

**Hagola Biofilter GmbH**

# **Abluftreinigungssystem HAGOLA NH360°**

für die Schweinehaltung



# 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 entsprechenden Prüfrahmen festgelegt und lau-

fend 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 Abluftreinigungsanlage der Firma Hagola Biofilter GmbH auf seine Eignung zur Emissionsminderung von Geruch, Staub und Ammoniak aus dem Abluftstrom einstreuloser Schweinehaltungsverfahren geprüft.

Grundlage für die Prüfung ist eine Auslegung der Lüftungsanlage nach

DIN 18910. Nach DLG-Prüfrahmen für Abluftreinigungsanlagen müssen in der Schweinehaltung Emissionsminderungen von mindestens 70 % für Gesamtstaub, Feinstaub (PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub>) und Ammoniak sowie eine maximale Geruchsstoffkonzentration von 300 GE/m<sup>3</sup> Abluft im Reingas, wobei ein rohgastypischer Geruch (Schwein) nicht mehr wahrgenommen werden darf (k.R.w.), eingehalten werden. Eine 70 %-ige N-Entfrachtung innerhalb der Stickstoffbilanz muss in beiden Zeiträumen (Sommer, Winter) nachgewiesen werden. Ein Aerosolaustrag von 0,5 mg/m<sup>3</sup> in der Abluft darf nicht überschritten werden.

Die Anforderungen der Emissionsminderung wurden mit diesem System sicher eingehalten und teilweise deutlich übertroffen.

## Beurteilung – kurz gefasst

---

Die Abluftreinigungsanlage der Firma Hagola Biofilter GmbH ist ein einstufiges, biologisch arbeitendes Abluftreinigungssystem zur Reduzierung von Geruch, Staub, Ammoniak und Stickstoff aus einstreulosen Schweinehaltungsanlagen mit Oberflurabsaugung.

Die Abluft gelangt über synchron angesteuerte Ventilatoren in das außerhalb des Stalles modular aufgebaut aufgestaute Abluftreinigungssystem. Die Module sind horizontal nebeneinanderliegend aufgebaut. Das Filtermaterial besteht aus Weichholzhackschnitzeln, welche in regelmäßigen Intervallen von 6 Monaten erneuert bzw. ausgetauscht werden müssen. Das Filtermaterial wird mit Umlaufwasser berieselt, welches unterhalb der Filterschüttung in einer korrosionsbeständigen Wanne aufgefangen wird.

Das Umlaufwasser wird auf einen pH-Bereich zwischen 6 und 6,5 geregelt, um Mikroorganismen ein ge-

eignetes Milieu zu gewährleisten. Bei einer maximalen Leitfähigkeit von 25 mS/cm wird abgeschlammmt. Hierbei wird ein Alarm ausgelöst und ein Eintrag in das Betriebstagebuch vorgenommen.

Da die Anlage unter ähnlichen Bedingungen bereits 2006 auf Staub (Gesamtstaub) und Geruch geprüft wurde, wurde ein vereinfachtes Messprogramm durchlaufen. Laut einer Entscheidung durch die Prüfungskommission können die Messungen von 2006 ganz oder teilweise auf die aktuelle Prüfung übertragen werden, so dass die Geruchsmessungen in einem verkürzten Messumfang ablaufen konnten (4 Sommer- und 4 Wintermessungen). Auf Gesamtstaubmessungen konnte in dieser Prüfung ganz verzichtet werden, Feinstaubmessungen wurden jedoch gemäß Prüfrahmen durchgeführt. Im Fokus der Messungen für den vorliegenden Anlagentyp standen die Abscheidung von Ammoniak aus der Stall-

ablufte und der Rückhalt von stickstoffhaltigen Schadgasen.

In der Prüfung erreichte die Abluftreinigungsanlage einen Mindestabscheidegrad für Ammoniak im Winter von 91,1 % mit einer nachgewiesenen N-Entfrachtung von 78,2 %. Im Sommer wurden ein Mindestabscheidegrad von 88,1 % sowie eine N-Entfrachtung von 79,2 % ermittelt. Der Geruch wurde an jedem Messtag auf < 300 GE/m<sup>3</sup> reduziert. Rohgasgeruch konnte im Reingas zu keiner Zeit festgestellt werden. Feinstaub PM<sub>10</sub> wurde im Sommer auf mindestens 89,1 % bzw. 88,7 % im Winter reduziert. Feinstaub PM<sub>2,5</sub> wurde im Sommer mindestens um 92,0 % und im Winter um 97,4 % abgeschieden. Gesamtstaub wurde nicht gemessen, da dies bereits 2006 unter ähnlichen Bedingungen (Prüfbericht 5699) überprüft und anerkannt wurde. Damit konnten alle Anforderungen gemäß DLG-Prüfrahmen teilweise deutlich übertroffen werden.

Die dargestellten Daten zur Mindestabscheidung geben die untere Grenze des Vertrauensbereiches an. Zur Berechnung der Mindestabscheidung hinsichtlich Ammoniak

wird der Mittelwert aus allen gültigen Messwertpaaren gebildet und die Standardabweichung hiervon abgerechnet. Zur Berechnung der Mindestabscheidung für Staub wird

der kleinste gemessene Abscheidegrad zur Bewertung herangezogen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1:  
Ergebnisse der Emissionsmessungen

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung*
<b>Ergebnisse der Emissionsmessungen</b>		
<b>Gesamtstaub (gravimetrisch)<sup>[1]</sup></b>		
– Sommer (8 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] <sup>[2]</sup>	82,9	+
– Winter (4 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] <sup>[2]</sup>	80,0	+
<b>Feinstaub PM<sub>10</sub> (gravimetrisch)</b>		
– Sommer (2 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] <sup>[2]</sup>	89,1	+
– Winter (2 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] <sup>[2]</sup>	88,7	+
<b>Feinstaub PM<sub>2,5</sub> (gravimetrisch)</b>		
– Sommer (2 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] <sup>[2]</sup>	92,0	++
– Winter (2 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] <sup>[2]</sup>	97,4	++
<b>Ammoniak (jeweils 8 Wochen kontinuierlich gemessen)</b>		
– Sommer, Mindestabscheidegrad [%] <sup>[2]</sup>	88,1	+
– Winter, Mindestabscheidegrad [%] <sup>[2]</sup>	91,1	++
<b>N-Entfrachtung</b>		
– Sommer [%]	79,2	○
– Winter [%]	78,2	○
<b>Geruch</b>		
– Sommer (4 Messungen)	< 300 GE/m <sup>3</sup> und k.R.w.	k.B.
– Winter (4 Messungen)	< 300 GE/m <sup>3</sup> und k.R.w.	k.B.
<b>Verbrauchsmessungen (Mittelwerte pro Tag bzw. pro Tierplatz und Jahr)<sup>[3]</sup></b>		
<b>Frischwasserverbrauch</b>		
– Sommer [m <sup>3</sup> /d] / [m <sup>3</sup> /(TP · a)]	2,1 / 2,5	k.B.
– Winter [m <sup>3</sup> /d] / [m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,4 / 0,5	k.B.
– Jahresmittel [m <sup>3</sup> /d] / [m <sup>3</sup> / (TP · a)]	1,3 / 1,5	k.B.
<b>Abschlämmvolumen (leitfähigkeitsgesteuert)</b>		
– Sommer [m <sup>3</sup> /d] / [m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,54 / 0,63	k.B.
– Winter [m <sup>3</sup> /d] / [m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,21 / 0,25	k.B.
– Jahresmittel [m <sup>3</sup> /d] / [m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,38 / 0,44	k.B.
<b>Säureverbrauch (bezogen auf 96% Schwefelsäure)</b>		
– Sommer [kg/d] / [kg/(TP · a)]	2,59 / 3,03	k.B.
– Winter [kg/d] / [kg/(TP · a)]	0,97 / 1,14	k.B.
– Jahresmittel [kg/d] / [kg/(TP · a)]	1,78 / 2,09	k.B.
<b>Elektrischer Energieverbrauch<sup>[3]</sup></b>		
<b>Abluftreinigung</b>		
– Sommer [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	8,3 / 9,7	k.B.
– Winter [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	7,1 / 8,3	k.B.
– Jahresmittel [kWh/d] / [kWh/ (TP · a)]	7,7 / 9,0	k.B.
<b>Ventilatoren</b>		
– Sommer [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	47,2 / 55,2	k.B.
– Winter [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	5,3 / 6,2	k.B.
– Jahresmittel [kWh/d] / [kWh/ (TP · a)]	26,3 / 30,7	k.B.

