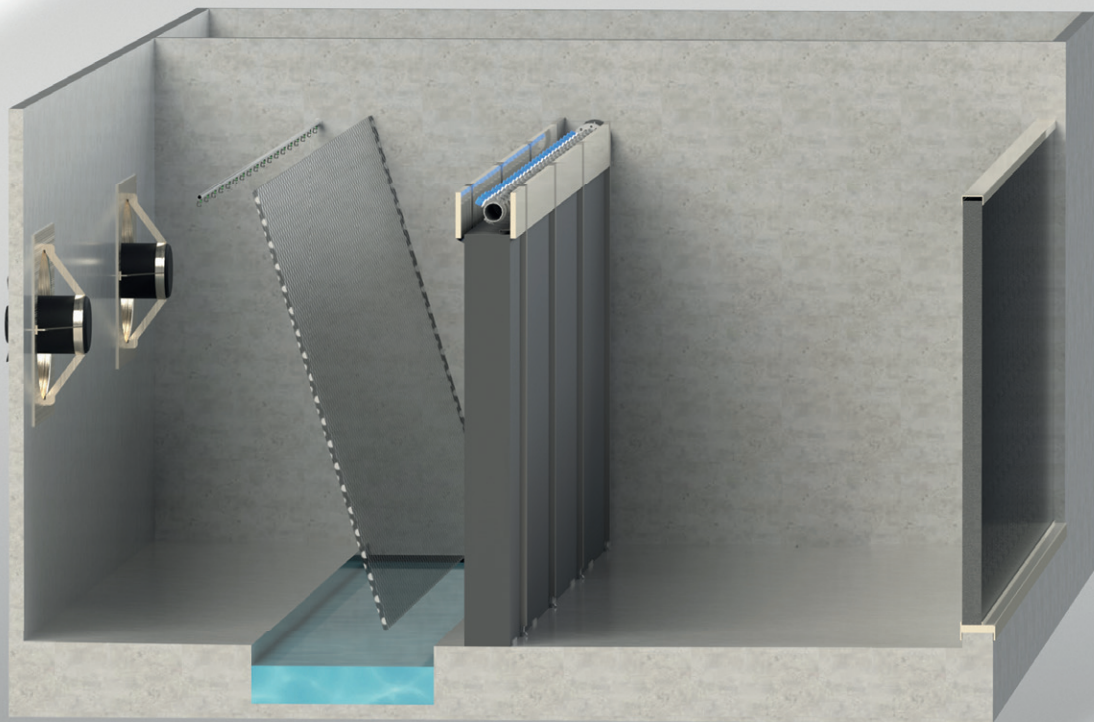


**INNO+ BV** <sup>[1]</sup>

# 1-stufige Abluftreinigungsanlage mit Tropfenabscheider

für die Hähnchenschwermast



[1] Aktualisierung Vertrieb



Testzentrum  
Technik und Betriebsmittel

[www.DLG-Test.de](http://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 Tiergerechtigkeit 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 entspre-

chenden Prüfrahen 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 die „1-stufige Abluftreinigungsanlage“ der Firma Inno+ BV auf seine Eignung zur Emissionsminderung von Staub und Ammoniak aus dem Abluftstrom eingestreuter Masthähnchenverfahren geprüft.

Grundlage für die Prüfung ist eine Auslegung der Lüftungsanlage nach Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, die einen Abluftvolumenstrom von  $4,5 \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{Lebendgewicht} \cdot \text{h})$  vorsieht. Beim DLG SignumTest sind die im Prüfrahen beschriebenen Emissionsminderungen von mindestens 70 % für Gesamtstaub, Feinstaub  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2,5}$  und Ammoniak, einzuhalten.

Die Anforderungen der Ammoniak-, Gesamt- und Feinstaubminderungen wurden mit diesem System sicher eingehalten und übertroffen.

Eine Bioaerosolabscheidung wurde nicht zertifiziert. [2]

[2] Hinweis auf Prüfbericht 6307 entfällt

## Beurteilung – kurz gefasst

Die 1-stufige Abluftreinigungsanlage der Firma Inno+ BV ist ein einstufiger, chemisch arbeitender Abluftwäscher zur Abscheidung von Staub und Ammoniak aus eingestreuten Hähnchenmaststallungen mit Schwermastverfahren.

Die Abluft wird über Ventilatoren aus dem Tierbereich abgesaugt und in die Waschstufe befördert. Diese besteht zunächst aus einer leicht diagonal gespannten Lochfolie (Prallfolie) zur groben Staubabscheidung, welche mit Frischwasser diskontinuierlich berieselt wird. Im Anschluss daran strömt die Abluft durch die eigentliche Reinigungsstufe. Diese besteht aus einer 46 cm dicken Filterwand, die permanent mit Waschwasser  $\text{pH} \leq 4,0$  über Rohrleitungen berieselt wird. Die Druckkammer wird zudem im Bodenbereich mit Waschwasser gespült um staubhaltige Ablagerungen im Bodenbereich der Druckkammer zu verhindern. Nach dem Durchströmen der Filterwand gelangt die Abluft über einen Tropfenabscheider in die Umwelt. Der

Tropfenabscheider wird bei Bedarf manuell mit einem Additiv gereinigt, um Schimmelpilzbildung zu verhindern. [3]

Die Abluftreinigungsanlage wurde zusammen mit einem Luft-Luft-Wärmetauscher Typ „exchange“ der Firma Reventa betrieben. Der Einsatz des Wärmetauschers ist vor allem im Winter sinnvoll. Zulässig ist der Einsatz zudem nur zu Beginn der Mast.

In der Prüfung erreichte die Abluftreinigungsanlage eine Ammoniak-Mindestabscheidung von 93,1 % im Sommer. Die Gesamtstaubabscheidung lag im Sommer bei mindestens 74,9 %. Die N-Entfrachtung erreichte im Sommer einen Wert von 82,2 %.

Um einen DLG-Test erfolgreich abschließen zu können, müssen die Mindestanforderungen erfüllt werden. Im realen Testbetrieb werden die Anforderungen oft übertroffen. Die dargestellten Daten zur Mindestabscheidung geben die untere Grenze des Vertrauensbereiches an (Mittelwert minus Standardabweichung).

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Erläuterung zur Darstellung in Tabelle 1: Da in den beiden Wintermessungen an einigen Messtagen die Staubabscheidung unzureichend war, wurde in den darauffolgenden Sommermessungen die Filterwanddicke von 30 cm auf 46 cm erhöht. Die in Tabelle 1 dargestellten Werte der Wintermessungen erfüllen nicht die DLG-Mindestanforderungen und haben nur orientierenden Charakter. Aufgrund der höheren Filterdicke im Sommer kann davon ausgegangen werden, dass die Abscheideleistungen auch im Winter erbracht werden.

[3] Aktualisierung/Wegfall Schlammseparation

Tabelle 1:  
Ergebnisse der Emissionsmessungen nach Start des Wäschers<sup>[1]</sup>

Prüfkriterium	Ergebnis			Bewertung*
<b>Emissionsmessungen</b> (DLG-Mindestanforderungen im Winter nicht erreicht)				
<b>Gesamtstaub</b> (gravimetrisch, insgesamt 18 Einzelmessungen) <sup>[2]</sup>				
– Winter <sup>[3]</sup> , Abscheidegrad (Minimum/Maximum)	[%]	52,5-98,2		k.B.
– Sommer, gemittelter Abscheidegrad	[%]	81,4		+
– Sommer, Mindestabscheidegrad <sup>[4]</sup>	[%]	74,9		○
<b>Feinstaub</b> (gravimetrisch, insgesamt 24 Einzelmessungen) <sup>[2]</sup>				
– Winter <sup>[3]</sup> , Abscheidegrad (Minimum/Maximum) PM <sub>10</sub>	[%]	50,8-90,6		k.B.
– Winter <sup>[3]</sup> Abscheidegrad (Minimum/Maximum) PM <sub>2,5</sub>	[%]	86,6-96,2		k.B.
– Sommer, gemittelter Abscheidegrad PM <sub>10</sub>	[%]	83,2		+
– Sommer, Mindestabscheidegrad PM <sub>10</sub> <sup>[4]</sup>	[%]	77,1		○
– Sommer, gemittelter Abscheidegrad PM <sub>2,5</sub>	[%]	96,6		++
– Sommer, Mindestabscheidegrad PM <sub>2,5</sub> <sup>[4]</sup>	[%]	95,8		++
<b>Ammoniak</b> (kontinuierlich gemessen, jeweils 2 Mastdurchgänge) <sup>[2]</sup>				
– Winter <sup>[3]</sup> , Abscheidegrad gemittelt aus Halbstundenmittelwerten	[%]	94,3		k.B.
– Winter <sup>[3]</sup> , Mindestabscheidegrad <sup>[4]</sup>	[%]	87,5		k.B.
– Sommer, Abscheidegrad gemittelt aus Halbstundenmittelwerten	[%]	94,9		++
– Sommer, Mindestabscheidegrad <sup>[4]</sup>	[%]	93,1		++
<b>N-Entfrachtung</b> <sup>[2]</sup>				
– Winter <sup>[3]</sup> (1. Durchgang)	[%]	87,9		k.B.
– Sommer (1. Durchgang)	[%]	82,2		+
<b>Aerosolaustrag</b>				
– Sulfat (als Aerosol)	[mg/m <sup>3</sup> ]	0,49		k.B.
<b>Verbrauchsmessungen ARA</b> (Mittelwerte pro Tag bzw. pro Tierplatz und Jahr)				
<b>Frischwasserverbrauch</b>				
– Winter	[m <sup>3</sup> /d]	1,25	[m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,02 k.B.
– Winter <sup>[5]</sup>			[m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,01 k.B.
– Sommer	[m <sup>3</sup> /d]	1,65	[m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,02 k.B.
– Sommer <sup>[5]</sup>			[m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,02 k.B.
<b>Abschlämmvolumen</b>				
– Abschlämmrate bei leitfähigkeitsgesteuerter Abschlämmung <sup>[6]</sup>	[m <sup>3</sup> /d]	0,17	[m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,002 k.B.
– Abschlämmrate bei Wasserwechsel nach jedem Durchgang	[m <sup>3</sup> /d]	0,41	[m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,005 k.B.
– zusätzliches Wasser für regelmäßige Filterreinigung	[m <sup>3</sup> /DG]	5,5		k.B.
<b>Säureverbrauch</b> (bezogen auf 96 %ige-Schwefelsäure)				
– Winter	[kg/d]	4,64	[kg/(TP · a)]	0,06 k.B.
– Winter <sup>[5]</sup>			[kg/(TP · a)]	0,04 k.B.
– Sommer	[kg/d]	6,27	[kg/(TP · a)]	0,08 k.B.
– Sommer <sup>[5]</sup>			[kg/(TP · a)]	0,06 k.B.
<b>Verbrauch Anti-Pilz-Mittel</b>				
– Winter	[kg/DG]	9,9		k.B.
– Sommer	[kg/DG]	9,9		k.B.
<b>Elektrischer Energieverbrauch</b>				
<b>Abluftreinigung</b> (Pumpen)				
– Winter	[kWh/d]	42,5	[kWh/(TP · a)]	0,56 k.B.
– Winter <sup>[5]</sup>			[kWh/(TP · a)]	0,40 k.B.
– Sommer	[kWh/d]	62,6	[kWh/(TP · a)]	0,83 k.B.
– Sommer <sup>[5]</sup>			[kWh/(TP · a)]	0,60 k.B.
<b>Ventilatoren</b> (stallspezifisch)				
– Winter	[kWh/d]	49,4	[kWh/(TP · a)]	0,65 k.B.
– Winter <sup>[5]</sup>			[kWh/(TP · a)]	0,56 k.B.
– Sommer	[kWh/d]	95,4	[kWh/(TP · a)]	1,26 k.B.
– Sommer <sup>[5]</sup>			[kWh/(TP · a)]	1,09 k.B.

