DLG-Prüfbericht 6254

Berichtigung(en) auf Seite 13

Anisol GmbH

1-stufiger Chemowäscher mit Tropfenabscheider ASA1

für die Hähnchenschwermast

DLG SIGNUM TEST

07/15 bestanden

Testzentrum
Technik und Betriebsmittel

www.DLG-Test.de

Überblick

Der SignumTest ist die umfassende Gebrauchswertprüfung der DLG nach unabhängigen und anerkannten Bewertungskriterien für landtechnische Produkte. Der DLG-SignumTest bewertet neutral 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 entsprechenden Prüfrahmen 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.

DLG SIGNUM TEST 07/15 bestanden

In diesem DLG-SignumTest wurde die Abluftreinigungsanlage der Firma Anisol GmbH auf seine Eignung zur Emissionsminderung von Staub und Ammoniak aus dem Abluftstrom eingestreuter Masthähnchenstallungen geprüft. Grundlage für die Prüfung ist eine Auslegung der Lüftungsanlage nach Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) und die Einhaltung der beschriebenen verfahrenstechnischen Parameter zur Abscheidung von Ammoniak und Staub zu jeweils mindestens 70 %.

Beurteilung – kurz gefasst

Die Abluftreinigungsanlage ASA1 der Firma Anisol GmbH ist ein einstufiger, chemisch arbeitender Abluftwäscher zur Abscheidung von Staub und Ammoniak aus eingestreuten Hähnchenmaststallungen mit Schwermastverfahren.
Das Abluftreinigungssystem wird im Druckprinzip betrieben. Die Abluft wird über Ventilatoren aus dem Tierbereich gegen ein Prallblech und anschließend in die Waschstufe befördert. Diese besteht aus einer 12 cm dicken Filterwand, die von vorne und hinten permanent mit Waschwasser (pH ≤ 3,5) durch den Einsatz von Düsen befeuchtet wird. Nach dem Durchströmen der Waschstufe gelangt die Abluft über einen Tropfenabscheider in die Umgebung. Die Filterfläche der Waschstufe (Filterwand) wird über eine automatische Wickelfolie geöffnet und geschlossen, wobei die Anströmfläche über den Druckverlust vor und hinter der Waschwand geregelt wird. Der Druckverlust über die Filterwand wird durch die Öffnung der Wickelfolie immer auf konstant 20 Pa (Filterwand) und 10 Pa (Tropfenabscheider) gehalten. Hierdurch wird erreicht, dass die Filterflächenbelastung ständig konstant gehalten werden kann. In der Prüfung erreichte die Abluftreinigungsanlage im Schnitt eine Ammoniak-Abscheidung von 78,8 % (Wintermessung) und 77,9 % (Sommermessung).
Die Gesamtstaubabscheidung erreichte im Winter 83,5 % und im Sommer 78,3 %. Die N-Wiederfindungsrate wurde mit 95,6 % (Winter) und 95,9 % (Sommer) deutlich erfüllt. Die N-Entfrachtung lag im Winter bei 75,7 % und im Sommer bei 76,7 %. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1:
Ergebnisse im Überblick

Prüfkriterium	Ergebnis		Bewertung*
Ergebnisse der Emissionsmessungen nach dem 13. Masttag			
Gesamtstaub (gravimetrisch, insgesamt 20 Messungen)			
– Sommer (acht Messungen), gemittelter Abscheidegrad	[%]	78,3	○
– Winter (zwölf Messungen), gemittelter Abscheidegrad	[%]	83,5	+
Feinstaub (gravimetrisch, insgesamt vier Messungen) [1]			
– Sommer (zwei Messungen)			
gemittelter Abscheidegrad PM_{10}	[%]	73,5	○
gemittelter Abscheidegrad $PM_{2,5}$	[%]	92,1	+ +
– Winter (zwei Messungen)			
gemittelter Abscheidegrad PM_{10}	[%]	77,2	○
gemittelter Abscheidegrad $PM_{2,5}$	[%]	91,3	+ +

Prüfkriterium	Ergebnis		Bewertung*
Ammoniak (kontinuierlich gemessen, jeweils 2 Mastdurchgänge) [2]			
– Sommer, Abscheidegrad gemittelt aus Halbstundenmittelwerten	[%]	77,9	○
– Winter, Abscheidegrad gemittelt aus Halbstundenmittelwerten	[%]	78,8	○
N-Bilanzierung, N-Entfrachtung			
– Sommer (1. und 2. Durchgang)			
Wiederfindungsrate	[%]	95,9	+ +
N-Entfrachtung	[%]	75,7	○
– Winter (1. und 2. Durchgang)			
Wiederfindungsrate	[%]	95,6	+ +
N-Entfrachtung	[%]	76,7	○
Aerosolaustrag			
– Sommer (4 Messungen), anorganisches Aerosol, gemittelt	[mg/m³]	0,17	k.B.
– Winter (4 Messungen), anorganisches Aerosol, gemittelt	[mg/m³]	0,05	k.B.
Verbrauchsmessungen (Mittelwerte pro Tag bzw. pro Tierplatz und Jahr)			
Frischwasserverbrauch			
– Sommer			
Frischwasserverbrauch	[m³/d] / [m³/(TP · a)]	2,42 / 0,03	k.B.
Frischwasserverbrauch [3]	[m³/(TP · a)]	0,03	k.B.
– Winter			
Frischwasserverbrauch	[m³/d] / [m³/(TP · a)]	1,17 / 0,01	k.B.
Frischwasserverbrauch [3]	[m³/(TP · a)]	0,01	k.B.
Abschlämmvolumen (Sommer / Winter)			
– Abschlämmrate bei leitfähigkeitsgesteuerter Abschlämmung [4]	[l/d]	120	k.B.
– Abschlämmrate bei Abschlämmung nach jedem Durchgang	[l/d]	247	k.B.
Säureverbrauch (bezogen auf 96 % Schwefelsäure)			
– Sommer			
Säureverbrauch	[kg/d] / [kg/(TP · a)]	18,2 / 0,19	k.B.
Säureverbrauch [3]	[kg/(TP · a)]	0,14	k.B.
– Winter			
Säureverbrauch	[kg/d] / [kg/(TP · a)]	10,6 / 0,11	k.B.
Säureverbrauch [3]	[kg/(TP · a)]	0,08	k.B.
Elektrischer Energieverbrauch (Mittelwerte pro Tag bzw. pro Tierplatz und Jahr)			
Abluftreinigung (Pumpen)			
– Sommer			
Energieverbrauch ARA	[kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	112,6 / 1,19	k.B.
Energieverbrauch ARA [3]	[kWh/(TP · a)]	1,37	k.B.
– Winter			
Energieverbrauch ARA	[kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	97,6 / 1,03	k.B.
Energieverbrauch ARA [3]	[kWh/(TP · a)]	1,22	k.B.
Ventilatoren			
Sommer			
Ventilatoren	[kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	33,0 / 0,35	k.B.
Ventilatoren [3]	[kWh/(TP · a)]	0,23	k.B.
– Winter			
Ventilatoren	[kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	21,4 / 0,23	k.B.
Ventilatoren [3]	[kWh/(TP · a)]	0,15	k.B.