(Fortsetzung von Tabelle 1 siehe nächste Seite)

(Fortsetzung von Tabelle 1)

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung*
<b>Betriebsverhalten</b>		
<b>Technische Betriebssicherheit</b>	Während des Messzeitraumes konnten keine Störungen festgestellt werden. Die Anlage lief durchwegs fehlerfrei.	+
<b>Haltbarkeit</b>	Es wurde kein nennenswerter Verschleiß während den Versuchsperioden festgestellt.	+
<b>Handhabung</b>		
<b>Betriebsanleitung</b>	Die Betriebsanleitung ist ausführlich, übersichtlich und mit Erklärung der durchzuführenden Wartungen und der automatischen Steuerung.	+
<b>Bedienung</b>	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.	k.B.
	Die Anlage muss kontinuierlich betrieben werden.	
<b>Wartung</b>	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 oder durch die Behörden möglich.	k.B.
<b>Reinigung der gesamten Anlage</b>	Nach jedem Mastdurchgang ist eine Reinigung des Vorfilters in der Umwälzrohrleitung durch den Betreiber durchzuführen. Das Filtermaterial selbst muss nicht speziell gereinigt werden.	k.B.
	Das Wasserbecken sowie Düsen können mittels Hochdruckreiniger gesäubert werden.	
<b>Filtermaterialwechsel</b>	Die Nutzungsdauer der Weichholzhackschnitzelschüttung beträgt höchstens 6 Monate. Danach muss das alte Material durch neues Material ausgetauscht werden.	k. B.
<b>Arbeitszeitbedarf</b>		
– für tägliche Kontrollen	Zeitbedarf pro Tag: ca. 2 Minuten	+
– für wöchentliche Kontrollen	Zeitbedarf pro Woche: ca. 15 Minuten	+
– für Wechsel des Filtermaterials	ca. 10 bis 15 Minuten pro Modul	k.B.
<b>Dokumentation</b>		
– Technische Dokumentation	Anforderungen erfüllt	+
– Elektronisches Betriebstagebuch	Anforderungen erfüllt	+
<b>Sicherheit</b>		
<b>Arbeitssicherheit</b>	bestätigt durch DPLF (Deutsche Prüf- und Zertifizierungsstelle für Land- und Forsttechnik)	k.B.
<b>Feuersicherheit</b>	ist nicht gefordert	k.B.
<b>Umweltsicherheit</b>		
<b>Verwertung</b>	Die Verwertung des verbrauchten Biofiltermaterials kann der landwirtschaftlichen Nutzung (z.B. Ausbringen auf Ackerboden) zugeführt werden. Bei der Lagerung und bei der Ausbringung sind die gesetzlichen Vorgaben zu beachten (Düngeverordnung, Bioabfallverordnung). Der Nachweis der ordnungsgemäßen Verwertung erfolgt durch den Anlagenbetreiber.	k.B.
	Entsorgung sonstiger Anlagenteile durch anerkannte Verwertungsbetriebe.	
<b>Gewährleistung</b>		
<b>Herstellergarantie</b>	2 Jahre Gewährleistung, ausgenommen Verbrauchsmaterial	k.B.

[1] Die Prüfung zum Nachweis der Gesamtstaubabscheidung wurde bereits 2006 durchgeführt. Die Ergebnisse der Gesamtstaubmessungen sind in Prüfbericht 5699 dargestellt.

[2] Der Mindestabscheidegrad bezüglich Staub ist der niedrigste Wert, der im Messzeitraum ermittelt wurde. Der Mindestabscheidegrad bezüglich Ammoniak ist der gemittelte Abscheidegrad abzüglich der Standardabweichung.

[3] Alle Jahresverbrauchsdaten beziehen sich auf eine Betriebsdauer von 365 Tagen im Jahr, um einen Vergleich mit anderen Anlagen zu ermöglichen. Aufgrund von Service- und Ruhezeiten kann der Verbrauch in der Praxis geringer ausfallen.

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

# Das Produkt

## Hersteller und Anmelder

Hagola Biofilter GmbH  
Hülsmeier Straße 52-54  
49406 Eydelstedt

Produkt:  
Abluftreinigungsanlage für die  
Schweinehaltung

Kontakt:  
Telefon 0049 (0)5442 804790  
Telefax 0049 (0)5442 8047911  
info@hagola-biofilter.de  
www.hagola-biofilter.de

## Beschreibung und Technische Daten

Die Abluftreinigungsanlage der Fa. Hagola Biofilter GmbH ist ein im Überdruck betriebenes, biologisch arbeitendes System zur Reinigung der Abluft aus einstreulosen Schweinehaltungsbetrieben. Das Filterprinzip beruht auf einer Biofiltertechnik. In Bild 2 ist das Prinzip des HAGOLA NH360° schematisch dargestellt. Die wichtigsten verfahrenstechnischen Parameter sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Eine vergleichbare Anlage ist bereits seit 2006 (Prüfbericht 5699) auf Gesamtstaub und Geruch zertifiziert.

Die Abluft wird über Ventilatoren aus dem Tierbereich abgesaugt und in das Abluftreinigungssystem befördert. Dieser besteht aus gleichgroßen Modulen (2,25 m x 2,25 m), dessen Schüttung horizontal schichtartig aufgebaut ist. Zuerst befinden sich nach unten geöffnete C-Profile, auf dem ein Holzrost zu liegen kommt. Die nächste Schicht besteht aus einem Kunststoffgitter, welches eine ca. 6 cm dicke Schicht aus recyceltem Kunststoff von der unterliegenden Schicht trennt. Diese Kunststoffteile dienen der Biologie als ständige Besiedelungsfläche für die Mikroorganismen. Als oberste Schicht dient eine ca. 30 cm dicke Lage aus Holzhackschnitzeln, welche in einem Netz eingebettet sind. Anhand dieses Netzes ist ein relativ einfacher Wechsel des Filtermaterials möglich. Die Holzhackschnitzel bestehen aus Weichholz, überwiegend Pappel- und Weidenholz. Die

Körnung liegt bei 30 bis 60 mm. Bei Erstinbetriebnahme wird das Material werksseitig mit einer Nährstofflösung beimpft um ein schnelleres Wachstum der Biologie zu ermöglichen. Das Material hat eine Nutzungsdauer von 6 Monaten und muss anschließend durch neues Material ausgetauscht werden.

Das Filtermaterial wird zyklisch (Intervall im Sommer und Winter: 3 min Betrieb, 15 min Pause) mit Sumpfwasser berieselt, welches unterhalb des Filters in einem geeigneten Speicherbecken (Sumpftasse) aufgefangen wird. Für die Berieselung wird ausschließlich Sumpfwasser verwendet. Der pH-Wert im Sumpfwasser liegt zwischen 6,0 und 6,5, was Voraussetzung für eine dauerhafte Abscheideleistung ist. Um den pH-Wert im Umlaufwasser auf den genannten Wert einzustellen, wird 96%ige Schwefelsäure in die Umwälzleitung über einen Vorratsbehälter zudosiert. Die Säuredosierung ist für den bestimmungskonformen Betrieb unerlässlich. Filtermaterialwechsel muss im manuellen, der pH-Wert im elektronischen Betriebstagebuch hinterlegt werden.

Pro Filter-Modul sind ca. 1,0 m<sup>3</sup> Wasserspeichervolumen notwendig. Bei 14 Modulen sind dementsprechend 14,0 m<sup>3</sup> Umlaufwasser in der Sumpftasse gespeichert. Ein Filter-Modul besitzt eine quadratische Form mit einer äußeren Kantenlänge von 2,25 m und somit eine Filterfläche von 5,06 m<sup>2</sup>. 14 Module haben dann eine Gesamterfläche von 70,84 m<sup>2</sup>. Aufgrund der Tatsache, dass die verbauten Module nicht gegeneinander abgetrennt sind, ist die Gesamterfläche gleich der Innenfläche eines Moduls multipliziert mit der Modulanzahl. Dies ist anders als in der DLG-Prüfung aus dem Jahr 2006.