<b>Betriebsverhalten</b>		
Technische Betriebssicherheit	Während der Messungen traten Störungen an der Anlagensteuerung auf, die u.a. zu Fehlern bei der Säuredosierung führten. Diese wurden mit einem Software-Update abgestellt. Die sichere Anlagenfunktion wurde in einem weiteren Durchgang nachgewiesen.	+
Haltbarkeit	Es wurde kein nennenswerter Verschleiß während der Versuchsperioden festgestellt.	+
<b>Handhabung</b>		
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 mindestens einmalig im Jahr eine gründliche Kontrolle durch den Hersteller. Der Betreiber muss die Anlagensteuerung täglich kontrollieren.	○
	Die Anlage muss kontinuierlich betrieben werden.	
Wartung	Ein Wartungsvertrag zwischen Hersteller und Betreiber wird seitens des Herstellers dringend empfohlen (die geforderten Wartungen sind im Rahmen von Werkswartungen abgegolten). Optional ist eine Fernüberwachung der Anlage durch den Hersteller möglich.	○
Reinigung der gesamten Anlage	Nach jedem Mastdurchgang ist eine Reinigung aller Filterwände durch den Betreiber durchzuführen. Die Wasservorlage ist nach jedem Durchgang, spätestens aber bei Erreichen von 70 mS/cm zu wechseln. Es wird jedoch empfohlen, die Wasservorlage aufgrund von geruchsbildenden Prozessen im Wasser während der Servicezeiten nach jedem Durchgang zu wechseln.	○
	Das Wasserbecken sowie Düsen und Filterwände werden mittels Hochdruckreiniger gesäubert.	
Füllkörperwechsel	Laut Hersteller ist bei quasikontinuierlichem Betrieb ohne längere Stillstandszeiten kein Wechsel des Füllkörpermaterials notwendig.	k. B.
<b>Arbeitszeitbedarf</b>		
für tägliche Kontrollen	ca. 1 Minute (mit Fernzugriff)	+
	ca. 5 Minuten (ohne Fernzugriff)	○
für wöchentliche Kontrollen	ca. 5 Minuten (mit Fernzugriff)	+
	ca. 35 Minuten (ohne Fernzugriff)	○
Reinigung	etwa 2 Stunden (abhängig von der Anlagengröße)	○
<b>Dokumentation</b>		
Technische Dokumentation	Anforderungen erfüllt	+
Elektronisches Betriebstagebuch	Anforderungen erfüllt	+
<b>Sicherheit</b>		
Arbeitssicherheit	bestätigt durch DPLF (Deutsche Prüf- und Zertifizierungsstelle für Land- und Forsttechnik)	k.B.
Feuersicherheit	ist nicht gefordert	k.B.
<b>Umweltsicherheit</b>		
Entsorgung	Eine pflanzenbedarfsgerechte Verwertung des Waschwassers ist zulässig. Die Pflicht der Verwertung obliegt dem Betreiber.	○
	Entsorgung sonstiger Anlagenteile durch anerkannte Verwertungsbetriebe.	
<b>Gewährleistung</b>		
Herstellergarantie	2 Jahre Garantie auf bewegte Teile; 5 Jahre Gewährleistung auf Gebäude (gilt nicht für Verschleißteile und Verbrauchsmaterialien)	k.B.

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

- [1] An der Referenzanlage wurde der Wäscher zwischen 8. und 13. Masttag gestartet (abhängig vom Betrieb des integrierten Wärmetauschers).
- [2] Aufgrund von Rohgasdurchbrüchen und einer dünneren Filterwand wurde die Mindestanforderung von  $\geq 70\%$  (Gesamtstaub, Feinstaub) im Winter nicht dauerhaft erreicht. Aus diesem Grund konnte auch Ammoniak und N-Entfrachtung in den Wintermessungen nicht anerkannt werden. Im Sommer konnten nach Optimierungsarbeiten die Mindestanforderungen immer übertroffen werden.
- [3] Abscheidegrade nicht dauerhaft gewährleistet
- [4] Der angegebene Wert errechnet sich aus dem Mittelwert abzüglich der Standardabweichung und kann zur Beschreibung der Mindestabscheidung herangezogen werden (siehe Testergebnisse im Detail).
- [5] Die Angaben beziehen sich auf 7,5 Durchgänge im Jahr und Wäscherstart ab dem 7. Masttag mit Ausnahme des Ventilatorstromverbrauchs, der sich auf den kompletten Mastzeitraum bezieht.
- [6] Die Angabe ist berechnet und bezieht sich auf eine  $\text{NH}_3$ -Reinigungsleistung von 95 % und einer automatischen Abschlämmung bei 70 mS/cm.

# Das Produkt

## Hersteller und Vertrieb [4]

Inno+ B.V.  
Maasbreeseweg 50  
NL-5981 NB Panningen

Produkt:  
1-stufige Abluftreinigungsanlage  
mit Tropfenabscheider für  
die Hähnchenschwermast

Kontakt:  
Telefon +31(0)7746 57360  
Fax +31(0)7746 57361  
info@inno-plus.nl  
www.inno-plus.nl

## Beschreibung und Technische Daten

Die 1-stufige Abluftreinigungsanlage der Fa. Inno+ BV ist ein im Überdruck betriebenes, einstufiges, chemisch arbeitendes System zur Reinigung der Abluft aus eingestreuten Hähnchenmastställen. Hierbei kön-

nen die Emissionen aus der Schwermast (Besatzdichte bis zu 39 kg/m<sup>2</sup>) 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  $\leq 4,0$  permanent berieselten Filterwand mit einer Wandstärke von 46 cm.

Die Abluft aus dem Stallgebäude wird über die komplette Giebelseite abgesaugt und in die Druckkammer geblasen. Dort trifft die Abluft auf eine im stumpfen Winkel installierte Lochfolie, an der die Abluft umgelenkt sowie eine gleichmäßigere Durchströmung des Nassabscheiders erreicht wird. Durch diesen Effekt wird die Abluft von grobem Staub befreit. Durch die diskontinu-

ierliche Bewässerung der Folie mit Frischwasser wird der Staub abgewaschen. Im Anschluss gelangt die Abluft direkt in die Filterwand, welche mit  $\text{pH} \leq 4,0$  kontinuierlich berieselt wird.