Fortsetzung auf Seite 4

Fortsetzung von Tabelle 1, Seite 3

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung*
Betriebsverhalten		
Technische Betriebssicherheit	Es kam (bis auf einen Pumpenausfall) zu keinen nennenswerten Störungen am System während des Untersuchungszeitraumes.	+
Haltbarkeit	Es wurde kein nennenswerter Verschleiß während den Messperioden festgestellt.	+
Handhabung		
Betriebsanleitung	Die Betriebsanleitung ist ausführlich, übersichtlich und mit Erklärung der durchzuführenden Wartungen und der automatischen Steuerung. Die Beschreibung der Anlage wird durch Fotos unterstützt.	+
Bedienung	Die Anlage läuft im bestimmungsgemäßen Betrieb vollautomatisch, bei Wartungsvertrag erfolgt zweimal im Jahr eine gründliche Kontrolle durch den Hersteller. Der Betreiber muss die Anlagensteuerung täglich kontrollieren.	○
Wartung	Ein Wartungsvertrag zwischen Hersteller und Betreiber wird dringend empfohlen (die geforderten Wartungen sind im Rahmen von Werkswartungen abgegolten). Optional ist eine Fernüberwachung der Anlage durch den Hersteller möglich. Spätestens bei Erreichen von 150 mS/cm im Waschwasser ist die Reinigung der Waschwasservorlage vorzunehmen. Die Filterwand muss nach jedem Durchgang gereinigt werden.	○
Reinigung der gesamten Anlage	Die Reinigung der Filterwände muss nach jedem Durchgang, die Waschwasservorlage muss spätestens bei Erreichen von 150 mS/cm durch den Betreiber durchgeführt werden. Das Wasserbecken, sowie Düsen und Filterwände werden mittels Hochdruckreiniger gesäubert. Eine automatische Wäsche von Teilbereichen der Anlage wird vom Hersteller zusätzlich angeboten.	○
Füllkörperwechsel	Laut Hersteller ist bei sorgfältigem Umgang kein Wechsel des Filtermaterials notwendig.	k. B.
Arbeitszeitbedarf für		
– tägliche Kontrollen	ca. 5 Minuten pro Tag	○
– wöchentliche Kontrollen	ca. 35 Minuten pro Woche	○
– Reinigung (Grundreinigung)	beträgt bei manueller Reinigung zwischen 3 und 4 Stunden und bei automatisierter Reinigung zwischen 1 und 2 Stunden	○
Dokumentation		
Technische Dokumentation	Anforderungen erfüllt	+
Elektronisches Betriebstagebuch	Anforderungen erfüllt	+
Sicherheit		
Arbeitssicherheit	bestätigt durch DPLF (Deutsche Prüf-und Zertifizierungsstelle für Land- und Forsttechnik)	k. B.
Feuersicherheit	ist nicht gefordert	k. B.
Umweltsicherheit		
Geräuschemission	Es ist kein erhöhter Schalldruckpegel durch die Abluftreinigungsanlage feststellbar.	○
Entsorgung	Eine pflanzenbedarfsgerechte Verwertung des Waschwassers mit der Gülle ist empfehlenswert. Die Pflicht der Entsorgung obliegt dem Betreiber (vgl. S. 15). Entsorgung sonstiger Anlagenteile durch anerkannte Verwertungsbetriebe, entsprechend den gesetzlichen Vorgaben.	○
Gewährleistung		
Herstellergarantie/Gewährleistung	2 Jahre (nicht auf Verschleißteile)	k. B.

* Bewertungsbereich: + + / + / ○ / – / – – (○ = 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 PM_{10} bewirken. Die Partikelfraktion $PM_{2,5}$ ist von diesem Effekt weniger betroffen. Daher wird für diese Partikelfraktion ein höherer Abscheidegrad berechnet als für die Fraktion PM_{10}.

[2] Betrachtung aller Abscheidewerte ab dem 13. Masttag (Start des Wäschers), wobei nur die NH_3-Rohgaskonzentrationen ≥ 3,0 ppm berücksichtigt wurden; der Betrieb des Wäschers muss am 7. Masttag starten

[3] Die erhobenen Daten sind unter Berücksichtigung der Servicezeiten (7,5 Durchgänge im Jahr) und unter Berücksichtigung der tatsächlichen Wäscherlaufzeit (35 Tage pro Mast) berechnet wurden. Nur der Stromverbrauch der Ventilation wurde unter Berücksichtigung der gesamten Mast (42 Tage pro Mast) errechnet.

[4] Berechnung bei 150 mS/cm und 75 % Abscheidegrad NH_3

Hersteller und Anmelder

Anisol GmbH
Varnhorn 39
D-49429 Visbek

Produkt:
Abluftreinigungsanlage ASA1

Kontakt:
Telefon: +49 (0)4445 9571410
Telefax: +49 (0)4445 961092
Georg.Hermes@Anisol.de

Beschreibung und Technische Daten

Die Abluftreinigungsanlage ASA1 der Fa. Anisol ist ein im Druckbetrieb betriebenes, einstufiges, chemisch arbeitendes System zur Reinigung der Abluft aus eingestreuten Hähnchenmastställen. Hierbei können die Emissionen aus der Schwermast (Besatzdichte 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 dem Kontakt von Staub und Ammoniak an einer mit pH von ≤ 3,5 berieselten Filterwand.

Die Abluft aus dem Stallgebäude wird über die komplette Giebelseite abgesaugt und in die Druckkammer geblasen. Dort trifft die Abluft auf ein senkrecht stehendes Prallblech, an dem die Abluft nach oben und unten abgelenkt wird und sich gleichmäßiger im Raum verteilt. Zudem werden hierdurch grobe Partikel vorabgeschieden. Im Anschluss gelangt die Abluft direkt in die Filterwand, welche mit pH ≤ 3,5 kontinuierlich bedüst wird. Hierzu dienen jeweils zwei Düsenstränge vor und hinter der Filterwand. Die unteren Düsenstränge sind nach dem Start des Wäschers immer aktiv. Die oberen Düsenstränge werden automatisch bei höherer Luftrate zugeschaltet. Durch die Bedüsung im Gleich- und Gegenstromverfahren wird die Abluft zusätzlich mit Wasser benetzt. Das Umlaufwasser wird über Umwälzpumpen der Wasservorlage entnommen.

Pro Filterwandseite ist eine Pumpe installiert. Nach dem Waschvorgang gelangt die gereinigte Abluft durch einen Tropfenabscheider in die Umgebung. Der Tropfenabscheider dient der Abscheidung von stickstoffhaltigen Aerosolen, die nicht in die Umgebung gelangen dürfen. Zudem sollen Feuchtigkeitsverluste minimiert werden. Von den eingesetzten Ventilatoren sind zwei Ventilatoren (D= 920 mm) frequenzgeregelt um die Mindestluftrate nach Einstallung der Tiere abzuleiten. Vier Ventilatoren (D = 1.380 mm) werden bei höherem Luftbedarf ungeregelt einzeln zugeschaltet. Die Filterwand ist mit einer vollautomatischen Wickelfolie verdeckt, welche sich je nach Luftbedarf öffnet und schließt. Der Druckverlust der Filterwand wird ständig überwacht. Wenn sich der Druckverlust aufgrund höheren Luftbedarfs erhöht, öffnet sich die Folie über ein Rollmechanismus. Auf diese Weise wird sowohl der Druckverlust als auch die Filterflächenbelastung immer konstant gehalten. Der Druckverlust über die Filterwand wird durch Öffnen und Schließen der Wickelfolie immer auf 20 Pa, der Druckverlust über den Tropfenabscheider immer auf 10 Pa geregelt.

Das Wasservorlagebecken muss spätestens bei einer elektrischen Leitfähigkeit von 150 mS/cm entleert und gereinigt werden. Aus hygienischen Gründen kann es jedoch erforderlich sein, die Wasservorlage nach jedem Mastdurchgang zu reinigen. Hier sind die entsprechenden Veterinärämter im Vorfeld zu befragen. Das Wasservorlagebecken hat ein Gesamtfassungsvermögen von etwa 12 m³ und befindet sich teilweise vor und teilweise hinter der Filterwand. Über eine Säuredosiertechnik wird Säure in das Prozesswasser zudosiert. Das Umlaufwasser wird ab dem Wäscherstart solange im Kreis geführt, bis die Tiere ausgestallt werden. Um eine sichere Ammoniakabscheidung über 70 % zu gewährleisten, darf die Leitfähigkeit nicht über 150 mS/cm betragen. Wird dieser Wert während eines Mastdurchganges erreicht, muss über eine Abschlämmpumpe automatisch eine Wassermenge aus der Wasservorlage entnommen werden, um den Leitwert im Prozesswasser wieder abzusenken. Die entnommene Wassermenge wird mit Frischwasser wieder aufgefüllt. Da es durch den Wäscherbetrieb zu erhöhten Wasserverdunstungen kommt, müssen beide Werte im elektronischen Betriebstagebuch (EBTB) hinterlegt