Die maximal zulässige Filterflächenbelastung liegt bei 440 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> · h). Die Befeuchtungsintensität (Berieselungsdichte) kann im Sommer mit etwa 15,4 m<sup>3</sup>/d und Winter mit etwa 13,1 m<sup>3</sup>/d angegeben werden.

Die Berieselung über Rohrleitungen ist so angeordnet, dass eine homogene Bewässerung der Filtermodule gewährleistet werden kann. Das Umlaufwasser wird über eine Umwälzpumpe dem Sumpfwasser entnommen. Das Sumpfwasser befindet sich in einem Behälter unterhalb des Filtermaterials. Dieser dient zum Auffangen und Speichern des zur Berieselung verwendeten Umlaufwassers. Die zyklische Berieselung dient der Befeuchtung des Filtermaterials. Verdunstetes Umlaufwasser wird über eine separate Dosierstelle dem Sumpfwasser zugegeben, wobei die Zugabe ständig über Füllstandmesser überwacht und elektronisch geregelt wird. Die elektrische Leitfähigkeit des Umlaufwassers liegt bei maximal 25 mS/cm. Sobald dieser Wert erreicht wird, erfolgt eine Abschlammung des Sumpfwassers. Diese Verluste werden mit Frischwasser ausgeglichen. Die Einspeisung von Frischwasser erfolgt über ein elektrisch gesteuertes Ventil, welches über Füllstandsensoren in der Sumpftasse geregelt wird. Sowohl Frischwasserverbrauch und Abschlammmenge als auch elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert im Umlaufwasser müssen als Halbstundenmittelwerte im elektronischen Betriebstagebuch hinterlegt werden.

In der DLG-Prüfung wurden Gardena Micro DripSystem Sprühdüsen 180°, sowie Gardena Micro DripSystem Rotor-Sprühregner 360° zur Gewährleistung der Befeuchtung des Materials eingesetzt.

Um die erforderlichen pH-Werte im Umlaufwasser dauerhaft zu gewährleisten, verfügt die Abluftreinigungsanlage über eine Säuredosier-technik. Durch eine interne Umwälzung wird das Sumpfwasser intermittierend in Bewegung gehalten. In der Umwälz-Rohrleitung werden die Leitfähigkeit und der pH-Wert überprüft, welcher bei Bedarf die Säuredosier-technik aktiviert. Die Parameter pH-Wert und Leitfähigkeit werden ausschließlich während des Umwälzprozesses geregelt, um einen unkontrollierten Säureeintrag zu verhindern. Die Kontrolle des

Wasserstandes erfolgt über einen Füllstandsensoren (4-stufiger Magnetschwimmer), der die Befeuchtungspumpe (Umlaufwasser) und die Abschlämppumpe (Abschlämung bzw. Umwälzung) vor dem Trockenlaufen schützt. Die Füllstände werden zudem im Betriebsgebuch dokumentiert.

Für den fehler- und reibungslosen Betrieb der Stallanlage ist es erforderlich, dass alle eingesetzten Abluftventilatoren synchron (parallel) geregelt werden.

An der Referenzanlage wurden zwei synchron betriebene Abluft-

ventilatoren eingesetzt. Die erforderliche Abluftrate nach DIN 18910 wurde jederzeit eingehalten.

Zu Sicherstellung der in Tabelle 1 beschriebenen Abscheideleistungen ist es erforderlich, dass die Abluftreinigungsanlage kontinuierlich betrieben wird. Hierbei sind der Austausch des Filtermaterials spätestens nach 6 Monaten notwendig, sowie die Beachtung der notwendigen pH-Werte und der maximal zulässigen Leitfähigkeit unerlässlich. Die notwendige Befeuchtungsmenge des Filters ist in jedem Fall sicherzustellen.

## Gewährleistung

Der Hersteller gibt eine Garantie von zwei Jahren auf den Filter, welche den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage voraussetzt. Verbrauchsmaterial ist hiervon ausgenommen. Die Gewährleistung für elektrische Komponenten unterliegt den einzelnen Herstellern.

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

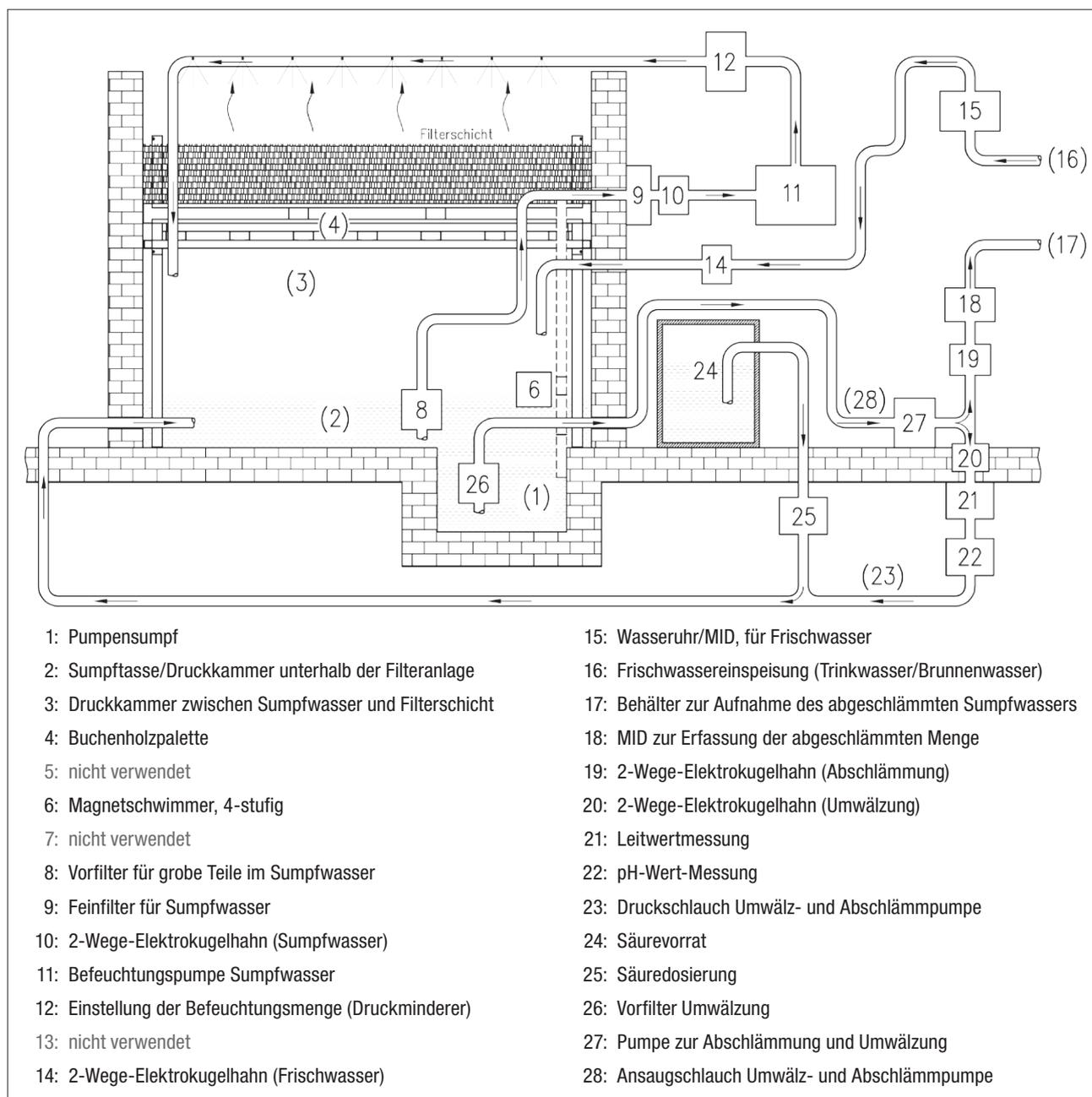


Bild 2:  
Schematische Darstellung der Abluftreinigungsanlage der Fa. Hagola Biofilter GmbH