Die Berieselung über Rohrleitungen ist so angeordnet, dass eine homogene Bewässerung der Filterelemente gewährleistet werden kann. Das Umlaufwasser wird über Umlazpumpen der Wasservorlage entnommen. Die große spezifische Oberfläche der Filterwand dient zur Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen Stallabluft und Prozesswasser mit dem Ziel, Ammoniak und Staub abzuscheiden. Nach dem Waschvorgang gelangt die gereinigte Abluft durch einen Tropfenabscheider in die Umwelt. Der Tropfenabscheider dient der Abscheidung von stickstoffhaltigen Aerosolen, die nicht in die Umwelt ge-

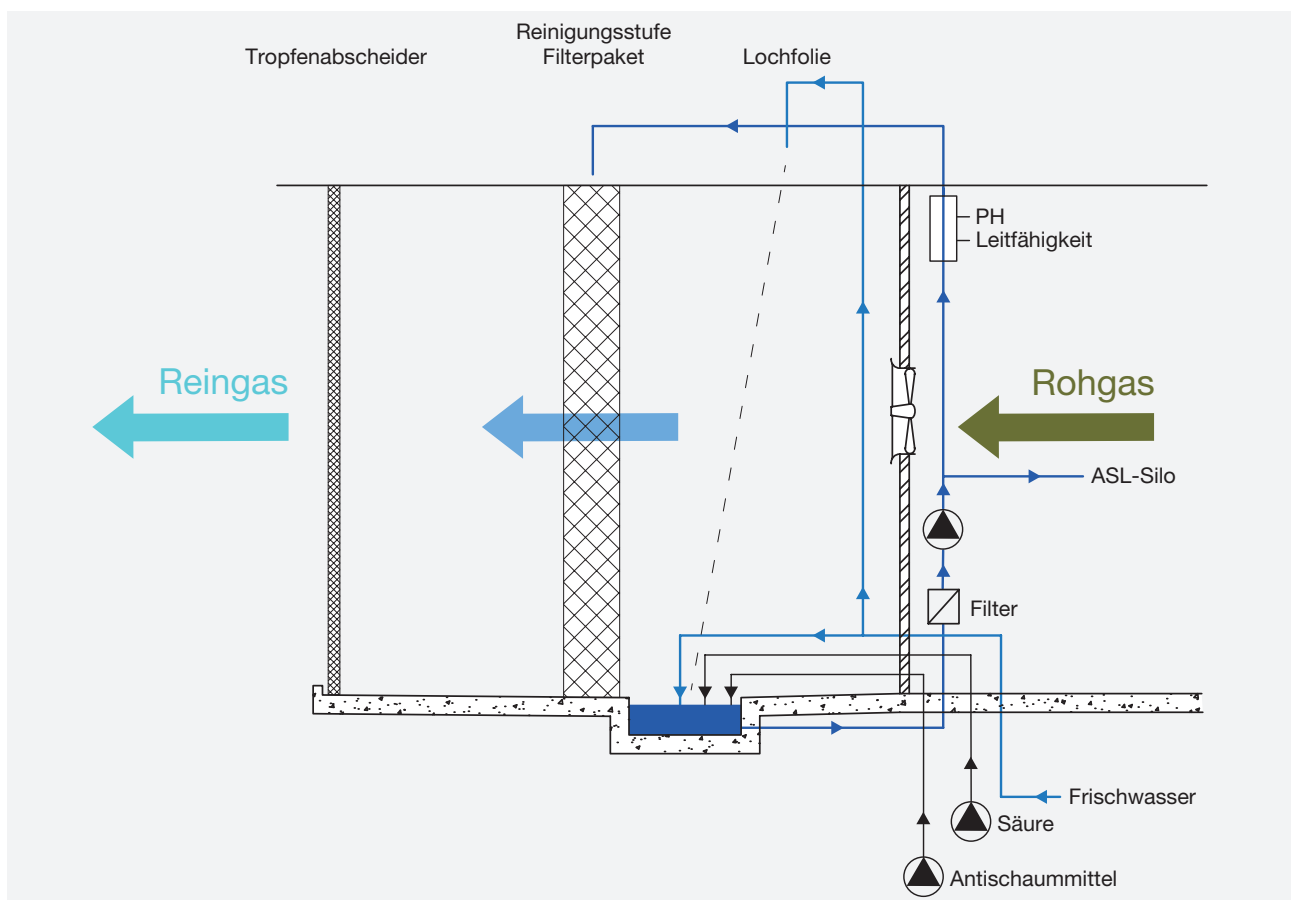


Bild 2:  
Schematische Darstellung der 1-stufigen Abluftreinigungsanlage [5]

[4] Aktualisierung Vertrieb; [5] Schemazeichnung aktualisiert

langen dürfen. Zudem sollen Wasserverluste minimiert werden. Um Pilzbewuchs am Tropfenabscheider auszuschließen, wurde der Tropfenabscheider mit einem Gemisch aus Frischwasser und Anti-Pilz-Mittel bedarfsmäßig besprüht.

Die installierte Gesamtlüftung am Referenzbetrieb bestand aus 10 Ventilatoren, die die Abluft über die Abluftreinigungsanlage (9 Ventilatoren) und über den Wärmetauscher (1 Ventilator) gefördert hat. Die Ventilatoren waren in 2 Gruppen aufgeteilt, wovon die erste Gruppe aus vier geregelten Ventilatoren bestand, die über einen Frequenzumformer angesteuert wurden. Der fünfte Ventilator dieser Gruppe wurde stufenlos angefahren. Nach Erreichen von 100 % Förderleistung der Gruppe 1 wurde die Gruppe 2 zugeschaltet. Diese Gruppe bestand aus einem geregelten Ventilator und vier unregulierten Ventilatoren. Sobald der geregelte Ventilator auf 100 % lief, wurden die anderen Ventilatoren dieser Gruppe je nach Lüftungsbedarf einzeln stufenlos hochgefahren.

Um im Winter Energie zu sparen, ist der zusätzliche Einsatz eines integrierten Wärmetauschers möglich. Der untersuchte Wärmetauscher Typ Reventa „exchange“ (Luft-Luft-Wärmetauscher D=1270) ist nur zu Beginn der Mast in Betrieb und schaltet sich ab dem 10. Masttag automatisch ab. Bei hohen Außentemperaturen im Sommer und gegen Ende der Mastperiode wird der nicht im Betrieb befindliche Wärmetauscher auch als Notlüftung verwendet.

Das Wasservorlagebecken der Abluftreinigungsanlage muss spätestens bei einer elektrischen Leitfähigkeit von 70 mS/cm entleert und gereinigt werden. Aus hygienischen

Gründen kann es jedoch erforderlich sein, die Wasservorlage nach jedem Mastdurchgang zu reinigen. Hierbei sind die Vorgaben der Veterinärämter zu beachten und einzuhalten. Es ist in jedem Fall zu verhindern, dass es zu Rückströmungen der Abluft in den Tierbereich kommt und dass das Waschwasser (z.B. über den Aerosolaustrag) in den Stallbereich/Tierbereich gelangt. Das Wasservorlagebecken hat inklusive der Rohrleitungen ein Fassungsvermögen von 12-18 m<sup>3</sup> (je nach Einstellung der Min-Max-Füllstände). Die Prüfung wurde ursprünglich mit einer integrierten Schlammseparierung (Rundbehälter mit Siebband) durchgeführt, die jedoch keine nachweisbare Verbesserung der Reinigungsleistung erbracht hat. Diese wird daher inzwischen auch nicht mehr vertrieben. Bei Einhaltung der in Tabelle 2 dargestellten Dimensionierungsparameter ist die Reinigungsleistung somit auch ohne die Schlammseparierung gegeben. [6]

Über eine Dosiereinrichtung wird Schwefelsäure zugegeben, der pH-Wert wird auf  $\leq 4,0$  geregelt. [7] Hier wird auch die Leitfähigkeit mittels Sensoren überwacht und verdunstetes Prozesswasser mit Frischwasser über diskontinuierliche Berieselung der Prallfolie bzw. über manuellen Anti-Pilz-Mittel-Einsatz wieder aufgefüllt. 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 70 mS/cm ansteigen. Wird dieser Wert während eines Mastdurchganges erreicht, muss über eine Abschlämpumpe automatisch eine Wassermenge aus dem Prozess [8] entnommen

werden, um den Leitwert im Prozesswasser wieder abzusenken. Da es durch den Wäscherbetrieb zu erhöhten Wasserverdunstungen kommt, müssen sowohl Abschlämmmenge und Frischwasser-eintrag im elektronischen Betriebstagebuch (EBTB) hinterlegt werden.

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 zusätzlichen, emissionsmindernden Maßnahmen (z.B. untersuchter Wärmetauscher) notwendig.

Es muss sichergestellt sein, dass immer mindestens 70 % der maximal zu installierenden Sommerluft-rate bezogen auf die TierSchNutzV (4,5 m<sup>3</sup>/kg Lebendgewicht · h) durch die Abluftreinigungsanlage abzuleiten sind. Bei Luftraten > 70 % der Auslegungsluftrate (Endmastbedingungen im Sommer, hohe Außentemperaturen) darf ein Teilstrom über Notventilatoren in die Umwelt abgeführt werden. Die Laufzeit der Notlüfter muss im elektronischen Betriebstagebuch festgehalten werden.

Die Anlage ist standardmäßig mit Touch Panel und optionalem Fernzugriff ausgestattet.

## Gewährleistung

Der Hersteller gibt eine Garantie von zwei Jahren auf bewegte Teile und eine Gewährleistung von 5 Jahren auf Gebäudeteile, welche den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage voraussetzt.

Die Installation und Wartung muss durch einen anerkannten Installateur durchgeführt werden.