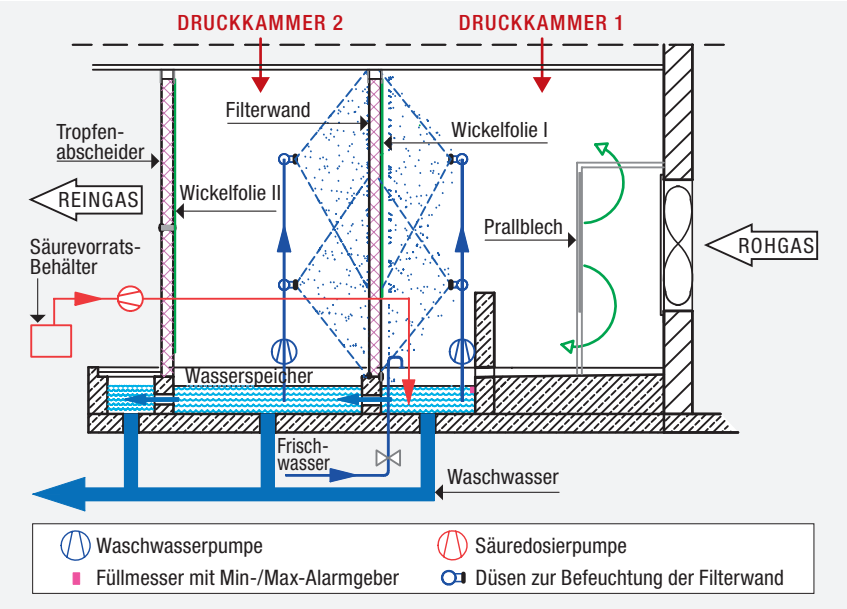


Bild 2:
Schematische Darstellung des 1-stufigen Chemowäschers ASA1

werden. Der Wasserstand im Wasservorlagenbecken wird über einen Füllstandsensor kontrolliert, der auch die eingesetzten Umwälzpumpen vor dem Trockenlaufen schützt.

Zu Sicherstellung der in Tabelle 1 beschriebenen Abscheideleistungen ist es erforderlich, dass die Abluftreinigungsanlage spätestens ab dem 7. Masttag kontinuierlich betrieben wird. Um im Einzelfall von dieser Regelung abzuweichen, ist der Einsatz von Zusatzeinrichtungen (z.B. Wärmetauscher) notwendig.

Es muss sichergestellt sein, dass immer mindestens 70 % der maximal zu installierenden Sommerluftrate bezogen auf die TierSchNutztV (4,5 m³/(kg Lebendgewicht · h)) durch die Abluftreinigungsanlage zu fördern ist.

Bei Luftraten > 70 % der Auslegungsluftrate (Endmastbedingungen im Sommer und hohen Außentemperaturen) darf ein Teilstrom über Notventilatoren in die Umgebung 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. Verschleißteile sind von Garantieansprüchen ausgenommen.

Tabelle 2:
Wichtige verfahrenstechnische Parameter der Abluftreinigungsanlage ASA1

Merkmal	Ergebnis / Wert	
Beschreibung		
Einstufiger Chemowäscher mit permanenter Berieselung, Tropfenabscheider und Prallblech		
Eignung		
Reinigung von Abluft aus der Hähnchenschwermast mit eingestreutem Strohgranulat durch Minderung von Staub und Ammoniak		
Dimensionierungsparameter Referenzanlage, Maßangaben Füllkörper		
Prallblech		
– Länge / Höhe / Tiefe	[m / m / m]	14,60 / 1,50 / 0,01
Filterwand		
– Länge / Höhe / Tiefe	[m / m / m]	10,80 / 3,20 / 0,12
– max. Anströmfläche / min. Anströmfläche / Filtervolumen	[m²] / [m²] / [m³]	34,56 / 1,10 / 4,15
– minimale Verweilzeit bei Sommerluftraten	[sek]	0,1
– maximale Anströmgeschwindigkeit	[m/sek]	1,15
– maximale Filterflächenbelastung [1]	[m³/(m² h)]	4.138
– maximale Filtervolumenbelastung [1]	[m³/(m³ h)]	34.481
Tropfenabscheider		
– Länge / Höhe / Tiefe	[m / m / m]	10,80 / 3,20 / 0,12
– max. Anströmfläche / min. Anströmfläche / Filtervolumen	[m²] / [m²] / [m³]	34,56 / 1,10 / 4,15
– minimale Verweilzeit bei Sommerluftraten	[sek]	0,1
– maximale Anströmgeschwindigkeit	[m/sek]	1,15
– maximale Filterflächenbelastung [1]	[m³/(m² h)]	4.138
– maximale Filtervolumenbelastung [1]	[m³/(m² h)]	34.481
Abstände der Verfahrensstufen		
– Abstand Filterwand-Tropfenabscheider	[m]	2,0
– Abstand Ventilatorwand–Prallblech	[m]	0,87
– Abstand Prallblech–Filterwand	[m]	2,13
Berieselung (kontinuierlich)		
Filterwand (Vorderseite)		
– Berieselungsmenge Winter / Sommer	[m³/h]	35,7 / 65,6
– Berieselungsdichte Winter / Sommer	[m³/(m² h)]	1,56 / 1,90
– spezifische Düsenanzahl	[Stck/m²]	0,64
– Düsenanzahl	[Stck]	22
Filterwand (Rückseite)		
– Berieselungsmenge Winter / Sommer	[m³/h]	30,5 / 53,1
– Berieselungsdichte Winter / Sommer	[m³/(m² h)]	1,36 / 1,54
– spezifische Düsenanzahl	[Stck/m²]	0,64
– Düsenanzahl	[Stck]	22

Merkmal	Ergebnis / Wert	
Abschlämmung		
– Fassungsvermögen Waschwasservorlagebecken vor Filterwand	[m³]	3,96
– Fassungsvermögen Waschwasservorlagebecken nach Filterwand	[m³]	7,92
– Abschlämmrate bei 150 mS/cm	[m³/d]	0,120
– spezifische Abschlämmrate bei 150 mS/cm	[m³/(TP · a)]	0,001
– Abschlämmrate am Referenzbetrieb	[m³/DG]	12,0
– pH-Wert der Waschwasservorlage	[–]	≤ 3,5
– maximale Leitfähigkeit im Kreislaufwasser	[mS/cm]	150
Referenzbetrieb für durchgeführte Messungen (Masthähnchen-Betrieb und Vorfang)		
– Tierplätze	[Stck]	34.500
– Stallnutzfläche	[m²]	1.460
– maximale Besatzdichte im Stall	[kg/m²]	39,00
– Maximal-Lebendgewicht Vorfang/Endmast	[kg]	1,6 / 2,6
– maximale Sommerluftrate gemäß TierSchNutztV [2]	[m³/h]	244.000
– max. inst. Abluftrate der Abluftreinigungsanlage bei 50 Pa	[m³/h]	174.000
– max. inst. Luftleistung im Stall bei 50 Pa	[m³/h]	248.000
– maximaler Druckverlust Filterwand (bei 134.000 m³/h Abluft)	[Pa]	20
– maximaler Druckverlust Tropfenabscheider (bei 134.000 m³/h Abluft)	[Pa]	15
– maximaler Gesamtdruckverlust ARA+Stall (bei 134.000 m³/h Abluft) [3]	[Pa]	50
– Anzahl der Lüfter	[Stck]	6
– Anzahl der Notlüfter [4]	[Stck]	2

[1] Die angegebene Filterflächen- und Filtervolumenbelastung bezieht sich auf den maximal gemessenen Luftvolumenstrom am Referenzbetrieb. Aufgrund von messtechnisch bedingten Druckverlusten an den Abluftventilatoren konnte die maximal installierte Luftleistung nicht erreicht werden.

[2] Die Angabe gilt für den Kurzmastbetrieb. Um am Referenzbetrieb Schwermastbedingungen zu simulieren, wurden die Tiere bei etwa 1,6 kg vorgefangen.

[3] Im Praxisbetrieb kommen bei hohen Sommerluftraten noch die Druckverluste durch die Querschnittsverengung der Ventilatoren hinzu. Für die großen Ventilatoren (D= 1.380 mm) kann mit 30 Pa und für die kleinen Ventilatoren (D= 920 mm) mit etwa 40 Pa gerechnet werden.

[4] Notlüfter laufen nur bei hohen Außentemperaturen und in der Endmastphase. Am Referenzbetrieb kamen die Notlüfter auch im Sommer nicht zum Einsatz.

