von Nitrit und Nitrat im Prozesswasser sowie emittierende nitrose Gase im Reingas müssen nicht betrachtet werden, da es sich um ein chemisch arbeitendes Abluftreinigungssystem handelt.

Gemäß dem DLG-Prüfrahmen muss die Wiederfindungsrate des Stickstoffs innerhalb der Stickstoffbilanz während des Untersuchungszeitraumes (Winter- und Sommermessungen) jeweils $\geq 70\%$ betragen. Tabel-

Tabelle 5:

Messergebnisse zur Emissionsminderung Ammoniak und verfahrenstechnische Daten während der Sommer und Winterdurchgänge (ausgewählte Tagesmittelwerte)

Messzeitraum	Datum	Winter		Sommer	
		25.02.2014	13.04.2014	10.07.2014	01.09.2014
Lüftungsrate	[m^3/h]	75.251	71.423	155.767	88.124
Strömungsgeschwindigkeit	[m/s]	0,22	0,21	0,46	0,26
Füllkörpervolumenbelastung	[$\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$]	1.320	1.253	2.732	1.545
Berieselungsintensität (Vorbedüsung)	[$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{lfm})$]	0,99	0,91	0,94	0,88
Berieselungsdichte (Füllkörper)	[$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]	0,82	0,76	0,82	0,81
Ammoniak Rohgas	[ppm]	13,51	8,12	5,93	5,43
Ammoniak Reingas	[ppm]	0,46	0,83	0,88	0,27
Abscheidegrad Ammoniak	[%]	96,6	89,8	85,2	95,0

Tabelle 6:

Aerosolaustrag aus der Abluftreinigungsanlage Pollo-M

Datum		Wintermessung				Sommermessungen			
		Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 1		Durchgang 2	
NH_3 unfiltriert C_{Norm}	[mg/m^3]	1,64	0,76	0,44	0,57	0,45	0,31	0,12	0,23
NH_3 filtriert C_{Norm}	[mg/m^3]	1,58	0,71	0,37	0,51	0,44	0,23	0,10	0,17
Differenz NH_3 C_{Norm}	[mg/m^3]	0,06	0,05	0,06	0,05	0,01	0,08	0,02	0,07
Mittelwert NH_3 C_{Norm}	[mg/m^3]	0,05		0,06		0,04		0,04	
Aerosolaustrag $\text{NH}_3\text{-N}$ C_{Norm}	[mg/m^3]	0,04		0,05		0,03		0,03	
Mittelwert gesamt $\text{NH}_3\text{-N}$ C_{Norm}	[mg/m^3]	0,05				0,03			

le 7 fasst die ermittelten Ergebnisse der Abscheideleistung (Rohgas- und Reingasemissionen), N-Bilanz und N-Entfrachtung zusammen die in einem Messzeitraum von 14 Tagen ermittelt wurden. Aufgrund der Messunsicherheit bei der Bestimmung des Prozesswasservolumens kann es dazu kommen, dass die N-Wiederfindungsrate der Bilanz (N-Emission im Reingas wird mitbetrachtet) bei über 100% liegen kann. Daher wird die eigentliche N-Entfrachtung mit in die Betrachtungsweise einbezogen. Diese liegt in beiden Winterdurchgängen bei durchschnittlich 90,7% in den beiden Sommerdurchgängen bei 88,3%. Damit werden die Mindestanforderungen des DLG-Prüfrahmens (N-Entfrachtung $\geq 70\%$) auf jeden Fall erreicht.

Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung

Die im Prüfbericht angegebenen Verbrauchswerte (siehe Tabelle 1) sind auf Jahresverbrauchswerte (365 Tage) normiert, um einen Vergleich mit Daten anderer Hersteller zu ermöglichen. Zusätzlich wurden die Verbrauchswerte auch auf die tatsächlichen Verbrauchswerte umgerechnet, die nach Inbetriebnahme der Anlage (7. Masttag) und 7,5 Mastdurchgänge pro Jahr entstehen. Nachfolgend genannte Verbrauchswerte beziehen sich immer auf 7,5 Mastdurchgänge im Jahr bei einer Betriebslaufzeit der Anlage ab dem 7. Masttag und einem

Stallgebäude mit 39.900 Masthähnchenplätzen.

Wasserverbrauch

Um die Wasserverluste durch Abschlammung und Verdunstung auszugleichen, muss Frischwasser in das System zugeführt werden. Nach jedem Mastdurchgang wurde der Wasservorlagebehälter abgeschlammmt und nach der Reinigung wieder aufgefüllt. Die verdunstete Wassermenge, die durch den Betrieb der Abluftreinigung entsteht, wurde mit Frischwasser ausgeglichen. Der Frischwasserverbrauch muss im elektronischen Betriebs-tagebuch (EBTB) hinterlegt werden.