Tabelle 2:

Wichtige verfahrenstechnische Parameter der 1-stufigen Abluftreinigungsanlage

Merkmal	Ergebnis/Wert
<b>Beschreibung</b>	
Einstufiger, chemisch arbeitender Abluftwäscher mit permanenter Berieselung, Tropfenabscheider	
<b>Eignung</b>	
Reinigung von Abluft aus der Hähnchenschwermast mit eingestreuten Strohpellets durch Minderung von Staub und Ammoniak	

Merkmale	Ergebnis/Wert	
<b>Dimensionierungsparameter, Referenzanlage, Maßangaben der Füllkörper</b>		
<b>Filterwand</b>		
– Länge/Höhe/Tiefe	[m/m/m]	10,80/3,15/0,46
– max. Anströmfläche/Filtervolumen	[m <sup>2</sup> ]/[m <sup>3</sup> ]	34,02/15,65
– minimale Verweilzeit bei Sommerluftstraten	[sek]	0,47
– maximale Anströmgeschwindigkeit	[m/sek]	0,98
– maximale Filterflächenbelastung <sup>[1]</sup>	[m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> · h)]	3.510
– maximale Filtervolumenbelastung <sup>[1]</sup>	[m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> · h)]	7.600
<b>Tropfenabscheider</b>		
– Länge/Höhe/Tiefe	[m/m/m]	10,80/2,40/0,13
– max. Anströmfläche/Filtervolumen	[m <sup>2</sup> ]/[m <sup>3</sup> ]	25,92/3,40
– minimale Verweilzeit bei Sommerluftstraten	[sek]	0,10
– maximale Anströmgeschwindigkeit	[m/sek]	1,29
– maximale Filterflächenbelastung <sup>[1]</sup>	[m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> · h)]	4.600
– maximale Filtervolumenbelastung <sup>[1]</sup>	[m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> · h)]	35.600
<b>Abstände der Reinigungsstufen</b>		
– Ventilatorwand-Prallfolie/Lochfolie	[m]	ca. 1,5
– Prallfolie/Lochfolie-Filterwand	[m]	ca. 1,5
– Filterwand-Tropfenabscheider	[m]	ca. 2,0
<b>Berieselung</b>		
<b>Prallfolie (diskontinuierlich)</b>		
– Berieselungsmenge Winter/Sommer	[m <sup>3</sup> /d]	0,34/0,45
<b>Filterwand (kontinuierlich)</b>		
– Berieselungsmenge	[m <sup>3</sup> /h]	80,0
– Berieselungsdichte	[m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> · h)]	2,35
<b>Abschlämmung<sup>[9]</sup></b>		
– Fassungsvermögen Waschwasservorlagebecken incl. Rohrleitungen (max.)	[m <sup>3</sup> ]	ca. 14,5
– Abschlämmrate am Referenzbetrieb Winter /Sommer <sup>[2]</sup>	[m <sup>3</sup> /DG]	14,78/17,2
– Abschlämmrate am Referenzbetrieb Winter /Sommer <sup>[2]</sup>	[m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,004/0,005
– Abschlämmrate bei 35 mS/cm	[m <sup>3</sup> /DG]	17,6
– Abschlämmrate bei 35 mS/cm	[m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,005
– Abschlämmrate bei 70 mS/cm	[m <sup>3</sup> /DG]	7,1
– Abschlämmrate bei 70 mS/cm	[m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,002
– zusätzliches Wasser für regelmäßige Filterreinigung	[m <sup>3</sup> /DG]	5,5
– zusätzliches Wasser für regelmäßige Filterreinigung	[m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,001
– pH-Wert der Waschwasservorlage		≤ 4,0
– maximale Leitfähigkeit im Kreislaufwasser <sup>[2]</sup>	[mS/cm]	70
<b>Referenzbetrieb für durchgeführte Messungen (Masthähnchen-Betrieb und Vorfang)</b>		
– Tierplätze	[Stck]	27.580
– Stallnutzfläche	[m <sup>2</sup> ]	1.200
– maximale Besatzdichte im Stall	[kg/m <sup>2</sup> ]	39,00
– Maximal-Lebendgewicht Vorfang/Endmast	[kg]	1,7/2,6
– notwendige Sommerluftstraten gemäß TierSchNutzV	[m <sup>3</sup> /h]	210.600
– max. inst. Abluftrate der Abluftreinigungsanlage bei 100 Pa	[m <sup>3</sup> /h]	147.420
– maximaler Druckverlust Filterwand bei 100.000 m <sup>3</sup> /h Abluft	[Pa]	110...120
– maximaler Druckverlust Tropfenabscheider bei 100.000 m <sup>3</sup> /h Abluft	[Pa]	6
– maximaler Gesamtdruckverlust ARA + Stall bei 100.000 m <sup>3</sup> /h Abluft <sup>[3]</sup>	[Pa]	130...140
– Anzahl der Lüfter	[Stck]	9
– Anzahl der Notlüfter <sup>[4]</sup>	[Stck]	1

[1] Die zertifizierte Filterflächenbelastung und Filtervolumenbelastung bezieht sich auf die während der DLG-Messphase maximal gemessenen Luftvolumenströme (120.000 m<sup>3</sup>/h). Dieser Wert wurde rechnerisch ermittelt. Hierbei ist die Messunsicherheit zu berücksichtigen.

[2] In der Sommermessung wurde im Rahmen von Optimierungsarbeiten eine im Vergleich zur Wintermessung höhere Wasservorlage benötigt. Aus diesem Grund kann nur die Waschwassermenge (Prozesswasser) aus der Sommermessung zertifiziert werden.

[3] Im Praxisbetrieb kommen bei hohen Sommerluftstraten noch die Druckverluste durch die Querschnittsverengung der Ventilatoren hinzu. Bei den eingesetzten Ventilatoren (D= 920 mm) kann mit 10 Pa gerechnet werden.

[4] Die Anlage war mit einem Wärmetauscher ausgestattet. In der Endmastphase diente der Ventilator des Wärmetauschers zusätzlich als Notventilation, wenn die installierte Abluftrate nicht ausgereicht hat.

# Die Methode

Die Messungen wurden an einer Referenzanlage in Markhausen 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 28.000 Masthähnchen eingestallt. Als Einstreu wurden Strohpellets mit Hobelspäne ( $0,8 \text{ kg/m}^2$ ) eingesetzt. Die Frischluft strömte über die in der Stalllänge verteilten Zuluftventile in das Stallgebäude ein und wurde mittels Deckenumluftventilatoren zur besseren Belüftung im Tierbereich ständig umgewälzt. Die Abluft aus dem Tierbereich wurde mithilfe von Abluftventilatoren abgesaugt.

Die Lüftungstechnik wurde gemäß der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) mit  $4,5 \text{ m}^3/\text{h}$  pro kg Lebendgewicht der Tiere ausgelegt. Die maximale Besatzdichte lag bei  $39 \text{ kg/m}^2$ . Bei einer Stallnutzfläche von  $1.200 \text{ m}^2$  und einem Lebendgewicht von  $46.800 \text{ kg}$  ist eine Luftleistung von  $210.600 \text{ m}^3/\text{h}$  bei  $100 \text{ Pa}$  Gegen- druck installiert worden. Bis zu  $147.420 \text{ m}^3/\text{h}$  müssen in jedem Fall immer über die Abluftreinigungsanlage geführt werden.

Der Stall war mit zehn Ventilatoren ausgerüstet, welche giebelseitig angeordnet wurden. Neun Ventilatoren wurden bedarfsweise zugeschaltet und förderten die Abluft aus dem Tierbereich in die Abluftreinigungsanlage. Ein Ventilator förderte die Abluft durch einen integrierten Wärmetauscher parallel zur Abluftreinigungsanlage ins Freie. Der Wärmetauscher war nur zu Beginn der Mast in Betrieb und schaltete sich aus, sobald die Abluftreinigungsanlage in Betrieb ging. Zusätzlich wurde der Ventilator des Wärmetauschers als Notentlüftung bei hohen Temperaturen in der Endmastphase eingesetzt. Der Stall wurde mit einem kalkulierten Druckverlust von  $100 \text{ Pa}$

ausgelegt und nach dem Unterdruckprinzip zwangsgelüftet.

Die Abluftreinigungsanlage wurde im Druckprinzip (Abluftventilatoren vor dem Wäscher) gefahren und so zertifiziert.

Die DLG fordert einen einheitlichen Betriebsbeginn des Wäschers spätestens ab dem 7. Masttag in der Hähnchenmast. Da die Referenzanlage in Markhausen mit einem integrierten Wärmetauscher ausgestattet war, schaltete sich die Abluftreinigungsanlage je nach Luftbedarf erst zwischen 8. und 13. Masttag zu.

Am Referenzstandort wurde keine Fußbodenheizung eingesetzt. Bei Temperaturen ab  $25^\circ\text{C}$  kam eine automatische Sprühkühlung zum Einsatz.

Die Messungen fanden von September 2013 bis März 2014 (Wintermessungen) und von Juni bis September 2014 (Sommermessungen) statt.

Nach fast jedem Mastdurchgang wurde das Waschwasser mit einem Gesamthalt von etwa  $12\text{-}18 \text{ m}^3$  komplett entnommen und der Filter 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 Abschlämppumpe kann während des Mastdurchganges bei Überschreitung des zertifizierten maximalen Leitwertes von  $70 \text{ mS/cm}$  eine definierte Wassermenge (standardmäßig ca.  $10\%$  des Behältervolumens) aus dem Prozesswasser in einen externen Abschlämbbehälter (Lagerbehälter) abführen.

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 wurden, 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 ( $\text{Ø } 50 \text{ mm}$ ) installiert. Als Abscheidemedium wurde ein Glasfaser-Rundfilter mit  $\text{Ø } 45 \text{ mm}$  (Rohgas) und  $\text{Ø } 50 \text{ mm}$  (Reingas) gewählt. Die Feinstaubbestimmung ( $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2,5}$ ) erfolgte nach VDI-Richtlinie 2066, Blatt 10. Es wurde ein Kaskadenimpaktor Johnas II nach Paul Gothe mit Rundfilter ( $\text{Ø } 50 \text{ mm}$  im Roh- und Reingas) eingesetzt.

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

Nach DLG-Prüfrahmen darf ein Abscheide-Wert von  $70\%$  nicht unterschritten werden. Dies gilt für Gesamtstaub, sowie für Feinstaub wie  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2,5}$ .