Die Methode

Die Messungen wurden an einer Referenzanlage in Visbek 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 34.500 Masthähnchen eingestallt. Als Einstreu wurde Strohgranulat in einer Menge von 600 g/m² einmalig und ausschließlich während der Aufzuchtphase verwendet. Die Frischluft strömte über Zuluftventile, die an der beiden Längsseiten des Stallgebäudes angeordnet waren in das Stallgebäude ein und wurde aus dem Tierbereich mithilfe von Abluftventilatoren abgesaugt. Die Lüftungstechnik wurde gemäß der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) mit 4,5 m³/h pro kg Lebendgewicht der Tiere ausgelegt. Bei einer Stallnutzfläche von 1.460 m² und einem maximalen Mastendgewicht von 39 kg/m² (Schwermast) müssten theoretisch eine Luftleistung von 256.230 m³/h installiert werden. Da der Stall ursprünglich nur für 35 kg/m² (Leichtmast) ausgelegt war, sind nur 244.000 m³/h installiert. Um Schwermastbedingungen im Stall zu simulieren, wurde der Vorfang früher durchgeführt (bei etwa 1,6 kg Lebendgewicht) und es wurden mehr Tiere vorgefangen. Der Stall ist mit sechs Ventilatoren ausgerüstet, welche insgesamt 174.000 m³/h leisten. Diese Lüfter sind giebelseitig angeordnet, wobei zwei kleinere Lüfter (D= 920 mm) mittig angeordnet sind und frequenzgeregelt werden. An der Außenseite der Giebelwand befinden sich vier ungeregelte Lüfter (D= 1.380 mm), welche symmetrisch zueinander angeordnet sind und bei erhöhtem Luftbedarf zugeschalten werden. Zusätzlich sind noch zwei Notlüfter mit einer Gesamtleistung von 74.000 m³/h installiert. Der Stall wurde mit einem kalkulierten Druckverlust von 50 Pa ausgelegt und nach dem Unterdruckprinzip zwangsgelüftet.

Die DLG fordert einen einheitlichen Betriebsbeginn des Wäschers spätestens ab dem 7. Masttag in der Hähnchenmast, sofern keine Zuluftkonditionierungsmaßnahmen vorhanden sind (z.B. Wärmetauscher).

Die Abluft aus dem Stall wurde über die gesamte Giebelseite abgesaugt und direkt auf ein Prallblech geführt. Dieses Prallblech diente dazu, die Abluft gleichmäßiger verteilt auf die Filterwand zu schicken.

Durch eine vorgeschaltete Bedüsungseinrichtung wurde die Abluft im Gleichstromprinzip vorbefeuchtet und durch die Filterwand geführt. Im Anschluss tritt die Abluft aus der Filterwand aus, wird durch eine nachgeschaltete Bedüsungseinrichtung zusätzlich im Gegenstromprinzip befeuchtet und verlässt den Wäscher anschließend über einen Tropfenabscheider. Dieser diente zur Reduzierung von Feuchtigkeitsverlusten und zur Abscheidung von stickstoffhaltigen Aerosolen aus der chemischen Wäsche. Die Abluftreinigungsanlage wurde im Druckprinzip (Abluftventilatoren vor dem Wäscher) gefahren und so zertifiziert.

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

Nach fast jedem Mastdurchgang wurde das Wasservorlagebecken mit einem Gesamtinhalt von etwa 12 m^3 komplett entleert und gereinigt. Im Anschluss an die erste Sommermessung wurde das Waschwasser in der Wasservorlage belassen, um in der zweiten Sommermessung auf natürlichem Wege höhere Leitfähigkeiten im Prozesswasser zu simulieren. Zusätzlich wurde noch schrittweise mit Ammoniumsulfat künstlich aufgesalzt. Die Umwälzpumpen befüllen die Befeuchtungsleitungen der Vor- und Nachbedüsung. Die Abschlämmpumpe kann während des Mastdurchganges bei Überschreitung des zertifizierten maximalen Leitwertes von 150 mS/cm eine definierte Wassermenge aus dem Prozesswasser in einen externen Abschlämmbehälter abführen. Hierbei werden ca. 25 % der Waschwasservorlage abgeschlämmt.

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

- Tiergewichte (installierte Tierwaage) und Tierzahlen (Stallbuch)
- Frischwasser- und elektrischer Energieverbrauch (Zählerstände)
- 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 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 gewählt. Die Feinstaubbestimmung (PM_{10} und $PM_{2,5}$) erfolgte nach VDI-Richtlinie 2066, Blatt 10 und 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 und wurde daher abweichend von der DIN EN 13284-1 durchgeführt. Die Auswertung erfolgte über die gravimetrische Bestimmung der Staubbeladung.

Nach aktuellem DLG-Prüfrahmen darf ein Abscheide-Wert von 70 % nicht unterschritten werden. Dies gilt für Gesamtstaub, sowie auch für Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$.

Ammoniak

Die Ammoniakmessungen im Roh- und Reingasbereich erfolgten über den gesamten Untersuchungszeitraum kontinuierlich mit einem Gasmet FTIR-Analysator in Anlehnung an die KTBL-Schrift 401 und die DIN EN 15483, wobei die Messungen mittels Messzelle durchgeführt wurden. Parallel dazu wurden an Messtagen pro Durchgang im Sommer und Winter Gasproben in Waschflaschen genommen und nach VDI 3496-1 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 (TierSchNutztV) 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 als NH_3-Aerosole über Tropfenabriss aus den Filterwänden der Abluftreinigungsanlage ausgetrieben und vom Abluftstrom mitgerissen. So gelangt der ursprünglich abgeschiedene 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 Aerosolaustrag 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 Probelösungen wurde photometrisch bestimmt. Laut aktuellem Prüfrahmen sind zur Zeit keine Grenzwerte festgesetzt.

N-Bilanz, N-Entfrachtung

Die Stickstoffabscheidung der Abluftreinigungsanlage wurde über eine N-Bilanzierung unter Berücksichtigung der Ammoniakfrachten (im Roh- und Reingas), des Aerosolaustrages sowie der im Waschwasser gelösten anorganischen Stickstoffverbindungen jeweils zweiwöchig während beider Sommer- und Wintermessungen verifiziert. Nach der Bilanzphase der zweiten Sommermessungen wurden zusätzlich das Reinigungsabwasser und die Schwimmschicht auf anorganische Stickstoffverbindungen analysiert. Zur Bestimmung der N-Entfrachtung wird die entnommene anorganische N-Masse mit der rohgasseitig eintretenden N-Fracht ins Verhältnis gesetzt.

Bei dem chemisch arbeitenden Wäschersystem ASA1 der Firma Anisol kann die Bildung von Nitrit und Nitrat im Prozesswasser vernachlässigt werden. Weitere gasförmige Stickstoffverbindungen lagen in ihren Konzentrationen unterhalb ihrer 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 Abschlämmwassers bekannt und dessen Düngewert quantifiziert wird.

Die N-Entfrachtung gibt an, wieviel Stickstoff dem System mit dem Waschwasser - im Verhältnis zum Stickstoffeintrag über das Rohgas - in handhabbarer Form entzogen werden kann. Eine unzureichende N-Entfrachtung kann z.B. auf eine nicht vollständige Erfassung der Abschlämmung oder auf eine Leckage hindeuten. Denkbar wären auch weitere Prozesse, die zur Ausfällung von Stickstoffverbindungen in der Abluftreinigungsanlage führen.

Gemäß dem DLG-Prüfrahmen muss die N-Bilanz (N-Wiederfindungsrate) und die N-Entfrachtung innerhalb der Stickstoffbilanz während der Sommer- und Wintermessung jeweils ≥ 70 % betragen.

Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung

Der Verbrauch von Frischwasser und elektrischer Energie wurde über die Erfassung der entsprechenden Zählerstände bestimmt. Der Säureverbrauch in der Prüfungsphase wurde mittels eines geeigneten Wägesystems (Kraftaufnehmer bzw. Wägezelle) ermittelt. Zur Dokumentation der Umgebungsbedingungen wurden während der Messungen die Außen- und Stalltemperaturen erfasst.

Als Verbrauchswerte sind zum einen Tagesmittelwerte angegeben, die auf die gesamte Mastperiode bezogen sind. Die angegebenen Jahresdurchschnittswerte beziehen sich auf die maximale Tierplatzzahl im Stall (34.500 Tiere). Zusätzlich sind noch Jahresmittelwerte angegeben, die auf 7,5 Durchgänge (DG) im Jahr und auf die tatsächliche Wäscherlaufzeit (ca. 245 Tage im Jahr) bezogen sind.

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

Betriebssicherheit und Haltbarkeit

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

Betriebsanleitung, Handhabung, Arbeitszeitbedarf und Wartungsaufwand

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

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

Beim Wartungsaufwand werden die Serviceintervalle sowie deren Pflichtenlisten beurteilt.