Tabelle 2:  
Wichtige verfahrenstechnische Parameter des Hagola-Abluftreinigungssystems

Merkmal	Ergebnis / Wert
<b>Beschreibung</b>	
biologisch arbeitendes System mit zyklischer Befeuchtung und pH-Wert- sowie Leitwert-Regelung	
<b>Eignung</b>	
Reinigung von Abluft aus der einstreulosen Schweinehaltung durch Minderung von Geruch, Staub und Ammoniak	
<b>Dimensionierungsparameter Referenzanlage nach Herstellerangaben</b>	
<b>Filter</b>	
– Filterbreite/Filtertiefe [m]	2,25 / 2,25
– Schüttungshöhe Kunststoff-Recyclat/Filtermaterial [m]	0,06 / 0,3
– max. Anströmfläche [m <sup>2</sup> ]/Filtervolumen [m <sup>3</sup> ]	70,84 / 24,79
– minimale Verweilzeit bei Sommerluftraten [sek]	2,42
– maximale Anströmgeschwindigkeit [m/sek]	0,15
– maximale Filterflächenbelastung [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)]	440
– maximale Filtervolumenbelastung [m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> h)]	1486
– minimale Höhe zwischen Wasserspiegel und Unterkante Schüttung [m]	0,80
– Berieselungsdichte pro Modul (Sommer/Winter) [m <sup>3</sup> /h]	0,05 / 0,04
– maximaler Luftvolumenstrom pro Modul [m <sup>3</sup> /h]	2.228 [A]
<b>Abschlämmung</b>	
– Fassungsvermögen Wasserspeicher [m <sup>3</sup> ]	14
– Abschlämmrate am Referenzbetrieb Sommer/Winter [m <sup>3</sup> /d]	0,54 / 0,21
– Abschlämmrate am Referenzbetrieb Sommer/Winter [m <sup>3</sup> /(TP · a)]	0,63 / 0,25
– pH-Wert im Umlaufwasser [-]	6,0...6,5
– maximale Leitfähigkeit im Umlauf [mS/cm]	25
<b>Referenzbetrieb für durchgeführte Messungen (Mastschweinebetrieb, einstreulos, Rein-Raus-Verfahren)</b>	
– Tierplätze [Anzahl]	312
– Tiergruppe (Bucht) [Anzahl]	13
– Nutzfläche pro Tiergruppe (Buchtgröße) [m <sup>2</sup> ]	10,75
– Einstallgewicht [kg]	ca. 28
– Ausstallgewicht [kg]	ca. 120
– maximale Sommerluftrate gemäß DIN 18910 [m <sup>3</sup> /h]	28.080
– max. inst. Abluftrate der Abluftreinigungsanlage bei 120 Pa [m <sup>3</sup> /h]	37.900
– maximaler Druckverlust Filterschüttung (Sommer) [Pa] <sup>[1]</sup>	40
– maximaler Druckverlust Stall+Biofilter [Pa] <sup>[2]</sup>	120
– Anzahl der Lüfter [Stck]	2
– Nutzungsdauer des Filtermaterials [Monate]	6

[1] Der Filterdruckverlust kann in Abhängigkeit von der Betriebsdauer des Filtermaterials und dem Staubeintrag deutlich schwanken.

[2] Im Praxisbetrieb kommen v.a. bei hohen Sommerluftraten noch die Druckverluste durch die Querschnittsverengung der Ventilatoren hinzu. Bei den eingesetzten Ventilatoren (D= 920 mm) kann mit einem um ca. 40 Pa höheren Wert gerechnet werden.

Berichtigung für: [A] „2.700“

# Die Methode

Die Messungen wurden an einer Referenzanlage in Cloppenburg durchgeführt. Die Prüfung umfasste eine Sommer- und eine Wintermessung. Die Sommermessung fand von Juli bis September 2015 und die Wintermessung von Januar bis März 2016 statt. Bei der geprüften Anlage handelte es sich um eine Prototypanlage. Aufgrund der erfolgreich durchgeführten Messungen aus der Prüfung des Jahres 2006 hinsichtlich Staub und Geruch wurde nach Absprache mit der Prüfungskommission in diesen beiden Parametern ein verkürztes Messprogramm durchlaufen.

Im Referenzstall, an dem die Messungen durchgeführt wurden, waren 312 Mastschweine einstreulos eingestallt. Die Frischluft strömte über Zuluftventile, die über die Längsseite des Stallgebäudes angeordnet waren in das Stallgebäude ein. Die Abluft wurde aus dem Tierbereich mittels drei über die Länge mittig und gleichmäßig verteilt angeordneten Übergangskaminrohre in einen Sammelkanal abgeführt und mit Hilfe von zwei Abluftventilatoren durch die Filterschüttung gedrückt (Druckbetrieb). Die eingesetzten Abluftventilatoren können bei einem kalkulierten Gesamtdruckverlust von 125 Pa einen maximalen Luftvolumenstrom von 38.000 m<sup>3</sup>/h fördern.

Die Lüftungstechnik wurde gemäß DIN 18910 mit einer Luftrate mit 90 m<sup>3</sup>/h (bei 3 K) pro Tier ausgelegt. Der Stall wurde im Rein-Raus-Verfahren betrieben. Bei der Ausstallung wurde ein Endgewicht von 120 kg erreicht. Während des Untersuchungszeitraumes wurde im Sommer ein maximaler Luftvolumenstrom von etwa 38.000 m<sup>3</sup>/h ermittelt. Um alle Abscheideleistungen sicher gewährleisten zu können, ist eine maximale Filterflächenbelastung von 440 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>\*h) einzuhalten.

Der Stall war mit zwei Ventilatoren ausgerüstet, welche im Fußboden des zentralen Sammelkanals eingebaut waren. Sie wurden über den

gesamten Messzeitraum parallel betrieben. Der Stall wurde ausschließlich über Oberflurabsaugung entlüftet.

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 (geschätzt) 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 isokinetisch arbeitendes Probenahmesystem nach Paul Gothe gemäß VDI-Richtlinie 2066, Blatt 10 eingesetzt. Es kam ein Kaskadenimpaktor Johnas II nach Paul Gothe mit Rundfilter (Ø 50 mm im Roh- und Reingas) zum Einsatz.

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

Nach dem DLG-Prüfrahmen darf ein Abscheidegrad von 70 % nicht unterschritten werden. Dies gilt für alle Gesamtstaub- und Feinstaubmessungen (PM<sub>10</sub>-Fraktion und PM<sub>2,5</sub>-Fraktion). Als Mindestabscheidegrad wird die kleinste Ab-

scheideleistung anerkannt, die sich aus allen durchgeführten Messungen an den Messtagen ergibt.

## Ammoniak

Die Ammoniakmessungen im Roh- und Reingasbereich erfolgten über den gesamten Untersuchungszeitraum kontinuierlich mittels FTIR-Spektroskopie in Anlehnung an KT-BL-Schrift 401 und DIN EN 15483, wobei das Messgas über einen Messgasumschalter geführt wurde. Das Gerät wurde regelmäßig kalibriert. Parallel zur kontinuierlich durchgeführten Messung 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. Im Rohgas wurde ein Staubfilter an der Absaugstelle installiert, um die Messzelle zu schützen.

Zur Überprüfung der Ammoniak-Konzentration im Tierbereich wurde zudem in einer repräsentativen Bucht eine Messstelle für eine kontinuierliche Ammoniakmessung auf Tierhöhe eingerichtet. Laut TierSchNutzTV ist eine maximal zulässige Ammoniak-Konzentration von 20 ppm auf Tierhöhe einzuhalten.

Nach dem DLG-Prüfrahmen darf kein Halbstundenmittelwert der NH<sub>3</sub>-Abscheidung einen Wert von 70 % unterschreiten, muss also dauerhaft über 70 % liegen. Der anzuerkennende Mindestabscheidegrad wird aus dem mittleren Abscheidegrad aller Ergebnisse abzüglich deren Standardabweichung ermittelt.

## Aerosol-Austrag

Stickstoffhaltige Aerosole werden als NH<sub>3</sub>-Aerosole über Tropfenabbriss aus den Filterwänden von Abluftreinigungsanlagen angetrieben und vom Abluftstrom mitgerissen.