## Ammoniak

Die Ammoniakmessungen im Roh- und Reingاسبereich erfolgten über den gesamten Untersuchungszeitraum kontinuierlich mit einem optoakustischen Infrarot-Messgerät MAC 2240, welches an einen Messgassumschalter angeschlossen ist. Das Gerät wird täglich automatisch geeicht. Parallel dazu wurden an den Messtagen im Sommer und Winter Gasproben in Waschflaschen genommen und nach VDI 3496-1



ausgewertet. Das Aerosolimpingement-Messverfahren diente dazu, die Messwerte des kontinuierlichen Messverfahrens zu verifizieren.

Um Kondensation in den gasführenden PTFE-Leitungen zu vermeiden, wurden die Messgasleitungen auf ihrer Gesamtlänge beheizt.

Nach aktuellem DLG-Prüfrahmen darf eine NH<sub>3</sub>-Abscheidung aus Einzelwerten (Halbstunden- oder Stundenmittelwerte) einen Wert von 70 % nicht unterschreiten, muss also dauerhaft über 70 % liegen.

Zur Überprüfung der Ammoniak-Konzentration im Tierbereich wurden zudem bei regelmäßigen Begehungen Messungen im Stall auf Tierhöhe durchgeführt. Laut TierSchNutzV ist eine maximal zulässige Ammoniak-Konzentration von 20 ppm auf Tierhöhe einzuhalten.

### **Aerosol-Austrag**

Stickstoffhaltige Aerosole werden als NH<sub>3</sub>-Aerosole über Tropfenabriss aus den Filterwänden von Abluftreinigungsanlagen ausgetrieben und vom Abluftstrom mitgerissen. So gelangt der ursprünglich abgeschiedene Stickstoff unbeabsichtigt wieder in die Umwelt.

Zur Bestimmung des Aerosolaustrages am Referenzbetrieb wurde die Abluft über Waschflaschen mit 100 ml Absorptionslösung (0,01 n Schwefelsäure) geleitet. Um den Aerosolaustrag bestimmen zu können, wurde parallel dazu eine Probe in 0,1 mol/l Borsäurelösung genommen und die Differenz bestimmt. Die Analytik erfolgte nach dem Indophenol-Verfahren. Die Konzentration an Ammoniak in den Probelösungen wurde photometrisch bestimmt.

### **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 einer Sommer- und einer Wintermessung verifiziert. 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 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 als NH<sub>3</sub>-Restemission 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 Abschlammwassers 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 Abschlammung oder auf eine Leckage hindeuten. Denkbar wären auch weitere Prozesse, die zur Ablagerung oder Ausfällung von Stickstoffverbindungen in der Abluftreinigungsanlage führen.

Gemäß dem DLG-Prüfrahmen muss die N-Bilanz 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. Der Säureverbrauch in der Prüfungsphase wurde mittels eines geeigneten Wägesystems (Kraftaufnehmer bzw. Wägezelle) ermittelt. Zur Dokumentation der Umgebungsbedingungen wurden an den Messtagen die Außen- und Stalltemperaturen erfasst.

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 Betriebstagebuch aufgezeichneten Daten verglichen und auf Plausibilität überprüft.

Als Verbrauchswerte werden Tagesmittelwerte angegeben, die auf eine gesamte Mastperiode am Referenzstall bezogen sind. Die angegebenen Jahresdurchschnittswerte beziehen sich auf die maximale Tierplatzzahl im Stall (27.580 Tiere) und auf eine Laufzeit der Anlage von 365 Tagen im Jahr. Zusätzlich sind noch Jahresmittelwerte angegeben, die auf 7,5 Durchgänge (DG) im Jahr und auf die von der DLG geforderte Wäscherlaufzeit bezogen sind.

### **Betriebsicherheit und Haltbarkeit**

Die Betriebsicherheit 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, Arbeitszeit- 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.

## Dokumentation

Im elektronischen Betriebstagebuch (EBTB) sind generell folgende Parameter als Halbstundenmittelwerte zu erfassen

- Druckverlust über die Anlage
- Luftdurchsatz in m<sup>3</sup>/h
- Pumpenlaufzeit (Umwälzung, Abschlammung)
- Berieselungsintervalle und -menge
- Gesamtfrischwasserverbrauch an der Anlage
- Absolute Abschlammmenge
- 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 Einsatz von Additiven (z.B. Säure) ist zu erbringen.

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

## Umweltsicherheit

Der Prüfungsbereich Umweltsicherheit umfasst eine Beurteilung eventueller, für den Anlagenbetrieb nötiger Betriebsstoffe wie z.B. Säure und der stofflichen Verwertung anfallender Reststoffe, wie z.B. das abge-

schlammte Wasser sowie der Demontage und Entsorgung von Anlagenteilen. Zudem werden die Lagerung von Chemikalien und die Korrosionsbeständigkeit der Anlagenteile überprüft.

## 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

Die Referenzanlage in Markhausen wurde mit einem Wärmetauscher ausgestattet, der zusätzlich zur Abluftreinigungsanlage installiert werden kann.

Um einen DLG-Test erfolgreich abschließen zu können, müssen die Mindestanforderungen aus dem DLG-Prüfrahmen erfüllt werden. Im realen Testbetrieb werden diese Anforderungen oft übertroffen. Die nachfolgenden Daten zur Mindestabscheidung geben die untere Grenze des Vertrauensbereiches an (Mittelwert minus Standardabweichung).

## Staub

Die Ergebnisse aus den Wintermessungen erfüllten nicht die DLG-Mindestanforderungen. Da an einigen Messterminen die Abscheideleistungen nicht erreicht wurden, wurde für die Sommermessungen die Filterwandstärke von 30 cm auf 46 cm vergrößert. Nach dieser Umbaumaßnahme wurden die Mindestabscheideleistungen im Sommer immer erreicht (vgl. Tab. 3). Durch die größere Filterdicke kann davon ausgegangen werden, dass auch die Abscheideleistungen im Winter eingehalten werden.

In den beiden Sommermessungen wurden insgesamt 18 Gesamtstaub- und zwölf Feinstaubmessungen (jeweils PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub>) durchgeführt.

Während den Sommermessungen wurden mindestens 74,9 % an Gesamtstaub abgeschieden und 77,1 % (PM<sub>10</sub>) bzw. 95,8 % (PM<sub>2,5</sub>) an Feinstaub.

Durch die ausreichende Berieselung der Filterwand und einer minimalen Kontaktzeit der Abluft von ca. 0,5 Sekunden (bezogen auf die zertifizierte Filterflächenbelastung) kann der einstufige Chemowäscher die Mindestanforderungen hinsichtlich Staub von 70 % in der Hähnchenschwermast sicher gewährleisten.

In Tabelle 3 sind die Einzelmesswerte der Sommermessung (Gesamt- und Feinstaub) dargestellt. Die dargestellten Randparameter wurden jeweils zum Zeitpunkt der Staubbemessung erhoben. Volumenstrom und Druckverlustangaben sind Mittelwerte, die im Messzeitraum aus den DLG-Datenaufzeichnungen (Minutenmesswerte) berechnet wurden.

Erfahrungsgemäß kann der Waschprozess zur Bildung von Tröpfchen (Agglomeration) im Größenbereich 2,5 bis 10 µm führen, welche bei der Staubbemessung mit dem Impaktor einen erhöhten Befund für die Partikelfraktion PM<sub>10</sub> bewirken. Die Partikelfraktion PM<sub>2,5</sub> ist von diesem Effekt weniger betroffen. Daher wird für diese Partikelfraktion ein

höherer Abscheidegrad berechnet als für die Staubfraktion PM<sub>10</sub>.

## Ammoniak

Im Rohgasbereich wurden im ersten Winterdurchgang Konzentrationen zwischen 0 und maximal 30 ppm gemessen. Die zu hohen Ammoniakkonzentrationen wurden nur an wenigen Tagen ermittelt. Als Grund wurde seitens des Herstellers ein nicht optimales Futter/Wasser-Verhältnis angegeben. Hierdurch wurde die Einstreu zu feucht mit der Folge einer zu hohen Ammoniakemission. Dieser Fehler wurde zeitnah behoben. In den folgenden Messungen wurden 20 ppm im Stallbereich nur zu Entmistungszeiten überschritten. In beiden Sommermessungen lag die Ammoniakkonzentration zwischen 0 und 15 ppm. Eine regelmäßige Überprüfung auf Tierhöhe mittels Dräger-Röhrchen ergab keine Auffälligkeiten. Die Anforderung der Tiererschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzTV) mit einer maximalen Konzentration von 20 ppm auf Tierhöhe wurde somit immer eingehalten.

Eine Bewertung der NH<sub>3</sub>-Abscheidung erfolgt erst ab einer Konzentration von ≥ 3,0 ppm, da die Messunsicherheit eine einwandfreie Bewertung unterhalb dieses Wertes nicht ermöglicht. Aufgrund einiger

Störungen und der relativ niedrigen Rohgaskonzentrationen standen für beide Wintermessungen nur jeweils 328 bzw. 162 gültige Wertepaare (Stundenmittelwerte) zur Verfügung.  
In den beiden Sommermessungen

konnte nur auf 383 bzw. 54 gültige Wertepaare zurückgegriffen werden. Um zu garantieren, dass die Abscheideleistung auch bei hohen Ammoniakfrachten sicher erfolgt, wurde der Zeitraum der Ausstellung nach der ersten Sommermessung

mit betrachtet.