Dokumentation

Im elektronischen Betriebstagebuch sind generell folgende Parameter als Halbstundenmittelwerte zu erfassen

- Druckverlust über die Anlage
- Luftdurchsatz in m³/h
- Pumpenlaufzeit (Umwälzung, Abschlämmung)
- Berieselungsintervalle und -menge
- Gesamtfrischwasserverbrauch an der Anlage
- Absolute Abschlämmmenge
- 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 ASA1 der Firma Anisol überprüft.

Umweltsicherheit

Der Prüfungsbereich Umweltsicherheit umfasste eine Beurteilung eventueller, für den Anlagenbetrieb nötiger Betriebsstoffe wie z.B. Säure und der stofflichen Verwertung anfallender Betriebsabfälle, wie z.B. das abgeschlämmte Wasser sowie der Demontage und Entsorgung von Anlagenteilen. Zudem wird die Lagerung von Chemikalien und die Korrosionsbeständigkeit der Anlagenteile geprüft.

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.

Staub

In der ersten Wintermessung wurden vier Gesamtstaub und eine Feinstaubmessung (PM_{10}/ $PM_{2,5}$) durchgeführt, wobei jede dieser Messung durch eine Doppelbestimmung verifiziert wurde. In der zweiten Wintermessung wurden drei Gesamtstaub- und eine Feinstaubmessung durchgeführt. In der ersten Sommermessung wurden drei Gesamtstaub und eine Feinstaubmessung durchgeführt, in der zweiten Sommermessung wurden vier Gesamtstaubmessungen und eine Feinstaubmessung durchgeführt, wobei die letzte Gesamtstaubmessung wieder über eine Doppelbestimmung verifiziert wurde.

Aus Tabelle 3 geht hervor, dass in den beiden Wintermessungen durchschnittlich 86,9 % (1. Mastdurchgang) und 80,2 % (2. Mastdurchgang) an Gesamtstaub abgeschieden wurde. In den Sommermessungen wurden im Mittel 80,3 % (1. Mastdurchgang) und 76,4 % (2. Mastdurchgang) an Gesamtstaub abgeschieden. Der mittlere Abscheidegrad bei Feinstaub PM_{10} lag bei 77,2 % im Winter und bei 73,5 % im Sommer. Die Abscheidung hinsichtlich der Feinstaubfraktion $PM_{2,5}$ lag im Winter bei 91,3 % und im Sommer bei 92,1 %.

Durch die ausreichende Bedüsung der Filterwand kann der einstufige Chemowäscher ASA1 der Firma Anisol die Mindestanforderungen hinsichtlich Staub von 70 % in der Hähnchenschwermast sicherstellen.

Die Anzahl der Düsen für den Waschprozess ist abhängig von der Länge des Wäschers. Pro laufenden Meter wird eine Düse installiert, am Standort der Referenzanlage in Visbek mit einer Wäscherlänge von 10,8 m wurden elf Düsen in jeweils zwei Düsensträngen installiert (jeweils auf der Roh- und Reingasseite). Bezogen auf die Filterfläche sind dies 0,64 Stck/m². Die Düsen müssen hierbei so angebracht werden, dass die Sprühkegel komplett überlappen. Eine Berieselungsdichte von 1,95 m³/(m²·h) auf der Anströmseite und 1,54 m³/(m²·h) auf der Rückseite müssen mindestens eingehalten werden. Die verfahrenstechnischen Parameter sind Tabelle 2 zu entnehmen.

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

Ammoniak

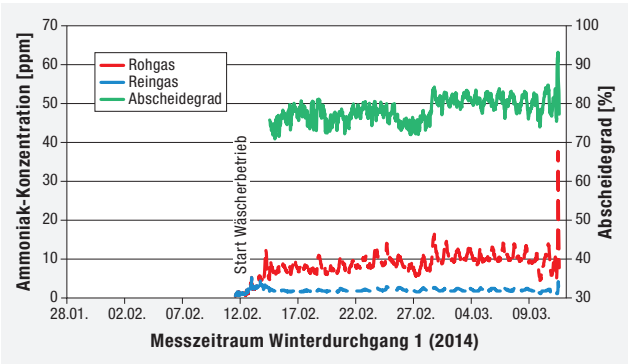
Im Rohgasbereich wurden im Winter Konzentrationen zwischen 4 und 20 ppm gemessen. Kurzzeitig wurden in der zweiten Wintermessung maximal 30 ppm erreicht. Gründe hierfür sind Verkrustungen in der Einstreu, die vom Betreiber aufgerissen wurden und so kurzzeitig mehr Ammoniak in den Stallbereich freigesetzt haben. Im Sommer lag die Spannbreite der NH_3-Rohgaskonzentration fast immer zwischen 5 und 20 ppm, nur in der zweiten Sommermessung wurden vom Betreiber die auch wieder Verkrustungen im Einstreubereich zugunsten der Fußballengesundheit in Teilbereichen des Fußbodens aufgelockert. Auf diese Weise wurden Anfang September 2014 für zwei bis drei Tage kurzzeitig 35 ppm erreicht. Die regelmäßige Überprüfung der NH_3-Konzentrationen auf Tierhöhe mittels Dräger-Röhrchen ergab keine Auffälligkeiten.

Die Anforderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, die eine maximale Konzentration von 20 ppm Ammoniak auf Tierhöhe zulässt, wurde bis auf Einzelfälle während der Winter- und Sommerbedingungen immer eingehalten.

Eine Bewertung der NH_3-Abscheidung erfolgt erst ab einer Konzentration von ≥ 3,0 ppm, da die Messunsicherheit eine einwandfreie Bewertung unterhalb dieses Wertes nicht ermöglicht.

Aufgrund weniger Ausfälle (Stromausfall, defekte Umwälzpumpe) und der relativ hohen Rohgaskonzentrationen standen für beide Winter- und beide Sommermessungen jeweils immer über 1.000 gültige Wertepaare zur Auswertung zur Verfügung.

In Bild 3 sind die Ammoniak-Konzentrationen und der Abscheidegrad jeweils für ein Mastdurchgang im Winter und Sommer dargestellt. Während in der dargestellten Wintermessung ein nahezu konstanter Verlauf zu sehen ist, kam es in der dargestellten Sommermessung zu einem Ausfall einer Umwälzpumpe (31.08. bis 03.09. 2014) und zu einem Stromausfall (07.09. bis 09.09.), wobei in diesem Zeitraum keine Messdaten akquiriert werden konnten.



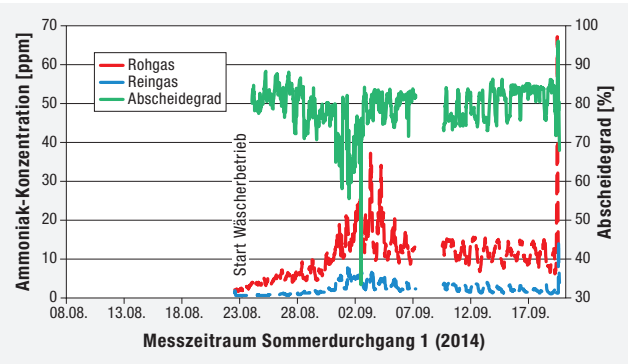


Bild 3:
Abscheidegrad und Verlauf der Ammoniak-Konzentration im Roh- und Reingas

Tabelle 3:
Messergebnisse zur Emissionsmessung (Staub) der Abluftreinigungsanlage ASA1