So gelangt der ursprünglich abge-  
schiedene Stickstoff unbeabsichtigt  
wieder in die Umwelt.

Zur Bestimmung des Aerosolaustra-  
ges an chemischen Abluftreini-  
gungsanlagen wird die Abluft über  
Waschflaschen mit 100 ml Absorp-  
tionslösung (0,01 n Schwefelsäure)  
geleitet. Um den Aerosolaustrag be-  
stimmen zu können, wird parallel  
dazu eine Probe in 0,1 mol/l Bor-  
säurelösung genommen und die  
Differenz bestimmt. Die Analytik  
erfolgt nach dem Indophenol-Ver-  
fahren. Die Konzentration an Am-  
moniak in den Probelösungen wird  
photometrisch bestimmt.

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

Nach derzeitigem Wissensstand ist  
der Aerosol-Austrag wie oben be-  
schrieben quantitativ bei biologi-  
schen Verfahren nicht bestimmbar.  
Eine Abschätzung des Aerosolaus-  
trages ist qualitativ unter „Testergeb-  
nisse im Detail“ beschrieben.

### **N-Bilanz, N-Entfrachtung**

Die Stickstoffabscheidung der Ab-  
luftreinigungsanlage wurde über  
eine N-Bilanzierung unter Berück-  
sichtigung der Ammoniakfrachten  
(im Roh- und Reingas), des Aerosol-  
austrages, der im Roh- und Reingas  
enthaltenen Stickoxide sowie der  
im Waschwasser gelösten anorgani-  
schen Stickstoffverbindungen je-  
weils vierwöchig während der Som-  
mer- und Wintermessung verifiziert.  
Bei einem biologisch arbeitenden  
System muss das Prozesswasser  
auch auf die Konzentration von  
Ammonium, Nitrat und Nitrit analy-  
siert werden.

Zur Bestimmung der eigentlichen  
N-Entfrachtung wird die entnom-  
mene anorganische N-Masse mit  
der rohgasseitig eintretenden N-  
Fracht ins Verhältnis gesetzt. Das  
bedeutet, dass der durch die Abluft-  
reinigungsanlage tatsächlich abge-  
schiedene Stickstoff aus dem Am-  
moniak des Rohgases, im Wasch-  
wasser und in den Holzhackschnit-  
zeln sowie als NH<sub>3</sub>-Restemission im  
Reingas nachgewiesen wurde.

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

- alle relevanten Stickstoffverbin-  
dungen und deren Verbleib  
nachgewiesen werden,
- gemessen wird, ob nennenswer-  
te Mengen an klimarelevanten  
Gasen wie NO, NO<sub>2</sub> oder N<sub>2</sub>O  
emittieren,
- bei Fehlfunktionen biologisch  
arbeitender Systeme nitrose Gas  
emittieren,
- der Stickstoffgehalt des Ab-  
schlammwassers bekannt und  
dessen Düngewert quantifiziert  
wird.

Nach DLG-Prüfrahmen muss die  
N-Entfrachtung innerhalb der Stick-  
stoffbilanz während der Sommer-  
und Wintermessung jeweils  $\geq 70\%$   
betragen.

### **Geruch**

Die Ermittlung der Geruchsstoffkon-  
zentration wurde mittels dynami-  
scher Olfaktometrie in Anlehnung  
an die DIN EN 13725 nach dem Ja/  
Nein- Verfahren durch Verdünnung  
bis zur Geruchsschwelle durchge-  
führt. Die Probenentnahme auf der  
Roh- und Reingasseite wurden mit-  
tels Unterdruckprobennehmer  
(CSD-30) durchgeführt. Die Ge-  
ruchsprobenauswertung fand an  
einem Olfaktometer T08 der Firma  
Ecoma GmbH statt. Die Überprü-  
fung der Probanden mit Standard-  
geruchsstoff (n-Butanol) wurde an  
jedem Messtermin durchgeführt.  
Zum Nachweis der Geruchsab-  
scheidung wurden in 14tägigem  
Rhythmus Geruchsproben gezogen.  
Da bereits 2006 eine größtenteils  
identische Abluftreinigungsanlage  
geprüft und zertifiziert wurde,  
wurde nach Absprache mit der  
DLG-Prüfungskommission ein ver-  
kürztes Messprogramm durchge-  
führt.

Die Geruchsprobennahme im  
Reingas erfolgte auf der Filterschüt-  
tung, wobei eine geeignete Abde-  
ckung auf dem Filter für eine reprä-  
sentative Probennahme sorgte.  
An jedem Messtag für Geruch  
wurden drei Proben im Roh- und  
drei Proben im Reingas zeitgleich  
genommen.

Nach DLG-Prüfrahmen muss die  
Reingaskonzentration bei  $\leq 300$  GE/  
m<sup>3</sup> liegen und es darf kein typischer  
Rohgasgeruch (Schwein) in der  
Reingas wahrgenommen werden  
können (k.R.w.).

### **Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung**

Der Verbrauch von Frischwasser  
und elektrischer Energie wurde  
über die Erfassung der entsprechen-  
den Zählerstände bestimmt. Für die  
Lüftung und die Abluftreinigungsan-  
lage wurden hierbei zwei separate  
Stromzähler verwendet. Der Frisch-  
wasserverbrauch und die Menge an  
Umlaufwasser wurden hierbei  
ebenfalls über zwei separate Was-  
serzähler bestimmt. Der Säurever-  
brauch in der Prüfungsphase wurde  
mittels eines geeigneten Wägesys-  
tems (Kraftaufnehmer bzw. Wäge-  
zelle) ermittelt. Zur Dokumentation  
der Umgebungsbedingungen wur-  
den an den Messtagen die Außen-  
und Stallinnentemperaturen erfasst.

Zusätzlich wurden die Parameter  
Tierzahlen und Tiergewichte doku-  
mentiert. Weiterhin wurden die  
Messwerte pH-Wert und elektri-  
sche Leitfähigkeit im Prozesswasser  
ermittelt und mit den anlagenseitig  
im elektronischen Betriebstagebuch  
aufgezeichneten Daten verglichen  
und auf Plausibilität überprüft.

Als Verbrauchswerte werden Tages-  
mittelwerte angegeben, die auf eine  
gesamte Mastperiode am Referenz-  
stall bezogen sind. Die angegebene  
Jahresdurchschnittswerte be-  
ziehen sich auf die maximale Tier-  
platzzahl im Stall (312 Tiere) und  
auf eine Laufzeit der Anlage von  
365 Tagen im Jahr.

### **Betriebsicherheit und Haltbarkeit**

Die Betriebsicherheit und Haltbar-  
keit wurde beurteilt und dokumen-  
tiert. Eventuell auftretende Störun-  
gen an der Gesamtanlage sowie an  
technischen Komponenten im Prü-  
fungszeitraum wurden ebenfalls do-  
kumentiert. Ergänzend wurden auf-  
tretende Korrosionsschäden und die  
Haltbarkeit im Dauereinsatz bewert-  
et.

## 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 Para-

meter 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 (bei Biofilter-Systemen: Außentemperatur statt Reingastemperatur)
- pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit
- elektrischer Stromverbrauch der Abluftreinigungsanlage

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 dem Abluftreinigungssystem der Firma Hagola GmbH überprüft.

## Umweltsicherheit

Der Prüfungsbereich Umweltsicherheit umfasst eine Beurteilung eventueller, für den Anlagenbetrieb nötiger Betriebsstoffe wie z.B. Säure. Beurteilt wurde die stoffliche Verwertung des abgeschlammten Prozesswassers sowie der Demontage und Entsorgung von Anlagenteilen. Zudem wurden 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

## Staub

Da die vorliegende Referenzanlage im Vergleich zur bereits geprüften Anlage aus dem Jahr 2006 nahezu identisch aufgebaut war, wurde das Messprogramm dahingehend angepasst, dass die fehlenden Feinstaubmessungen (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>) aus der Prüfung 2006 nachgeholt wurden. Die vorliegenden Ergebnisse für die Bestimmung der Gesamtstaubabscheidung konnten aufgrund der Vergleichbarkeit beider Filtersysteme aus der damaligen Prüfung anerkannt werden. Im Sommer wurde ein Mindestabscheidegrad von 82,9% und im Winter von 80% erreicht.