Bei Frachten von 378 bis 1533 g/h und Volumenströmen von 52.760 bis 67.800 m<sup>3</sup>/h betrug die Ammoniakabscheidung während des Ausstallvorgangs 96-97%. Eine Übersicht über die Abscheidung wäh-

Tabelle 3:

Messergebnisse zur Emissionsminderung (Staub) an der 1-stufigen Abluftreinigungsanlage (Einzelmesswerte)

Sommermessung		1. Mastdurchgang								
Datum		03.07.14	03.07.14	03.07.14	09.07.14	09.07.14	10.07.14	16.07.14 <sup>[1]</sup>	16.07.14 <sup>[1]</sup>	17.07.14 <sup>[1]</sup>
Masttag		23	23	23	29	29	30	36	36	37
<b>Umgebungs- und Randbedingungen<sup>[2]</sup></b>										
rel. Außenluftfeuchte	[% rF]	58	58	58	96	96	61	50	50	70
Umgebungstemperatur	[°C]	20,4	20,4	20,4	22,2	22,2	28,6	25,3	25,3	25,0
Rohgas-/Reingasfeuchte	[% rF]	58/98	58/98	58/98	62/99	62/99	78/98	82/99	82/99	82/98
Rohgas-/Reingastemp.	[°C]	28,2/20,4	28,2/20,4	28,2/20,4	26,5/25,4	26,5/25,4	28,9/25,2	25,6/19,8	25,6/19,8	25,6/21,2
Tierzahl im Stall	[Stck]	27.728	27.728	27.728	27.611	27.611	27.581	18.811	18.811	18.799
Mittleres Tiergewicht	[kg]	1,002	1,002	1,002	1,435	1,435	1,518	1,988	1,988	2,101
Luftvolumenstrom gesamt	[m <sup>3</sup> /h]	39.700	39.700	39.700	52.200	52.200	50.200	95.000	95.000	56.000
Druckverlust Wäscher	[Pa]	12,6	12,6	12,6	63,2	63,2	76,5	57,3	57,3	26,1
Druckverl. Stall u. Wäscher <sup>[3]</sup>	[Pa]	34,8	34,8	34,8	82,8	82,8	93,9	71,0	71,0	43,7
<b>Gesamtstaub (normiert)</b>										
Konzentration Rohgas	[mg/m <sup>3</sup> ]	6,49	6,63	6,68	5,87	5,61	5,76	6,63	6,40	9,77
Konzentration Reingas	[mg/m <sup>3</sup> ]	1,47	1,89	1,52	0,31	0,61	0,46	1,43	1,53	2,81
Abscheidegrad	[%]	77,3	71,5	77,2	94,7	89,1	92,0	78,4	76,1	71,2
<b>Feinstaub (normiert)</b>										
Rohgas PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub>	[mg/m <sup>3</sup> ]	--	--	--	3,30/0,61	3,30/0,95	3,50/0,85	4,69/1,79	4,21/1,88	6,50/2,43
Reingas PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub>	[mg/m <sup>3</sup> ]	--	--	--	0,21/<0,01	0,32/<0,01	0,29/0,04	0,96/0,09	0,94/0,07	1,31/0,11
Abscheidegrad PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub>	[%]	--	--	--	93,6/>98,4	90,3/>98,9	91,7/95,3	79,5/95,0	77,7/96,3	79,8/95,5
Sommermessung		2. Mastdurchgang								
Datum		21.08.14	21.08.14	21.08.14	27.08.14	27.08.14	28.08.14	02.09.14	02.09.14	03.09.14
Masttag		27	27	27	33	33	34	39	39	40
<b>Umgebungs- und Randbedingungen<sup>[2]</sup></b>										
rel. Außenluftfeuchte	[% rF]	66	66	66	52	52	65	66	66	62
Umgebungstemperatur	[°C]	18,2	18,2	18,2	24,1	24,1	13,2	17,0	17,0	20,2
Rohgas-/Reingasfeuchte	[% rF]	77/99	77/99	77/99	69/99	69/99	73/98	83/99	83/99	77/--
Rohgas-/Reingastemp.	[°C]	24,0/16,3	24,0/16,3	24,0/16,3	26,1/19,3	26,1/19,3	24,1/21,5	24,4/21,3	24,4/21,3	23,6/--
Tierzahl im Stall	[Stck]	27.209	27.209	27.209	18.022	18.022	18.014	17.949	17.949	17.949
Mittleres Tiergewicht	[kg]	1,235	1,235	1,235	1,795	1,795	1,873	2,226	2,226	2,296
Luftvolumenstrom gesamt	[m <sup>3</sup> /h]	54.000	54.000	54.000	72.000	72.000	47.200	70.000	70.000	47.600
Druckverlust Wäscher	[Pa]	31,7	31,7	31,7	91,3	91,3	46,3	99,5	99,5	45,8
Druckverl. Stall u. Wäscher <sup>[3]</sup>	[Pa]	57,4	57,4	57,4	114,9	114,9	71,1	123,4	123,4	70,3
<b>Gesamtstaub (normiert)</b>										
Konzentration Rohgas	[mg/m <sup>3</sup> ]	5,38	5,58	5,36	4,13	3,10	3,36	4,84	3,94	6,35
Konzentration Reingas	[mg/m <sup>3</sup> ]	1,32	1,27	0,98	0,71	0,37	0,65	0,61	0,53	1,47
Abscheidegrad	[%]	75,5	77,2	81,7	82,8	88,1	80,7	87,4	86,5	76,9
<b>Feinstaub (normiert)</b>										
Rohgas PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub>	[mg/m <sup>3</sup> ]	--	--	--	2,60/1,01	1,95/0,84	1,96/1,00	3,00/0,94	2,29/0,82	4,24/1,04
Reingas PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub>	[mg/m <sup>3</sup> ]	--	--	--	0,44/0,03	0,34/0,04	0,57/0,02	0,51/0,02	0,39/0,04	0,72/0,04
Abscheidegrad PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub>	[%]	--	--	--	83,1/97,0	82,6/95,2	70,9/98,0	83,0/97,9	83,0/95,1	83,0/96,2

[1] am 11.07.2014 fand eine Reinigung des Tropfenabscheiders statt, so dass an den Folgetagen ein geringerer Druckverlust über den Wäscher ermittelt wurde

[2] Daten wurden zum Zeitpunkt der Staubbmessung erhoben [3] Daten wurden ohne Einfluss der Kanalquerschnittsverengung an den Ventilatoren erhoben

Tabelle 4:

Ammoniakfrachten während der Ausstellung an der 1-stufigen Abluftreinigungsanlage am 21.07.2014 (Sommermessung)

	Rohgas NH <sub>3</sub>	Reingas NH <sub>3</sub>	Abscheidung	Volumenstrom	Fracht Roh	Fracht Rein
	[ppm]	[ppm]	[%]	[m <sup>3</sup> /h]	[g/h]	[g/h]
Minimum	10,1	0,3	97,0	52.760	378	11
Maximum	32,0	1,3	95,9	67.800	1533	63
Mittelwert	18,6	0,9	94,6	55.300	725	32

Tabelle 5:

Bestimmung des Aerosolaustrages in der Sommermessung

	Sommer	
Sulfat (als Aerosol)	[mg/m <sup>3</sup> ]	0,49

rend der Ausstallphase ist in Tabelle 4 dargestellt. In Bild 3 sind die Ammoniakkonzentrationen und der Abscheidegrad für einen Mastdurchgang im Sommer dargestellt. Da die Wintermessung nur mit einer 30 cm dicken Filterschicht durchgeführt wurde (im Sommer mit 46 cm), wurde auf eine grafische Darstellung verzichtet. In der dargestellten Sommermessung ist ein nahezu konstanter Verlauf der Ammoniakabscheidung zu sehen. Am 11., 12., 14. und 18. Juli 2014 kam es zu einigen Fehlern in der Dosiersteuerung der Schwefelsäure, so dass der pH-Wert von  $\leq 4$  nicht eingehalten werden konnte. Aus diesem Grund fiel die Abscheideleistung kurzzeitig auf bis zu 10% ab.

Die auftretenden Fehler, die überwiegend auf eine fehlerhafte Steuerung zurückzuführen waren, wur-

den nach Ende der Sommermessungen über ein Software-Update behoben. Dies konnte in einem nachträglich durchgeführten Kurzmastdurchgang über ihre elektronischen Aufzeichnungen nachgewiesen werden.

Eine wirkungsvolle Ammoniakabscheidung bei eingestreuten Hähnschwermastverfahren und ordnungsgemäßem Betrieb ist somit bei den beschriebenen Betriebsbedingungen sichergestellt. Zur wirkungsvollen Säurezudosierung ist eine Säurevorlage mindestens in Form eines IBC-Behälters notwendig.

### Aerosol-Austrag

Um den Stickstoffaustrag als Aerosol hinter dem Tropfenabscheider zu bestimmen wurde das Aerosolimpingement-Messverfahren ange-

wendet. 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 (Sommer) statt und sind als Ergebnisse in Tabelle 5 zusammengefasst. In der Sommermessung lag der Austrag bei 0,49 mg pro Normkubikmeter. Der durchschnittliche Volumenstrom während der Aerosolmessung lag im Sommer bei etwa 80.000 m<sup>3</sup>/h.

Der überdurchschnittlich hohe Aerosolaustrag könnte ein Anzeichen dafür sein, dass der Tropfenabscheider mit 13 cm Tiefe zu gering dimensioniert wurde.

### 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 einer der 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.

Da es sich bei der Abluftreinigungsanlage um ein chemisch arbeitendes System handelt, muss die Bildung von Nitrat und Nitrit im Prozesswasser sowie emittierende nitrose Gase im Reingas nicht berücksichtigt werden.