Wintermessungen		**Mastdurchgang 1**				**Mastdurchgang 2**		
Datum		**14.02.14** [1]	**20.02.14** [1]	**27.02.14** [1]	**06.03.14** [1]	**10.04.14**	**17.04.14**	**24.04.14**
Masttag		**17**	**23**	**30**	**37**	**26**	**33**	**40**
Umgebungs- und Randbedingungen [2]								
rel. Außenluftfeuchte	[% rF]	93	87	88	82	70	61	80
Umgebungstemperatur	[°C]	4,8	9,0	7,0	6,2	14,4	13,9	16,4
Rohgas- / Reingasfeuchte	[% rF]	82 / 100	74 / 100	84 / 100	80 / 100	72 / 100	65 / 97	79 / 96
Rohgas- / Reingastemperatur	[°C]	22,8 / 20,8	23,4 /20,6	22,3 / 18,9	21,5 / 18,7	25,5 / 22,8	23,3 / 20,0	22,3 / 20,8
Tieranzahl im Stall	[Stck]	33.282	33.164	33.069	21.484	32.615	21.003	20.797
Durchschnittl. Tiergewicht	[kg]	0,612	1,041	1,565	2,25	1,182	1,641	2,392
Luftvolumenstrom gesamt	[m³/h]	16.400	24.400	33.900	34.400	35.600	34.900	56.000
Druckverlust Wäscher	[Pa]	34	35	31	30	31	32	33
Druckverlust Stall und Wäscher [3]	[Pa]	39	42	41	43	40	41	42
Gesamtstaub (normiert)								
Konzentration Rohgas	[mg/m³]	5,17	10,58	9,15	6,55	10,37	6,17	3,8
Konzentration Reingas	[mg/m³]	0,29	1,47	1,42	1,15	1,34	1,51	0,84
Abscheidegrad	[%]	94,4	86,1	84,5	82,4	87,1	75,5	77,9
Feinstaub (normiert)								
Rohgas $PM_{10}/PM_{2,5}$	[mg/m³]	– –	– –	– –	1,99 / 0,61	– –	– –	1,68/0,37
Reingas $PM_{10}/PM_{2,5}$	[mg/m³]	– –	– –	– –	0,42 / 0,04	– –	– –	0,41/0,04
Abscheidegrad $PM_{10}/PM_{2,5}$	[%]	– –	– –	– –	78,9 / 93,4	– –	– –	75,6 / 89,2
Sommermessungen		**Mastdurchgang 1**			**Mastdurchgang 2**			
Datum		**15.07.14**	**22.07.14**	**28.07.14**	**27.08.14**	**04.09.14**	**11.09.14**	**18.09.14** [1]
Masttag		**25**	**32**	**38**	**19**	**27**	**34**	**41**
Umgebungs- und Randbedingungen [2]								
rel. Außenluftfeuchte	[% rF]	58	61	82	44	59	71	65
Umgebungstemperatur	[°C]	22,4	27,1	22,8	22,3	25,0	18,2	21,2
Rohgas- / Reingasfeuchte	[% rF]	66 / 95	62 / 96	81 / 97	55 / 91	68 / 95	70 / 95	72 / 95
Rohgas- / Reingastemperatur	[°C]	26,5 / 23,0	27,6 / 22,4	24,1 / 22,8	27,1 / 21,5	25,6 / 22,2	24,4 / 20,2	25,1 / 22,7
Tieranzahl im Stall	[Stck]	32.535	21.663	20.895	32.862	32.762	21.630	21.319
Durchschnittl. Tiergewicht	[kg]	1,127	1,623	2,051	0,775	1,305	1,764	2,532
Luftvolumenstrom gesamt	[m³/h]	60.700	119.200	127.000	48.700	123.300	77.600	116.100
Druckverlust Wäscher	[Pa]	31	34	33	34	36	32	34
Druckverlust Stall und Wäscher [3]	[Pa]	42	49	53	44	48	43	60
Gesamtstaub (normiert)								
Konzentration Rohgas	[mg/m³]	8,53	1,9	2,74	6,69	4,69	4,78	5,44
Konzentration Reingas	[mg/m³]	1,73	0,3	0,66	1,8	1,26	1,23	1,05
Abscheidegrad	[%]	79,7	85,3	75,9	73,1	73,1	74,3	80,7
Feinstaub (normiert)								
Rohgas $PM_{10}/PM_{2,5}$	[mg/m³]	– –	– –	1,38 / 0,79	– –	– –	1,89 /0,93	– –
Reingas $PM_{10}/PM_{2,5}$	[mg/m³]	– –	– –	0,33 / 0,04	– –	– –	0,55 / 0,1	– –
Abscheidegrad $PM_{10}/PM_{2,5}$	[%]	– –	– –	76,1 / 94,9	– –	– –	70,9 / 89,2	– –

[1] Doppelbestimmung bei der Gesamtstaubmessung (Werte gemittelt)

[2] Daten wurden zum Zeitpunkt der Staubmessung erhoben, die Tiergewichte wurden dem Stallbuch entnommen

[3] Daten wurden ohne Einfluss der Querschnittsverengung am Abluftkamin erhoben, in der Praxis können hier im Sommer bis zu 30-40 Pa hinzukommen

Während des Messzeitraumes wurde zudem festgestellt, dass eine Ammoniak-Abscheidung von mindestens 70 % nur erreicht werden kann, wenn die Sprührichtung der nachgeschalteten Düsengruppe in Richtung der Filterwand sprüht.

Der Anstieg der NH_3-Konzentrationen am Ende der Mastperiode (Bild 3) sind durch Ausstallung und Entmistungsvorgänge zu begründen. Aufgrund der Freisetzung von Ammoniak aus dem Einstreu und Kotresten stieg in diesem Zeitraum die Rohgaskonzentration teilweise über 60 ppm an.

In Tabelle 4 sind die Ammoniakfrachten während der Entmistung nach der ersten Wintermessung und der zweiten Sommermessung dargestellt. Aus den vorliegenden Messdaten ist ersichtlich, dass auch bei hohen Ammoniakfrachten eine sichere Abscheidung über 70 % sichergestellt werden kann.

Eine wirkungsvolle Ammoniak-Abscheidung bei eingestreuten Hähnchenschwermastverfahren und ordnungsgemäßem Betrieb ist somit bei den beschriebenen Betriebsbedingungen sichergestellt (Tabelle 5). Die Verwendung einer ausreichend großen Säurevorlage (z.B. IBC-Container mit 1.500 bis 1.800 kg) 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 statt und sind als Ergebnisse in Tabelle 6 zusammengefasst. In der Wintermessung lag der gemittelte Austrag bei 0,05 mg pro Normkubikmeter, in der Sommermessung bei 0,17 mg pro Normkubikmeter. Der durchschnittliche Volumenstrom während der Aerosolmessung im Winter lag bei 38.000 m³/h, im Sommer bei 107.000 m³/h.

N-Bilanz und N-Entfrachtung

Die Stickstoffabscheidung der einstufig chemisch arbeitenden Abluftreinigungsanlage wurde über eine N-Bilanzierung unter Berücksichtigung der Ammoniakfrachten (im Roh- und Reingas), des anorganischen 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.

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der N-Bilanzierung und der N-Entfrachtung dargestellt. Die N-Bilanz (N-Wiederfindungsrate) lag in der Wintermessperiode gemittelt bei 95,6 % und im Sommermesszeitraum bei 95,9 %. Somit ist die Mindestanforderung von ≥ 70 % deutlich erreicht. Die N-Entfrachtung wurde im Winter mit durchschnittlich 75,7 % erzielt. Im Sommer lag die N-Entfrachtung bei 76,7 %. Somit wurde die Mindestanforderung nach DLG-Prüfrahmen mit ≥ 70 % erreicht.

Da nach dem ersten Sommerdurchgang kein Wasserwechsel stattfand, kam es zu einer Anreicherung von Stickstoff im System (Ablagerungen, Schwimmschichtbildung etc.), die nicht eindeutig den einzelnen Sommerdurchgängen zugeordnet werden konnten. Um die Bilanz erstellen zu können, wurden beide Sommer-Bilanzen rechnerisch zusammengelegt und nur die tatsächlichen Laufzeiten des Wäschers berücksichtigt.

Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung

Die im Prüfbericht in Tabelle 1 angegebenen Verbrauchswerte sind Tagesdurchschnittswerte und Jahresverbrauchswerte. Diese Werte sind so zu verstehen, dass diese Verbräuche auf die eigentliche Mastperiode (vom ersten bis zum letzten Masttag) umgerechnet wurden. Um die Praxis näher darzustellen, sind zudem noch Jahresmittewerte angegeben, die sich auf die tatsächliche Wäscherlaufzeit beziehen. Da der Wäscher nur etwa 260 Tage im Jahr im Betrieb ist, fallen diese Verbrauchswerte meist etwas niedriger aus. Die Jahresverbrauchsdaten sind immer auf die maximale Tierplatzzahl (34.500 Tiere) bezogen.

Wasserverbrauch

Um die Wasserverluste durch Abschlämmung und Verdunstung auszugleichen, muss Frischwasser in das System zugeführt werden. Nach nahezu jedem Mastdurchgang wurde der Wasservorlagenbehälter abgeschlämmt und nach einer Reinigung wieder neu befüllt. Lediglich nach der ersten Sommermessung wurde das Altwasser im Vorlagebehälter belassen um für die weitere Messung einen höheren Salzgehalt im Waschwasser zu simulieren. Die verdunstete Wassermenge, die durch den Betrieb der Abluftreinigung entsteht, wurde diskontinuierlich mit Frischwasser ausgeglichen. Der Frischwasserverbrauch muss im elektronischen Betriebstagebuch (EBTB) hinterlegt werden.