Insgesamt wurden zwei Feinstaubmessungen in jeder Messperiode durchgeführt. Die ermittelten Ergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt. Im Sommer wurden mindestens 89,1% (PM<sub>10</sub>) bzw. 92,0% (PM<sub>2,5</sub>)

abgeschieden. Unter Winterbedingungen konnten Mindestabscheidegrade von 88,7% (PM<sub>10</sub>) und 97,4% (PM<sub>2,5</sub>) erreicht werden.

Die dargestellten Randparameter wurden jeweils zum Zeitpunkt der Staubmessung erhoben. Volumenstrom und Druckverlustangaben sind Mittelwerte, die im Messzeitraum aus den DLG-Datenaufzeichnungen (Minutenmesswerte) berechnet wurden.

Durch die ausreichende Bewässerung der Filterschüttung und einer minimalen Kontaktzeit der Abluft von ca. 2,4 Sekunden (bezogen auf die zertifizierte Filterflächenbelastung) kann der HAGOLA NH360° die Mindestanforderungen hinsichtlich Staub von 70% in der einstreulosen Schweinehaltung sicher gewährleisten.

Die höheren Abscheideleistungen der Feinstaubfraktion PM<sub>2,5</sub> zu PM<sub>10</sub>

lassen sich dadurch erklären, dass es durch den Waschprozess zur Bildung von Tröpfchen (Agglomeration) im Größenbereich 2,5 bis 10 µm kommt, welche bei der Staubmessung 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

Während der Sommer- und Wintermessungen wurden im Rohgas überwiegend Konzentrationen von 10 bis 20 ppm gemessen. Nur in sehr wenigen Ausnahmefällen (z.B. bei Ausstellungsaktivitäten) wurde der zulässige Wert von 20 ppm kurzzeitig überschritten. Diese Konzentrationen wurden im zentralen Sammelkanal gemessen, konnten

aber auch von der kontinuierlichen Ammoniakmessung auf Tierhöhe in einer repräsentativen Bucht bestätigt werden. Die Anforderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) mit einer maximalen Konzentration von 20 ppm auf Tierhöhe wurde somit eingehalten.

Eine Bewertung der NH<sub>3</sub>-Abscheidung erfolgt erst ab einer Reingas-

konzentration von  $\geq 1,0$  ppm, da die untere Bestimmungsgrenze des kontinuierlichen Messgerätes eine einwandfreie Bewertung unterhalb dieses Wertes nicht ermöglicht. Aus diesem Grund wurden alle Reingaswerte von  $< 1$  ppm auf 1 ppm angehoben. Abscheidewerte, die durch diese Maßnahme die DLG-Anforderungen von 70% nicht erreichen, würden eliminiert. Bei der Prüfung des Hagola-Systems

war dies nicht der Fall. Rohgasseitig wurden keine Konzentrationen  $< 1$  ppm gemessen.

In Bild 3 sind die Ammoniakkonzentrationen und der Abscheidegrad exemplarisch aus der Wintermessung dargestellt.

Aufgrund einiger, weniger Messunterbrechungen (Stromausfall, Messausfall) konnten nicht alle Halbstundennittelwerte innerhalb der acht-

Tabelle 3:  
Messergebnisse zur Emissionsminderung (Feinstaub) am HAGOLA NH360°

Datum	Sommermessung		Wintermessung	
	25.08.15	15.09.15	16.02.16	15.03.16
Mastverlauf	86. Masttag	107. Masttag	30. Masttag	58. Masttag
<b>Umgebungs- und Randbedingungen<sup>[1]</sup></b>				
rel. Außenluftfeuchte [%rF]	90	81	60	75
Umgebungstemperatur [°C]	19,4	15,3	1,6	7,1
Rohgas-/Reingasfeuchte [%rF]	80 / 100	77 / 96	82 / 100	81 / 100
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	20,6 / 19,7	17,6 / 15,3	14,3 / 13,8	17,0 / 16,2
Tierzahl im Stall [Stck]	308	282	311	309
Mittleres Tiergewicht [kg]	100	121	43	73
Luftvolumenstrom gesamt [m <sup>3</sup> /h]	36.000	18.300	7.300	14.400
Druckverlust Filter [Pa]	30,0	--	0,5	7,3
Druckverlust Stall+Filter [Pa] <sup>[2]</sup>	113,4	--	18,8	31,4
<b>Feinstaub PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub> (normiert)</b>				
Rohgas [mg/m <sup>3</sup> ]	0,64 / 0,54	0,33 / 0,25	0,62 / 0,38	0,62 / 0,38
Reingas [mg/m <sup>3</sup> ]	0,07 / 0,04	0,03 / 0,02	0,03 / 0,01	0,07 / 0,01
mittlerer Abscheidegrad [%]	89,1 / 92,6	90,9 / 92,0	95,2 / 97,4	88,7 / 97,4
Mindestabscheidegrad [%]	89,1 / 92,0		88,7 / 97,4	

[1] Daten wurden zum Zeitpunkt der Staubbmessung erhoben.

[2] Daten wurden ohne Einfluss der Kanalquerschnittsverengung am Ventilator erhoben.

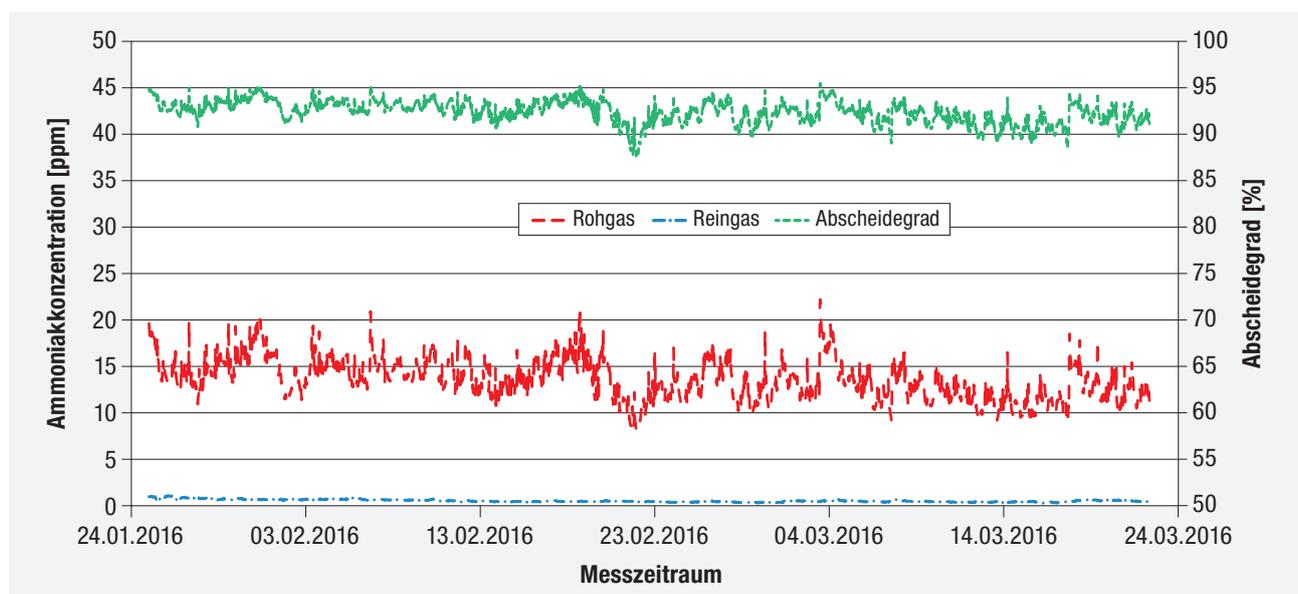


Bild 3:  
Abscheidegrad und Verlauf der Ammoniakkonzentration im Roh- und Reingas während der Wintermessung

wöchigen Messungen verwendet werden. Insgesamt standen aber rund 2.600 Messwertpaare im Sommer und etwa 2.700 Messwertpaare im Winter zur Verfügung. Störungen der Funktionalität oder andere Einbrüche der Abscheideleistung traten im Messzeitraum nicht auf.