In der Wintermessung wurden durchschnittlich 2,75 m³/d an Frischwasser verbraucht, dies entspricht einem Jahresverbrauch von 0,02 m³/(TP · a). Während der Sommermessung wurden 5,61 m³/d bzw. 0,04 m³/(TP · a) verbraucht.

Im gesamten Messzeitraum (Winter- und Sommermessung) wurden nach jedem Mastdurchgang 5 m³ Wasservorlage ausgetauscht. Bei 7,5 Mastdurchgängen pro Jahr wäre dies eine Abschlammrate von 0,94 l/(TP · a). Die maximale Leitfähigkeit im Prozesswasser darf bis auf 140 mS/cm ansteigen. Die Abschlammung ist automatisiert. Die Leitfähigkeit im Prozesswasser und das Abschlammvolumen müssen im EBTB abgespeichert werden. Die Messdaten sind in Tabelle 1 dargestellt.

Zum Frischwasserverbrauch, der durch den Betrieb der Anlage ent-

steht (Verdunstung und Abschlammung), muss noch das Reinigungswasser hinzugerechnet werden. Die Verbrauchsmenge liegt, je nach Verschmutzungsgrad der Anlage zwischen 2 bis 3 m³ pro Reinigungsdurchgang (lt. Hersteller). Bei 7,5 Durchgängen pro Jahr sind dies rund 0,47 l/(TP · a).

Verbrauch an elektrischer Energie

Der größte elektrischer Verbraucher an der Abluftreinigungsanlage ist die kontinuierlich betriebene Umwälzpumpe. Im Stallbereich sind die Ventilatoren die größten Verbraucher, welche aufgrund des zusätzlichen Druckverlustes des Abluftreinigungssystems größer dimensioniert sein müssen als bei einer Stallentlüftung ohne Abluftreinigungssystem. Der Stromverbrauch der eingesetzten Messtechnik (Heizleitungen etc.) war nicht am Stromzähler des Wäschers angeschlossen und muss daher nicht abgezogen werden. Die Verbrauchsdaten sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Stromverbräuche der Umwälzpumpen in den Sommer- und Wintermessungen unterscheiden sich nur unwesentlich. Im Winter wurden 2,45 kWh/d mehr verbraucht. Im Jahresmittel wurde ein Stromverbrauch durch den Einsatz der Umwälzpumpen von 116 kWh/d berechnet, dies sind rund 0,77 kWh/(TP · a).

Die Stromverbräuche der Lüftung unterscheiden sich in den Sommer

Tabelle 7:

Messergebnisse der Abscheideleistung, N-Bilanz und N-Entfrachtung eines Messzeitraums von 14 Tagen an der Abluftreinigungsanlage Pollo-M in den Winter- und Sommermessungen

Durchgänge		Wintermessung		Sommermessung	
		DG 1	DG 2	DG 2	DG 2
NH ₃ -N Rohluft Eintrag	[kg]	68,4	59,5	122,4	52,6
NH ₃ -N Reinluft Austrag	[kg]	5,8	7,5	24,3	4,6
Differenz	[kg]	62,6	52,0	98,1	48,0
Abscheideleistung	[%]	91,5	87,5	80,1	91,3
pH-Wert	[1]	2,9 bis 3,6	2,9 bis 3,3	2,9 bis 4,2	3,0 bis 4,0
Leitfähigkeit	[mS/cm]	19 bis 93	35 bis 67	45 bis 146	30 bis 74
N _{anorg.} -Kreislaufwasser	[kg]	62,2	53,7	94,3	39,9
N _{anorg.} -Reinigungswasser	[kg]	0,0	0,0	9,7	8,3
Wiederfindungsrate N-Bilanz	[%]	99,4	102,8	96,9	84,6
N-Entfrachtung	[%]	91,0	90,3	85,0	91,6

und Winterdurchgängen deutlich, da die abzuführenden Luftraten im Sommer höher sind als im Winter. In beiden Winterdurchgängen ist ein Stromverbrauch von 37 kWh/d ermittelt worden dies entspricht einer Strommenge von 0,30 kWh/(TP·a). Im Sommer wurden dagegen 69 kWh/d also 0,54 kWh/(TP·a) ermittelt. Die Stromverbräuche der Abluftreinigung werden im EBTB abgespeichert.