In den beiden Wintermessungen wurden durchschnittlich 1,17 m³/d an Frischwasser verbraucht, dies entspricht einem Jahresverbrauch von 0,01 m³/(TP · a). Während der Sommermessung wurden 2,42 m³/d bzw. 0,03 m³/(TP · a) verbraucht. Zusätzlich zu diesen Wassermengen fallen noch diejenigen Mengen an, die zur Reinigung der Filterwände bzw. des Wasservorlagebeckens benötigt werden. An Reinigungswasser fallen laut Hersteller ca. 14,5 m³ pro Jahr an.

Wenn man nach jedem Mastdurchgang eine Grundreinigung durchführen würde, würden pro Mastdurchgang ca. 12 m³ plus Reinigungswasser anfallen. Da die Abluftreinigungsanlage ASA1 der Firma Anisol bis zu einer maximalen Leitfähigkeit von 150 mS/cm zertifiziert wurde, kann rechnerisch von einer mittleren Abschlämmenge von 0,120 m³/d ausgegangen werden. Hierbei liegen die Emissionsfaktoren für Geflügel und der mittlere NH_3-Abscheidegrad von 75 % zu Grunde. Abschlämmrate und Leitfähigkeit müssen im EBTB abgespeichert werden.

Die Messdaten sind komplett in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 4:
Ammoniakfrachten zu Entmistungszeiten an der ASA1 am 11.03.2014 (Winter) und 19.09.2014 (Sommer)

	Rohgas NH_3	Reingas NH_3	Abscheidung	Volumenstrom RB 1	Fracht Roh	Fracht Rein
	[ppm]	[ppm]	[%]	[m³/h]	[g/h]	[g/h]
Winter						
Minimum	11,7	1,1	77,3	3.150	26	2
Maximum	37,7	2,6	93,2	30.350	809	55
Mittelwert	18,6	2,2	87,0	27.250	373	45
Sommer						
Minimum	12,3	1,4	89,1	1.530	13	2
Maximum	50,1	9,8	80,4	56.800	2.013	394
Mittelwert	34,5	5,5	85,0	38.640	979	158

Tabelle 5:
Messergebnisse zur Emissionsminderung für Ammoniak und verfahrenstechnische Daten während der Sommer- und Wintermessung (ausgewählte Tagesmittelwerte) an der ASA1 [A]

		Winter		Sommer	
		10.03.14	21.04.14	26.07.14	18.09.14
Lüftungsrate	[m³/h]	42.600	38.100	95.200	81.500
aktive Filterfläche	[m²]	17,5	15,9	30,3	27,9
Strömungsgeschwindigkeit [1]	[m/s]	0,68	0,67	0,87	0,81
Verweilzeit [1]	[sek]	0,18	0,18	0,14	0,15
Füllkörperflächenbelastung [1]	[m³/(m² · h)]	2.434	2.396	3.137	2.917
Füllkörpervolumenbelastung [1]	[m³/(m³ · h)]	20.282	19.963	26.141	24.312
minimale Berieselungsdichte Anströmseite [1,2]	[m³/(m² · h)]	2,58	1,60	2,21	2,01
minimale Berieselungsdichte Rückseite [1,2]	[m³/(m² · h)]	2,14	1,94	1,70	1,73
Ammoniak Rohgas [3]	[ppm]	9,7	10,5	11,1	10,4
Ammoniak Reingas [3]	[ppm]	1,8	1,8	2,2	1,9
Abscheidegrad Ammoniak [3]	[%]	81,3	82,7	80,5	82,1

[1] berechnete Werte [2] die angegebenen Berieselungsdichten wurden am Messtag mindestens erreicht
[3] es wurden nur Wertepaare berücksichtigt, bei denen die Reingaskonzentrationen mindestens bei 1,0 ppm lagen

Tabelle 6:
Bestimmung des Aerosolaustrags während der Messphasen an der ASA1

Messzeitraum		Winter		Sommer	
		Durchgang 1	Durchgang 2	Durchgang 1	Durchgang 2
Konzentration NH_3-N	[mg/m³]	0,05	0,05	0,32	0,01
Mittelwert	[mg/m³]	0,05		0,17	

Tabelle 7:
Messergebnisse (N-Bilanzierung und Waschwasserzusammensetzung) der Abluftreinigungsanlage ASA1 während den Winter- und Sommermessungen

Messzeitraum		Winter		Sommer*
		Durchgang 1	Durchgang 2	Durchgang 1 und 2
NH_3-N Rohluft Eintrag	[kg]	50,0	89,7	605,2
NH_3-N Reinluft Austrag	[kg]	10,7	16,5	580,2
Differenz	[kg]	39,4	73,3	25,0
Ammonium-N	[g/l]	0,17 bis 6,95		1,0 bis 27,20
pH-Wert	[–]	3,0 bis 3,5		3,3 bis 3,5
Leitfähigkeit	[mS/cm]	0 bis 45		0 bis 140
$N_{anorg.}$-Kreislaufwasser	[kg]	38,1	67,6	464,1
Wiederfindungsrate N-Bilanz	[%]	97,5	93,6	95,9
N-Entfrachtung	[%]	76,2	75,3	76,7

* Die Bilanzen beider Sommermessungen wurden zusammen betrachtet und auf den aktiven Wäscherzeitraum angerechnet. Hierbei wurden auch Ablagerungen und Schwimmschichten untersucht. Die hohen Einträge in das System wurden durch künstliche Aufsalzungen mit Ammoniumsulfat erreicht.

Berichtigung für [A]: Korrektur der berechneten Werte in Tabelle 5 aufgrund der Stellung der Wickelfolie und der damit verbundenen aktiven Filterfläche.

Verbrauch an elektrischer Energie

Der größte elektrische Verbraucher an der Abluftreinigungsanlage sind die kontinuierlich betriebenen Umwälzpumpen. Im Stallbereich sind die Abluftventilatoren die größten Verbraucher, welche aufgrund des zusätzlichen Druckverlustes des Abluftreinigungssystems größer dimensioniert sein müssen als bei reiner Stallentlüftung ohne Abluftreinigung. Der Stromverbrauch der von der DLG und der Emissionsmessstelle eingesetzten Messtechnik (z.B. Heizleitung, Durchflusszähler, etc.) wurden separat erfasst.

Die Stromverbräuche der Abluftreinigung (Umwälzpumpen, Dosierpumpe etc.) lagen während der gesamten Messphase auf einem ähnlichen Niveau. Im Winter wurden im Mittel ca. 97,6 kWh/d bzw. 1,03 kWh/(TP · a) verbraucht, im Sommer etwa 112,6 kWh/d bzw. 1,19 kWh/(TP · a). In der ersten Wintermessung wurden die Umwälzpumpen zwar bei einem etwas höheren Pumpendruck (ca. 0,1 bar) betrieben, allerdings lief der obere Düsenstrang im Winter so gut wie nie, was den geringeren Verbrauch im Vergleich zum Sommer ausmachte.

In den Wintermessungen wurden gemittelt 21,4 kWh/d bzw. 0,23 kWh/(TP · a) über die Lüftung verbraucht. Im Sommer wurde ein Verbrauch von 33,0 kWh/d bzw. 0,35 kWh/(TP · a) erreicht, was durch die höheren Luftraten im Sommer begründet werden konnte. Der Stromverbrauch der Abluftreinigungsanlage wird im EBTB gespeichert.

Aufgrund der Einbausituation der DLG-Messtechnik während des Messzeitraumes wurde vor allem im Sommer ein zusätzlicher Druckverlust (maximal bis zu 20 Pa) an der Lüftung hervorgebracht. Der Stromverbrauch im Praxisbetrieb könnte somit etwas niedriger ausfallen.

Sonstige Verbrauchswerte

Zur Gewährleistung der sicheren Funktion wurde an der Anlage eine automatische Säuredosierung betrieben. Die Einrichtung der Säuredosierung ist für den ordnungsgemäßen Betrieb zwingend erforderlich. Mit dieser Säuredosierung wurde der pH-Wert im Waschwasser bzw. in der Filterwand geregelt. Der pH-Wert im Prozesswasser muss hierbei auf ≤ 3,5 eingestellt werden. Während der Wintermessung wurden 10,6 kg/d bzw. 0,11 kg/(TP · a) an 96 %iger Schwefelsäure verbraucht. Im Sommer lag der Verbrauch bei 18,2 kg/d bzw. 0,19 kg/(TP · a). An der Referenzanlage in Visbek wurden 25 l-Gebinde eingesetzt. Es empfiehlt sich aber im Praxisbetrieb der Einsatz größerer Gebinde (z.B. IBC-Container, 1.500-1.800 kg), um den Aufwand beim Austausch der Säurebehälter zu minimieren.