Gemäß dem DLG-Prüfrahmen muss die Wiederfindungsrate des Stickstoffs innerhalb der Stickstoffbilanz und N-Entfrachtung während des Untersuchungszeitraumes (Winter- und Sommermessungen) jeweils

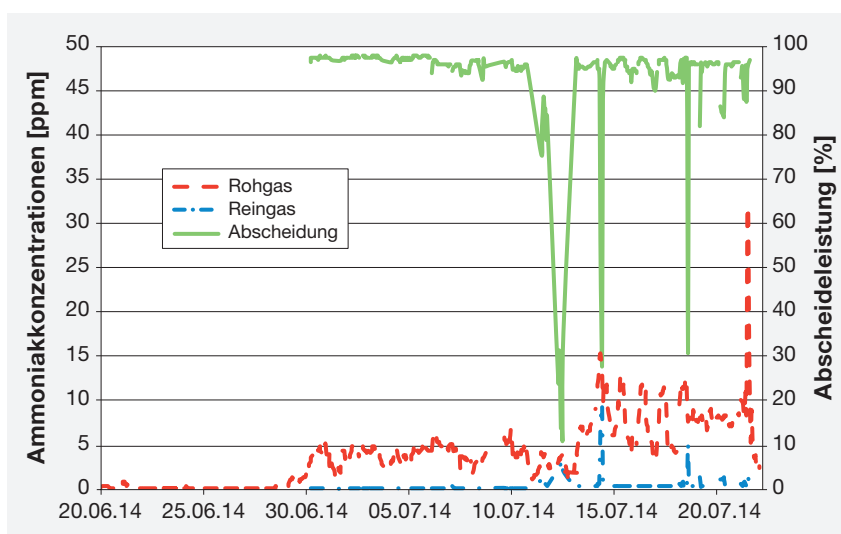


Bild 3:

Abscheidegrad und Verlauf der Ammoniakkonzentration im Roh- und Reingas während der 1. Sommermessung (dargestellt ab dem Einschalten der Abluftreinigungsanlage)

≥ 70 % betragen. In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der N-Bilanzierung und der N-Entfrachtung dargestellt. Im Sommer lag die N-Entfrachtung bei 82,2 %. Somit wurde die Mindestanforderung nach DLG-Prüfrahmen mit ≥ 70 % erreicht.

### Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung

Die im Prüfbericht in Tabelle 1 angegebenen Verbrauchswerte sind Tagesdurchschnittswerte und Jahresverbrauchswerte. Die Jahresverbrauchswerte sind auf 365 Tage und mit einer maximalen Stallbelegung von 27.580 Masthähnchen normiert, um einen Vergleich mit anderen Herstellern zu ermöglichen. Diese Werte sind so zu verstehen, dass diese Verbräuche auf die eigentliche Mastperiode (vom ersten bis zum letzten Masttag) umgerechnet wurden. Servicezeiträume und Reinigungsphasen werden deutschlandweit unterschiedlich gehandhabt (meistens ca. 50 Tage im Jahr bei Hähnchenschwermast).

Würde man die ermittelten Verbrauchsdaten unter Berücksichtigung dieser Zeiträume angeben, so würden die Verbrauchswerte entsprechend niedriger ausfallen. Aus diesem Grund sind zusätzlich noch Jahresverbrauchswerte angegeben, die nach Inbetriebnahme (7. Masttag) und bei 7,5 Mastdurchgängen pro Jahr entstehen. Die Jahresverbrauchswerte sind jeweils bezogen auf den maximalen Tierbestand (27.580 Tiere).

### Wasserverbrauch

Um die Wasserverluste durch Abschlammung und Verdunstung auszugleichen, muss Frischwasser in das System zugeführt werden. Nach nahezu jedem Mastdurchgang wurde während des Messzeitraumes der gesamte Wasserspeicher abgeschlammmt 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.

Der Frischwasserverbrauch muss im elektronischen Betriebstagebuch (EBTB) hinterlegt werden.

In den beiden Wintermessungen wurden durchschnittlich 1,25 m<sup>3</sup>/d an Frischwasser verbraucht, dies entspricht einem Jahresverbrauch von 0,02 m<sup>3</sup>/(TP · a). Während den Sommermessungen wurden 1,65 m<sup>3</sup>/d bzw. 0,02 m<sup>3</sup>/(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. 4-5 m<sup>3</sup> pro Mastdurchgang an, wobei durch separate Anschlüsse auf der Druckseite der Pumpen auch das Waschwasser zum groben Spülen genutzt werden kann um Frischwasser zu reduzieren.

Wenn man nach jedem Mastdurchgang eine Grundreinigung durchführen würde, würden pro Mastdurchgang ca. 17 m<sup>3</sup> plus Reini-

gungswasser anfallen (vgl. Tabelle 2). Da die Abluftreinigungsanlage bis zu einer maximalen Leitfähigkeit von 70 mS/cm zertifiziert wurde, kann rechnerisch von einer mittleren Abschlammmenge von 0,17 m<sup>3</sup>/d ausgegangen werden. Abschlammrate und Leitfähigkeit müssen im EBTB abgespeichert werden.

Die Messdaten sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 dargestellt.

### 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 am Referenzbetrieb separat erfasst.

Die Stromverbräuche der Abluftreinigung (Umwälzpumpen, Dosierpumpe etc.) lagen während der gesamten Messphase auf einem ähnlichen Niveau. Im Winter wurden im Mittel ca. 42,5 kWh/d bzw. 0,56 kWh/(TP · a) verbraucht, im Sommer etwa 62,6 kWh/d bzw. 0,83 kWh/(TP · a). Während der gesamten DLG-Messphase wurden zwei parallel geschaltete Umwälzpumpen eingesetzt, welche aber nicht immer gleichzeitig in Betrieb waren. Um die in diesem Prüfbericht angegebenen Reinigungsleistungen zu erreichen, ist es allerdings zwingend erforderlich, dass beide Pumpen ab dem 7. Masttag ständig laufen. Aus diesem Grund könnte sich im praktischen Einsatz der Stromverbrauch der Pumpen etwas erhöhen. Der Stromverbrauch der Abluftreinigungsanlage wird im EBTB gespeichert.

In den Wintermessungen wurden gemittelt 49,4 kWh/d bzw. 0,65 kWh/(TP · a) über die Lüftung verbraucht. Im Sommer wurde ein Verbrauch von 95,4 kWh/d bzw. 1,26 kWh/(TP · a) gemessen, was durch die höheren Luftraten im Sommer begründet werden konnte.

Tabelle 6:

Messergebnisse (N-Bilanzierung und Waschwasserzusammensetzung) der Abluftreinigungsanlage während den Winter- und Sommermessungen

		Wintermessung	Sommersmessung
		DG 1 <sup>[1]</sup>	DG 1
NH <sub>3</sub> -N Rohluft-Eintrag	[kg]	42,0	7,7
NH <sub>3</sub> -N Reinluft-Austrag	[kg]	1,8	0,4
Differenz	[kg]	40,2	7,3
Ammonium-N	[g/l]	0,4...4,4	0...12,2
pH-Wert <sup>[2]</sup>		3,5...4,0	3,9...4,0
Leitfähigkeit <sup>[2]</sup>	[mS/cm]	3,1...30,6	2,0...70
N <sub>anorg.</sub> -Kreislaufwasser	[kg]	36,9	6,4
Wiederfindungsrate N-Bilanz	[%]	92,0	87,5
N-Entfrachtung	[%]	87,9	82,2

[1] DLG-Mindestanforderungen nicht dauerhaft erreicht, da Filterwand nur 30 cm dick

[2] Die Daten wurden aus dem EBTB entnommen, eine Überprüfung der Messwerte fand durch das Messlabor statt.

An der Referenzanlage wurden zudem noch Deckenlüfter als Umluftventilatoren eingesetzt, welche für eine bessere Luftbewegung im Tierbereich zu sorgen hatten. Für die Deckenlüfter können zusätzlich noch etwa 5 bis 12 kWh/d ange-setzt werden, dies entspricht etwa 0,1 kWh/(TP·a).

#### *Sonstige Verbrauchswerte*

Zur Gewährleistung der sicheren Funktion wurde an der Anlage eine automatische Säuredosierung be-trieben. Die Einrichtung der Säure-dosierung ist für den ordnungsge-mäßen Betrieb zwingend erforder-lich. Mit dieser Säuredosierung wurde der pH-Wert im Waschwas-ser bzw. in der Filterwand geregelt. Der pH-Wert im Prozesswasser muss hierbei auf  $\leq 4,0$  eingestellt werden. Während den Wintermes-sungen wurden 4,64 kg/d bzw. 0,06 kg/(TP·a) an 96%iger Schwefelsäu-re verbraucht. Im Sommer lag der Verbrauch bei 6,27 kg/d bzw. 0,08 kg/(TP·a). An der Referenzan-lage in Markhausen wurde ein IBC-Container eingesetzt. Der Einsatz dieser Art von Behältern ist empfeh-lenswert, 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 ( $\leq 4,0$ ) möglich.

Um den Pilzwachstum an der Referenzanlage zu minimieren, wurde zusätzlich ein Anti-Pilz-Mittel eingesetzt, welches mit Was-ser verdünnt auf den Tropfenab-scheider aufgebracht wurde. Es wurde sowohl im Sommer als auch im Winter jeweils gemittelt etwa 10 kg/DG an diesem Anti-Pilz-Mit-tel verbraucht. Beim Einsatz von Anti-Pilz-Mitteln muss mit zusätz-lichen Kosten gerechnet werden. Das Pilzwachstum auf dem Tropfenabscheider könnte seine Ursache in der Fütterung oder in einer nicht optimal eingestellten Waschstufe haben.

Der Verbrauch an Säure und ande-ren, im Einsatz befindlichen Additi-ven, muss über entsprechende Auf-zeichnungen nachgewiesen wer-den.