Sonstige Verbrauchswerte

Zur Gewährleistung der sicheren Funktion wurde an der Anlage eine automatische Säuredosierung und Leitfähigkeitserfassung bereitgestellt. Mit dieser Säuredosierung wurde der pH-Wert im Prozesswasser geregelt. Der pH-Wert im Wasserkreislauf zur Vorbedüsung der Stallabluft und zur Berieselung der Füllkörper muss auf $\leq 3,3$ eingeregelt werden. In Tabelle 1 sind die ermittelten Verbrauchsdaten zusammengefasst. Die Werte beziehen sich auf Schwefelsäure mit einer Reinheit von 96%. Während der Messung wurde an der Referenzanlage 96%ige Schwefelsäure dosiert. Die Verbrauchsdaten im Sommer und Winter unterscheiden sich kaum. Im Jahresdurchschnitt muss mit einem Verbrauch von 14 kg/d bzw. 0,09 kg/(TP·a) gerechnet werden. Dieser kann sich bei höheren Ammoniakemissionsfrachten erhöhen. Eine sichere Anlagenfunktion mit den dargestellten Wirkungsgraden ist nur mit einer ordnungsgemäß betriebenen pH-Regelung ($\text{pH} \leq 3,3$) möglich.

Damit es im Wasserkreislaufsystem nicht zu einer Schaumbildung kommt, wurde ein Entschäumer eingesetzt. Hier lag der Verbrauch bei durchschnittlich 1,8 kg pro Durchgang (DG) im Sommer und Winter.

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 (Polypropylen) hergestellt.

Betriebsanleitung, Handhabung, Arbeitszeit- 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 im täglichen, wöchentlichen und jährlichen Turnus durchzuführen hat.

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 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 Fil-

terwände und die Spülwassermenge erfasst. Zusätzlich wird die pH-Wert- und Leitfähigkeits-Messeinrichtung kalibriert. Der Zustand der Füllkörperpackungen und die Stromaufnahme der Pumpe werden kontrolliert, das elektronische Betriebstagebuch wird auf Plausibilität überprüft.

Die Abluftreinigungsanlage wird nach jedem Durchgang gesäubert, das Wasservorlagebecken entleert und mit Frischwasser befüllt. Nach jeder Reinigung der Füllkörperpackung muss über eine Differenzdruckmessung bei einem anzusteuenden Volumenstrom von 100 % der Auslegungsrate der Druckverlust über den Füllkörper bestimmt werden. Überschreitet dieser einen Sollwert ≥ 50 Pa, muss der Füllkörper nochmals gereinigt werden. Anschließend muss wiederum der Testvolumenstrom von 100 % der Auslegungsluftrate angefahren und der Druckverlust bestimmt werden. Unterschreitet dieser den maximalen Sollwert von 50 Pa, darf der Anlagenbetreiber die Anlage wieder in Betrieb nehmen. Wird der Sollwert von 50 Pa nicht unterschritten werden ein Ausbau sowie eine intensive Reinigung der einzelnen Füllkörperelementen durch eine Fachfirma empfohlen.

Die pH-Wert-Sensoren müssen vor Start des neuen Mastdurchgangs vom Betreiber kalibriert werden. Die Kalibrierung ist im elektronischen Betriebsprotokoll mit Datum und Uhrzeit zu hinterlegen.

Dokumentation

Das elektronische Betriebstagebuch ermöglicht eine lückenlose Aufzeichnung der für den sicheren Anlagenbetrieb erforderlichen Daten im Halbstundentakt. Die Aufzeichnung erfolgt durch den Hersteller der Anlage und die Daten werden über 5 Jahre gespeichert. Diese Daten können durch den Landwirt oder durch den Hersteller per Fernwartung ausgelesen und in ein gängiges Tabellenprogramm überführt werden. Behörden haben die Möglichkeit mit einem USB-Anschluss die abgespeicherten Daten herunterzuladen. Eine detaillierte Darstellung der aufzuzeichnenden Daten fasst Tabelle 8 zusammen.

Umweltsicherheit

Das abgeschlammte Prozesswasser aus dem Wasservorlagebecken (pH-Wert 3,3) muss in einem separaten Abschlammbehälter zwischengelagert werden. Der Lagerzeitraum richtet sich nach der aktuellen Düngemittelverordnung, die den Lagerzeitraum von Flüssigmist vorschreibt. Die Zulaufleitung in den Abschlammbehälter und der Lagerbehälter selbst müssen für das Abschlammwasser geeignet sein. Hier ist länderspezifisch die Verwaltungsvorschrift für wassergefährdende Stoffe (Ammoniumsulfat,

ASL) einzuhalten. Unmittelbar vor der Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen kann das Abschlammwasser außerhalb des Stalles mit Flüssigmist gemischt werden und nach ordentlicher landwirtschaftlicher Praxis ausgebracht werden.

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

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

reich des Betreibers. Alle dazugehörigen Sicherheitseinrichtungen sind nach Vorgabe der Genehmigungsbehörden zu installieren.