Eine sichere Anlagenfunktion mit den dargestellten Wirkungsgraden ist nur mit einer ordnungsgemäß betriebenen pH-Wert-Regelung (≤ 3,5) möglich.

Weitere Additive wurden an der Referenzanlage in Visbek nicht zugegeben.

Der Einsatz von Säure muss (z.B. über Einkaufsbelege) nachgewiesen werden.

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 erschien, soweit während der Prüfungsdauer zu beobachten war, ausreichend dauerhaft. Der Unterbau und die Seitenwände der Anlage waren aus säurebeständigen Beton hergestellt.

Der Unterbau ist nicht Gegenstand der Abluftreinigungsanlage und wird von einem Subunternehmen aufgestellt. Es wird dem Betreiber dringend empfohlen, den notwendigen Betonschutzanstrich über eine Fachfirma ausführen zu lassen um eine Gewährleistung zu erhalten.

Betriebsanleitung, Handhabung, Arbeitszeitbedarf und Wartungsaufwand

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

Zur Bedienung der Anlage ist es 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 Betriebsdaten, der Steuerung und der Funktionssicherheit (z.B. Sprühbild) und eine wöchentliche Kontrolle der gesamten Abluftreinigungsanlage 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/Wartungsbericht aufgeführt. In den regelmäßigen Wartungsüberprüfungen werden die Ammoniakkonzentrationen im Roh- und Reingas, die Druckmessung und die Pumpendrücke erfasst. Zusätzlich wird die pH-Wert-Messeinrichtung kalibriert und die pH-Wert-Verteilung über die Beckenlänge gemessen. Der Zustand der Filtermaterialien und der Pumpen werden kontrolliert und das elektronische Betriebstagebuch wird überprüft.

Die pH-Wert-Sensoren und die Leitfähigkeitsmesser müssen vor Start des neuen Mastdurchganges vom Betreiber kalibriert werden. Die Kalibrierung ist im EBTB mit Datum und Uhrzeit zu hinterlegen. Ohne eine nachgewiesene Kalibrierung ist ein Betrieb der Anlage nicht möglich.

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 USB-Schnittstelle ausgelesen und in ein gängiges Tabellenprogramm überführt werden. Eine detaillierte Darstellung der aufgezeichneten Daten findet sich in Tabelle 8.

Tabelle 8:
Erfüllung der Anforderungen an das elektronische Betriebstagebuch

	voll erfüllt	teilw. erfüllt	nicht erfüllt	Bemerkungen
Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage	X			elektronische Differenzdruckdosen in jedem Reinigungsbereich zur Ermittlung des Druckverlustes über die Abluftreinigungsanlage
Luftdurchsatz ARA	X			Aufzeichnung und Speicherung des Luftvolumenstromes in m³/h, Berechnung über Lüfterkennlinie
Laufzeit Notlüfter	X			es können die Laufzeiten von bis zu maximal acht Notlüftern einzeln abgespeichert werden
Pumpenlaufzeit für 2 Umwälzpumpen	X			ergibt sich aus den gespeicherten Werten für Pumpendruck und Stromverbrauch der Pumpen
Berieselungsintervalle und Berieselungsmenge		X		Anhand der Pumpenkennlinie kann die Berieselungsmenge über den Frequenzumformer ermittelt und gespeichert werden.
Gesamtfrischwasserverbrauch des Wäschers	X			wird mithilfe eines Wasserzählers protokolliert
Abgeschlämmte Wassermenge	X			wird über die Füllmenge der Wasservorlage gespeichert
Roh- und Reingastemperatur	X			beide Temperaturen werden mittels Pt1000 aufgezeichnet
Sprühbildkontrolle	X			gehört zu den regelmäßigen Kontrollen und muss ins manuelle Betriebstagebuch eingeschrieben werden
Wartungs-und Reparaturzeiten	X			gehören zu den regelmäßigen Kontrollen und werden ins manuelle Betriebstagebuch eingetragen
Einhalten des pH-Wertes und der Leitfähigkeit im Waschwasser	X			werden mittels pH-Wert-Sonde und Leitfähigkeitsmesser erfasst und gespeichert
Kalibrierung der pH-Wert-Sensoren und der Leitfähigkeit	X			wird im elektronischen Betriebstagebuch abgespeichert
Nachweis Säureverbrauch	X			wird über ein geeignetes Messsignal der verwendeten Säurepumpe weitergegeben und gespeichert
Stromverbrauch	X			sowohl der Stromverbrauch der Abluftreinigungsanlage als auch der Stromverbrauch der Lüftung wird über Stromzähler aufgezeichnet und gespeichert

Umweltsicherheit

Das abgeschlämmte Prozesswasser aus dem Wasservorlagebecken (pH-Wert ≤ 3,5) muss in einem separaten Abschlämmbehälter zwischengelagert werden. Der Lagerzeitraum richtet sich nach der aktuellen Düngemittelverordnung, die den Lagerzeitraum von Flüssigmist vorschreibt. Die Zulaufleitung in den Abschlämmbehälter und der Lagerbehälter selbst müssen für das Abschlämmwasser geeignet sein. Hier ist länderspezifisch die Verwaltungsvorschrift für wassergefährdende Stoffe (Ammoniumsulfat, ASL) einzuhalten. Unmittelbar vor Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen kann das Abschlämmwasser außerhalb des Stalles mit Flüssigmist gemischt und nach ordnungsgemäßer landwirtschaftlicher Praxis ausgebracht werden. Die Zusammensetzung und Schwankungsbreite des Waschwassers geht aus Tabelle 7 hervor.

Da es sich bei dem im Einsatz befindlichen Stoffen um wassergefährdende Stoffe im Sinne des Wasserhaushaltsgesetztes (WHG) handelt, müssen entsprechende Anforderungen eingehalten werden. Hierbei sind länderspezifische Anforderungen, z. B. Anlagenverordnung wassergefährdender Stoffe (VAwS) zu beachten.

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

Sicherheitsaspekte

Das Schwefelsäuregebinde muss entweder auf einer Auffangwanne stehen oder es muss ein doppelwandiger Behälter verwendet werden. Der Behälter muss trocken untergebracht und problemlos ausgetauscht werden können.

Die Arbeitssicherheit des beschriebenen Abluftwäschers ASA1 der Firma Anisol wurde durch die Deutsche Prüf-und Zertifizierungsstelle für Land- und Forsttechnik (DPLF) begutachtet und bewertet. Gegen die Verwendung der Anlage bestehen aus arbeitssicherheitstechnischer Sicht keine Bedenken.

Fazit

Die Abluftreinigungsanlage ASA1 der Firma Anisol GmbH eignet sich zur Emissionsminderung von Staub und Ammoniak aus dem Abluftstrom eingestreuter Hähnchenschwermastanlagen bei Auslegung der Lüftung nach TierSchNutztV und bei Einhaltung der beschriebenen verfahrenstechnischen Parametern zur Abscheidung von Ammoniak (Abscheidegrad ≥ 70 %) und zur Abscheidung von Staub (Abscheidegrad ≥ 70 %). Die gemittelten Ergebnisse aller Messungen liegen bei der Ammoniakabscheidung bei 78,3 %, bei der Staubabscheidung 80,9 % (Gesamtstaub), 75,4 (PM_{10}) und 91,7 % ($PM_{2,5}$).

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

Messinstitut

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

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 LK Cloppenburg

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*

* Berichterstatter

Die DLG

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

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

Die DLG organisiert die weltweit führenden Fachausstellungen für die Land- und Ernährungswirtschaft. Sie hilft so moderne Produkte, Verfahren und Dienstleistungen zu finden und der Öffentlichkeit transparent zu machen.

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

Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel

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

Als mehrfach akkreditiertes und EU-notifiziertes Prüflabor bietet das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel Landwirten und Praktikern mit den anerkannten Technik-Tests und DLG-Prüfungen wichtige Informationen und Entscheidungshilfen bei der Investitionsplanung für Agrartechnik und Betriebsmittel.

13-455
© 2015, 2017 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!