## **Betriebssicherheit und Haltbarkeit** [10]

Im Prüfungszeitraum wurden an der Anlagentechnik Mängel festge-stellt, die auf eine fehlerhafte oder unausgereifte Software zurückzu-führen waren. Hierauf wurde ein Software-Update durchgeführt. Die elektronische Dokumentation legte im Rahmen einer nachträglich durchgeführten Mastperiode (Kurz-mast) dar, dass alle Mängel beseitigt wurden und ein funktions sicherer Betrieb gewährleistet werden kann.

An der gesamten Abluftreinigungs-anlage sind während der Prüfung keine nennenswerten Schäden oder Verschleißerscheinungen aufgetre-ten.

Der Korrosionsschutz der einzelnen Anlagenteile erschien, soweit wäh-rend der Prüfungsdauer zu beob-achten war, ausreichend dauerhaft. Die Abluftreinigungsanlage selbst bestand überwiegend aus Kunst-stoff.

## **Betriebsanleitung, Handhabung, Arbeitszeit- und Wartungsaufwand**

Die Betriebsanleitung ist hinrei-chend genau und erklärt in groben Zügen die Funktionsweise der An-lage. In Verbindung mit der Doku-mentation erfährt der Betreiber, welche Arbeiten er an der Anlage in täglichem, wöchentlichem und jährlichem Turnus durchzuführen hat.

Zur Bedienung der Anlage ist es er-forderlich, sich einer Unterweisung durch den Hersteller zu unterziehen und sich mit der Bedienungsan-leitung vertraut zu machen.

Nach erfolgter Inbetriebnahme und ausreichender Einlaufphase ist die Handhabung der Anlage dagegen als einfach anzusehen, da die Ab-luftreinigungsanlage im Regelbe-trieb vollautomatisch läuft. Ledig-lich eine tägliche Kontrolle der Be-triebsdaten, der Steuerung und der Funktionssicherheit (z.B. Sprühbild) und eine wöchentliche Kontrolle der gesamten Abluftreinigungsan-lage sind durchzuführen. Bei Fehler-meldungen der Steuerung sind in der Bedienungsanleitung jeweils Anweisungen zur Kontrolle der je-weiligen Anlagenteile beschrieben. Zur Vereinfachung der Handhabung und zur Verringerung des Arbeits-

zeitbedarfs empfiehlt sich der Ab-schluss eines Wartungsvertrages mit dem Hersteller.

Die pH-Wert-Sensoren müssen vor jedem neuen Mastdurchgang vom Betreiber kalibriert werden. Die Ka-librierung ist im EBTB mit Datum und Uhrzeit zu hinterlegen. Ohne eine nachgewiesene Kalibrierung ist ein Betrieb der Anlage nicht mög-lich.

## **Dokumentation**

Das elektronische Betriebstagebuch ermöglicht eine lückenlose Auf-zeichnung der für den sicheren An-lagenbetrieb erforderlichen Daten als Halbstundenmittelwerte. 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 oder mittels Fernzugriff ausgelesen und in ein gängiges Tabellenprogramm über-führt werden. Eine detaillierte Dar-stellung der aufgezeichneten Daten findet sich in Tabelle 7.

## **Umweltsicherheit**

Das abgeschlämmte Prozesswasser (pH-Wert  $\leq 4,0$ ) aus dem Wasser-vorlagebecken unterliegt der Was-sergefährdungsklasse 1 (WGK 1 = schwach wassergefährdend) und muss in einem geeigneten Behälter (WHG-konform) zwischengelagert werden. Der Lagerzeitraum richtet sich nach der aktuellen Düngever-ordnung, die den Lagerzeitraum von Flüssigmist vorschreibt. Die Verwertung erfolgt nach ordnungs-gemäßer landwirtschaftlicher Praxis auf landwirtschaftlichen Nutz-flächen gemäß Düngeverordnung. Die Vermischung mit der Gülle darf nur unmittelbar vor der Aus-bringung erfolgen. Die Zusammen-setzung des Waschwassers geht teilweise aus Tabelle 6 hervor.

Da es sich bei dem im Einsatz be-findlichen Stoffen um wassergefähr-dende Stoffe im Sinne des Wasser-haushaltsgesetzes (WHG) handelt, müssen entsprechende Anforderun-gen (VAwS) eingehalten werden.

Die Demontage und Entsorgung sonstiger Anlagenteile kann laut Hersteller durch anerkannte Ver-wertungsbetriebe 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 Schwefelsäuregebilde muss entweder auf einer Auffangwanne stehen oder es muss ein doppelwandiger Behälter verwendet werden.

Der Behälter muss trocken untergebracht sein und problemlos ausgetauscht werden können.

Die Arbeitssicherheit des beschriebenen Abluftwäschers 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.

Tabelle 7:

Erfüllung der Anforderungen an das elektronische Betriebstagebuch (Messwerteprotokoll)

	voll erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt	Bemerkungen
Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage	X			elektronische Differenzdruckdosen in jedem Reinigungsbereich zur Ermittlung des Druckverlustes über die Abluftreinigungsanlage
Luftdurchsatz Abluftreinigungsanlage	X			Aufzeichnung und Speicherung des Luftvolumenstromes in m <sup>3</sup> /h, Messung über Messventilatoren und Hochrechnung auf komplette ARA (Daten über Lüftungscomputer)
Laufzeit Notlüfter	X			die Laufzeit der Notlüfter wird aufgezeichnet
Pumpenlaufzeit für 2 Umwälzpumpen	X			ergibt sich aus den gespeicherten Werten für die Stromaufnahme der Umwälzpumpe(n)
Berieselungsintervalle und Berieselungsmenge		X		Aufzeichnung und Vergleich von SOLL- und IST- Stromaufnahme; Kennlinie manuell in den technischen Unterlagen vorhanden
Gesamtfrischwasserverbrauch des Wäschers	X			wird mithilfe eines Wasserzählers mit Impulsgeber protokolliert
Abgeschlammte Wassermenge	X			wird zum einen über einen Durchflussmesser und zum anderen über die Laufzeit und Fördermenge der installierten Abschlammpumpe erfasst und gespeichert.
Roh- und Reingastemperatur	X			beide Temperaturen werden aufgezeichnet
Sprühbildkontrolle	X			wird direkt am Bildschirm nach jeder Kontrolle eingegeben und gespeichert
Wartungs- und Reparaturzeiten	X			werden im Touchbildschirm manuell eingegeben und im elektronischen Betriebsprotokoll abgespeichert
pH-Wert und Leitfähigkeit im Waschwasser	X			wird im Waschwasser erfasst und gespeichert
Kalibrierung der pH-Wert-Sensoren	X			wird im elektronischen Betriebsprotokoll abgespeichert
Nachweis Additivverbrauch	X			Säure: wird über ein Messsignal der verwendeten Säurepumpe weitergegeben und gespeichert Anti-Pilz-Mittel: wird manuell am Touchbildschirm eingegeben und Laufzeit im EBTB gespeichert
elektr. Stromverbrauch ARA	X			wird über einen geeigneten Stromzähler erfasst und gespeichert

## Fazit

Die Abluftreinigungsanlage der Firma Inno+ BV eignet sich zur Emissionsminderung von Staub und Ammoniak aus dem Abluftstrom eingestreuter Hähnchenschwermastanlagen bei Auslegung der Lüftung nach TierSchNutzTV und bei Einhal-

tung der beschriebenen verfahrenstechnischen Parameter zur Abscheidung von Ammoniak (Abscheidegrad  $\geq 70\%$ ) und zur Abscheidung von Staub (Abscheidegrad  $\geq 70\%$ ). Das Verfahren gewährleistet eine NH<sub>3</sub>-Mindestabscheidung von

93,1 % sowie eine Mindestabscheidung hinsichtlich Gesamtstaubabscheidung von 74,9 %. Die Abscheidung von PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> beträgt im Mittel mindestens 77,1 % bzw. 95,8 %. Die N-Entfrachtung beläuft sich auf 82,2 %.

# Weitere Informationen

---

## Prüfungsdurchführung

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

## Fachgebiet

Erneuerbare Energien

## Messinstitute

BuB GmbH, Hamburger Str. 273a,  
38114 Braunschweig

ProChem GmbH, Daimlerring 37,  
31135 Hildesheim

## Prüfungskommission

*prüfungsbegleitend*

Dr. Jochen Hahne, TI Braunschweig;  
Friedrich Arends, LWK Niedersach-  
sen; Andreas Schlichting, TÜV Nord

*beratend*

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

## Praktischer Einsatz

Landwirtschaftlicher Betrieb des  
Herrn Berens, Vorderthüler Str. 30a,  
26169 Markhausen

## Projektleiter

Dipl.-Ing. S. Gäckler

## DLG-Prüfrahmen

SignumTest „Abluftreinigungs-  
systeme für Tierhaltungsanlagen“  
(Stand 10/2010)

## Prüfingenieur(e)

Dipl.-Ing. (FH) Tommy Pfeifer \*

\_\_\_\_\_  
\* Berichtersteller

# 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/](http://www.dlg.org/) mitgliedschaft.

## Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel

Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel Groß-Umstadt ist der Maßstab für geprüfte Agrartechnik u

nd 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.

Die ursprüngliche Prüfung wurde durch Firma I.U.S. beauftragt und durchgeführt. Im Jahr 2016 wurde die Firma von Big Dutchman GmbH übernommen und an das Tochterunternehmen übergeben, wobei das Zertifikat unverändert fortgeführt wird. Das Produkt wird nach wie vor unter gleichem Namen vertrieben.

2012-00065

© 2024 DLG, aktualisiert im Februar 2024



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](mailto:tech@DLG.org) · [www.DLG.org](http://www.DLG.org)

Download aller DLG-Prüfberichte kostenlos unter: [www.dlg-test.de/](http://www.dlg-test.de/)