Eine wirkungsvolle Ammoniakabscheidung und ein ordnungsgemäßer Betrieb sind nur bei Zugabe von Säure bei den beschriebenen Betriebsbedingungen sichergestellt. Eine Säurevorlage muss daher in ausreichender Menge bereitgestellt werden. Eine Vorlage der Chemikalien in Form eines IBC-Containers ist zu empfehlen.

### Aerosol-Austrag

Der Aerosol-Austrag am HAGOLA NH360° der Firma Hagola konnte messtechnisch nicht bestimmt werden. Die unter „Methode“ beschrie-

bene Messmethodik ist aufgrund der baulichen Gegebenheiten (intervallweise Beregnung der Filterschüttung) nicht durchführbar.

Aufgrund der maximalen Lufrate von etwa 38.000 m<sup>3</sup>/h und der Filterfläche von 70,84 m<sup>2</sup> ergibt sich eine Luftgeschwindigkeit von nur 0,15 m/s, so dass ein Mitreißen der Wassertröpfchen in den Bedüsungspausen verhindert wird. Während der Beregnung entstehen überwiegend sehr große Tropfen die aufgrund der Masseträgheit eher diejenige Richtung einschlagen, die durch die Düsen vorgegeben ist. Durch eine entsprechend hohe Seitenwand an der Schüttung (0,5 m) kann ein signifikanter Austrag nachhaltig verhindert werden. Nur bei extremen Windverhältnissen oder falsch eingestellten Düsensträngen ist ein Mitreißen über die Seitenwand hinaus möglich. Dies kann aber nicht messtechnisch erfasst

werden sondern lediglich visuell festgestellt werden. Aus diesem Grund wird empfohlen, bei entsprechenden Beobachtungen (z.B. häufig nasser Bodenbereich in der Nähe des Filters) entsprechende Optimierungen durchzuführen (Düsenstränge kontrollieren, Seitenwand erhöhen).

### Geruch

Da das Verfahren bereits 2006 seine Eignung hinsichtlich Geruch in ausreichender Form nachgewiesen hatte, wurden in dieser Prüfung nur orientierende Geruchsmessungen durchgeführt und bewertet. Es wurden Geruchsmessungen an insgesamt acht Messtagen durchgeführt, wobei vier Messungen unter Sommer- und vier Messungen unter Winterbedingungen durchgeführt wurden.

Die Messwerte sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4:

Messergebnisse zur Emissionsminderung (Geruch) am HAGOLA NH360°

Datum	Sommer				Winter			
	04.08.15	25.08.15	08.09.15	15.09.15	02.02.16	23.02.16	08.03.16	22.03.16
<b>Mastverlauf</b>	<b>65. Masttag</b>	<b>86. Masttag</b>	<b>100. Masttag</b>	<b>107. Masttag</b>	<b>16. Masttag</b>	<b>37. Masttag</b>	<b>51. Masttag</b>	<b>65. Masttag</b>
Bemerkungen	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Bedingungen<sup>[1]</sup></b>								
rel. Außenluftfeuchte [%rF]	74	90	100	81	67	75	80	63
Umgebungstemperatur [°C]	24,5	19	16,1	15	9,0	4,9	2,5	6,9
Rohgas-/Reingasfeuchte [%rF]	70 / 96	80 / 100	89 / 100	77 / 96	66 / 96	67 / 92	73 / 94	63 / 95
Rohgas-/Reingastemp. [°C]	26,6 / 24,0	20,6 / 19,7	19,7 / 18,0	17,6 / 15,3	16,7 / 13,6	15,4 / 13,2	15,1 / 12,3	17,3 / 15,2
Tierzahl im Stall [Stck]	309	308	308	282	311	311	310	308
Mittleres Tiergewicht [kg]	79	100	114	121	34	49	67	79
Luftvolumenstrom ges. [m <sup>3</sup> /h]	37.050	32.270	27.340	17.550	8.730	10.930	9.820	15.170
Filterflächenbelastung [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> · h)]	523	456	386	248	123	154	139	214
<b>Geruch<sup>[2]</sup></b>								
Rohgas [GE/m <sup>3</sup> ]	326	470	349	752	2298	1491	813	1194
Reingas [GE/m <sup>3</sup> ]	142	199	174	140	256	246	178	209
Rohgas-Geruchsmassenstrom [Mio GE/h]	12,1	15,2	9,5	13,2	20,1	16,3	8,0	18,1
Reingas-Geruchsmassenstrom [Mio GE/h]	5,3	6,4	4,8	2,5	2,2	2,7	1,7	3,2
spez. Geruchsmassenstrom Rohgas [GE/(GV · s)]	69	68	38	54	264	148	53	103
spez. Geruchsmassenstrom Reingas [GE/(GV · s)]	30	29	19	10	29	25	12	18
Rohgasgeruch im Reingas wahrnehmbar?	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein

[1] Daten wurden zum Zeitpunkt der Geruchsmessung erhoben.

[2] geometrischer Mittelwert aus 3 Einzelmessungen.

Aus den vorliegenden Messdaten ist ersichtlich, dass bei einer Filterflächenbelastung bis maximal 440 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h) und einer elektrischen Leitfähigkeit bis maximal 25 mS/cm eine dauerhafte Reduktion der Geruchsstoffe gewährleistet ist. Es wurde in keiner Reingasprobe Rohgasgeruch festgestellt.

## N-Bilanz und N-Entfrachtung

Zum Nachweis der tatsächlichen N-Entfrachtung wurde eine N-Bilanzierung durchgeführt. Hierbei wurde dem Rohgaseintrag der Reingasaustrag mit dem Prozess- und Abschlammwasser, sowie der Anreicherung von Stickstoff in der Filterschüttung gegenübergestellt.

Tabelle 5 fasst die ermittelten Ergebnisse der Abscheideleistung (Roh- und Reingasemissionen), N-Bilanz und N-Entfrachtung zusammen, die in den jeweiligen Messzeiträumen ermittelt wurden.

Die Wiederfindungsrate des Stickstoffs lag in der Sommermessung bei 86,0% und in der Wintermessung bei 88,7%.

Die Werte für die N-Entfrachtung lagen im Sommer bei 79,2% und im Winter bei 78,2%.

Gemäß des DLG-Prüfrahmens muss die N-Entfrachtung während des Untersuchungszeitraumes (jeweils Winter- und Sommermessungen) immer über 70% liegen. Die Mindestanforderung nach DLG-Prüfrahmen wurde im Untersuchungszeitraum erreicht und teilweise deutlich übertroffen.

## Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung

Die im Prüfbericht angegebenen Verbrauchswerte sind auf Jahresverbrauchswerte (365 Tage) normiert, um einen Vergleich mit anderen Herstellern zu ermöglichen.

Würde man die ermittelten Verbrauchsdaten unter Berücksichtigung der Service- und Stillstandszeiträumen angeben, so würden die Verbrauchswerte entsprechend niedriger ausfallen. Die Jahresver-

Tabelle 5:

Messergebnisse (N-Bilanzierung und Waschwasserzusammensetzung) des HAGOLA-NH360°

		Sommermessung	Wintermessung
NH <sub>3</sub> -N Rohluft-Eintrag	[kg]	235,8	47,8
NH <sub>3</sub> -N Reinluft-Austrag	[kg]	16,0	1,2
Differenz	[kg]	219,8	46,6
Ammonium-N (NH <sub>4</sub> -N)	[mg/l]	2100...3800	3900...4100
Nitrit-N (NO <sub>2</sub> -N)	[mg/l]	0...350	0
Nitrat-N (NO <sub>3</sub> -N)	[mg/l]	1000...2600	1800...2100
pH-Wert*	[-]	5,1...6,3	5,5...6,5
Leitfähigkeit	[mS/cm]	13,4...28,8	22,5...28,2
N <sub>anorg.</sub> -Prozesswasser (delta)	[kg]	42,9	-7,9
N <sub>anorg.</sub> -Abwasser	[kg]	97,2	35,2
N <sub>anorg.</sub> -Bioschüttung (Anreicherung)	[kg]	46,7	10,1
Reinluft (sonstige N-Verbindungen)	[kg]	0,0	3,8
Wiederfindungsrate N-Bilanz	[%]	86,0	88,7
N-Entfrachtung	[%]	79,2	78,2

\* In der Sommermessung wurde zunächst ein niedriger pH-Wert gefahren, um die Abscheideleistung zu erhöhen. In der darauffolgenden Wintermessung wurde festgestellt, dass auch bei höheren pH-Werten ausreichend hohe Abscheideleistungen erreicht werden können.

brauchswerte sind jeweils bezogen auf den maximalen Tierbestand (312 Tiere).