Sicherheitsaspekte

Die Arbeitssicherheit des beschriebenen Abluftwäschers Pollo-M der Firma Inno+ B.V. wurde durch die Deutsche Prüf- und Zertifizierungsstelle für Land- und Forsttechnik (DPLF) begutachtet. Aus arbeitssicherheitstechnischer liegen keine Bedenken gegen den Betrieb der Abluftreinigungsanlage Pollo-M vor.

Tabelle 8:

Erfüllung der Anforderungen an das elektronische Betriebstagebuch der Abluftreinigungsanlage Pollo-M

	voll erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt	Bemerkungen
Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage	X			elektronische Differenzdruckdosen hinter dem Tropfenabscheider vor den Abluftventilatoren (Aufzeichnung in Pa)
Abluftvolumenstrom	X			zwei geregelte Ventilatoren mit Messventilatoren, zugeschaltete Ventilatoren über Berechnung der Ventilatorenkennlinie und Druckverluste (Aufzeichnung und Speicherung der Abluftvolumenströme in m ³ /h)
Laufzeit Notlüfter	X			die Laufzeiten der Notlüfter wird in Stunden abgespeichert
Pumpenlaufzeit	X			ergibt sich aus den abgespeicherten Werten für den Stromverbrauch der Pumpen und einer Durchflussmessung (MID)
Berieselungsintervalle und Berieselungsmenge	X			Durchflussmessung in der Hauptdruckleitung zur Berieselung der Füllkörper und Vorbedüsung der Stallabluft (Aufzeichnung in m ³ /h)
Frischwasserverbrauch des Wäschers	X			Aufzeichnung in m ³ über einen Wasserzähler mit Impulsgeber
Abgeschlammte Wassermenge	X			wird mithilfe einer Durchflussmessung (MID) erfasst und in m ³ abgespeichert
Roh- und Reingastemperatur	X			beide Temperaturen werden aufgezeichnet, zusätzlich wird Wassertemperatur (Prozesswasser) mit erfasst
Sprühbildkontrolle	X			indirekt nachweisbar über die Durchflussmessung und ein manuell geführtes Betriebstagebuch
Wartungs- und Reparaturzeiten	X			werden im elektronischen Betriebsprotokoll abgespeichert
pH-Wert- und Leitfähigkeitsmessung im Prozesswasser	X			wird in einem Bypass der Hauptdruckleitung zur Berieselung der Füllkörper erfasst und gespeichert
Kalibrierung der pH-Wert-Sensoren	X			wird im elektronischen Betriebsprotokoll abgespeichert
Nachweis Säureverbrauch		X		erfolgt über Einkaufsbelege, die im manuellen Betriebstagebuch abgelegt werden
Stromverbrauch	X			wird über geeignete Stromzähler erfasst und in kWh abgespeichert

Fazit

Die Abluftreinigungsanlage Pollo-M der Firma Inno+ B.V. eignet sich zur Emissionsminderung von Staub und Ammoniak aus dem Abluftstrom eingestreuter Hähnchenschwermastanlagen bei Auslegung der Lüftung nach der

TierSchNutzTV und bei Einhaltung der beschriebenen verfahrenstechnischen Parametern zur Abscheidung von Ammoniak (Abscheidegrad $\geq 70\%$) und zur Abscheidung von Staub (Abscheidegrad $\geq 70\%$). Die gemittelten Ergebnisse aller

Messungen liegen bei der Ammoniakabscheidung bei 91 %, bei der Staubabscheidung bei 87 % (Gesamtstaub), 77 % (PM₁₀) und 94 % (PM_{2,5}).

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/merkmaleter.html im PDF-Format erhältlich. Eine Kurzfassung des DLG-Prüfrahmens kann unter www.dlg.org/3409.html heruntergeladen werden.

DLG-Prüfrahmen

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

Prüfungskommission

prüfungsbegleitend
Dr. Jochen Hahne, TI Braunschweig; Friedrich Arends, LWK Niedersachsen; Andreas Schlichting, TÜV Nord Hamburg

beratend

Gerd Franke, LLH Kassel
Ewald Grimm, KTBL Darmstadt
Christian Dohrmann, Landwirt

Verwaltungsvollzug

Vertreter des
Landkreises Cloppenburg

Labor- und Emissionsmessungen

LUFA Nord-West, Jägerstraße 23-27,
26121 Oldenburg

Prüfungsdurchführung

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

Fachgebiet

Erneuerbare Energien

Projektleiter

Dipl.-Ing. S. Gäckler

Prüfingenieur(e)

Dipl.-Ing. (FH) Tommy Pfeifer
Dr. agr. Volker Siemers*

* 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 Prüfmethode 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.

2013-00212
© 2015 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!