## Wasserverbrauch

Um die Wasserverluste durch Abschlammung und Verdunstung auszugleichen, muss Frischwasser in das System zugeführt werden.

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

Im Jahresmittel (Sommer und Winter) wurden 1,3 m<sup>3</sup>/d an Frischwasser verbraucht, dies entspricht einem Jahresverbrauch von 1,5 m<sup>3</sup>/TP.

Alle gemessenen Daten sind in Tabelle 1 dargestellt.

## Verbrauch an elektrischer Energie

Die größten elektrischen Verbraucher an der Abluftreinigungsanlage sind die beiden Pumpen (Umwälzung/Abschlammung und Befeuchtung), die mehrmals pro Tag betrieben werden.

Im Stallbereich sind die Abluftventilatoren die größten Verbraucher, welche aufgrund des zusätzlichen Druckverlustes des Abluftreini-

gungssystems 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.

Der Stromverbrauch der Pumpen lag im Sommer und Winter annähernd gleichauf. Im Jahresdurchschnitt wurden 7,7 kWh pro Tag bzw. 9,0 kWh/(TP·a) verbraucht.

Die Ventilation im Stall verbrauchte im Jahresdurchschnitt 26,3 kWh/d bzw. 30,7 kWh/(TP·a). Der hohe Unterschied zwischen Sommer und Winter liegt am erhöhten Lüftungsbedarf in der Sommerperiode. Während des Prüfzeitraumes wurde im Sommer annähernd 4mal so viel Stallluft transportiert wie im Winter.

## 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 Umlaufwasser auf 6,0...6,5 geregelt. Auf das Jahr umgerechnet wurden durchschnittlich 1,78 kg/d bzw. 2,09 kg/(TP·a) verbraucht. Es wurde während des gesamten Prüfungszeitraumes 96%ige Schwefelsäure zur pH-Wert-Regelung eingesetzt.

Eine sichere Anlagenfunktion mit den dargestellten Wirkungsgraden ist nur mit einer ordnungsgemäß betriebenen pH-Wert-Regelung möglich. Die Schwefelsäure kann sowohl aus gängigen 25-L-Gebinden (kleine Ställe) als auch aus IBC-Containern zudosiert werden.

Der Verbrauch an Säure und anderen, im Einsatz befindlichen Additiven, muss über entsprechende Aufzeichnungen nachgewiesen werden. Der Einsatz von Alkalien zur pH-Wert-Regelung war während des gesamten Prüfungszeitraumes nicht notwendig.

### **Betriebssicherheit und Haltbarkeit**

An der gesamten Abluftreinigungsanlage sind während der Prüfung keine nennenswerten Schäden oder Verschleißerscheinungen aufgetreten. Der Betrieb der Filteranlage lief über weite Strecken störungsfrei. Lediglich einige wenige Fehler traten beim Pumpenbetrieb auf, die aber kaum Einfluss auf die Funktion der Anlage hatten.

Der Korrosionsschutz der einzelnen Anlagenteile erschien, soweit während der Prüfungsdauer zu beobachten war, ausreichend dauerhaft. Die Sumpftasse war mit säurebeständigen Beton ausgegossen. Die Filterschüttung war auf Kunststoff gelagert. Nach außen hin war zur Vermeidung von Wasserausträgen eine Schutzwand aus Edelstahl installiert.

Bei Einsatz von Brunnenwasser oder entsprechender Fütterung kann der pH-Wert unter den angegebenen Wert von 6,0 sinken. Sollte ein pH-Wert von unter 5 erreicht werden, so ist der Service zu informieren.

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

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

Die pH-Wert-Sensoren müssen vor jedem neuen Mastdurchgang 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.

Nach Wechsel des Filtermaterials benötigt das biologisch arbeitende System aufgrund der verbauten Kunststoffschicht eine kurze Anlaufphase, um einen ordnungsgemäßen Betrieb zur Geruchsstoffabscheidung sicher zu stellen. Während der Wiederanlaufphase muss das Prozesswasser sofort auf den erforderlichen pH-Wert zwischen 6,0 und 6,5 eingeregelt werden, um eine sofortige Ammoniakabscheidung von mindestens 70% sicherzustellen.

### **Dokumentation**

Das elektronische Betriebstagebuch ermöglicht eine lückenlose Aufzeichnung der für den sicheren Anlagenbetrieb 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 überführt werden. Eine detaillierte Darstellung der aufgezeichneten Daten findet sich in Tabelle 6.

### **Umweltsicherheit**

Das Prozesswasser von Abluftreinigungsanlagen unterliegt üblicherweise der Wassergefährdungsklasse 1 nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Hierbei müssen entsprechende rechtliche Anforderungen (VAwS, AwSV) eingehalten werden.

Das abgeschlammte Wasser kann in einem geeigneten Behälter (WHG-konform) zwischengelagert werden. Der Lagerzeitraum richtet sich nach der aktuellen Düngeverordnung, die den Lagerzeitraum von Flüssigmist vorschreibt. Die Verwertung erfolgt nach ordnungsgemäßer landwirtschaftlicher Praxis auf landwirtschaftlichen Nutzflächen gemäß Düngeverordnung. Die Zusammensetzung des Waschwassers geht aus Tabelle 5 hervor.

Bei der Ausbringung des verbrauchten Filtermaterials ist die Düngeverordnung und die Bioabfallverordnung 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

Die Schwefelsäuregebilde müssen 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 Abluftreinigungssystems der Firma Hagola wurde durch die Deutsche Prüf- und Zertifizierungsstelle für Land- und Forsttechnik (DPLF) begutachtet und bewertet. Gegen die Verwendung der Anlage bestehen aus arbeitssicherheits-technischer Sicht keine Bedenken.

Tabelle 6:  
Erfüllung der Anforderungen an das elektronische Betriebstagebuch der Firma Hagola

	voll erfüllt	teilw. erfüllt	nicht erfüllt	Bemerkungen
Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage	X			wird mittels einer elektronischen Differenzdruckdose erfasst und gespeichert
Luftdurchsatz Abluftreinigungsanlage	X			eine Kennlinie in 5 Schritten an der Anlage wird erstellt und im Lüftungscomputer hinterlegt
Berieselungsintervalle und Berieselungsmenge, Pumpenlaufzeit	X			wird mit Start- und Endzeit hinterlegt und gespeichert
Gesamtfrischwasserverbrauch des Filters	X			wird mithilfe eines mechanischen Wasserzählers mit Impulsgeber protokolliert
Abgeschlammte Wassermenge	X			wird über einen Durchflussmesser erfasst und gespeichert
Roh- und Reingastemperatur	X			es werden Roh- und Außentemperatur über Thermofühler aufgezeichnet
Sprühbildkontrolle	X			wird hinterlegt
Wartungs- und Reparaturzeiten	X			wird hinterlegt
pH-Wert u. Leitfähigkeit im Waschwasser	X			wird in der Umwälzleitung erfasst und im EBTB abgespeichert
Kalibrierung der pH-Wert-Sensoren und der Leitfähigkeitsmessung	X			wird hinterlegt
Nachweis Verbrauch an Additiven	X			die Säuredosierung wird mit Start- und Endzeit erfasst und gespeichert
elektr. Stromverbrauch ARA	X			wird über Stromzähler erfasst und gespeichert
Wechsel des Filtermaterials	X			wird im Tagebuch hinterlegt (Ereignisliste)

## Fazit

Der HAGOLA NH360° der Firma Hagola GmbH eignet sich zur Emissionsminderung von Staub, Ammoniak (N-Entfrachtung) und Geruch aus dem Abluftstrom einstreuloser Schweinehaltungsanlagen mit Oberflurabsaugung.

Um eine sichere Geruchsstoffreduzierung zu gewährleisten (Geruchsstoffkonzentration  $\leq 300 \text{ GE/m}^3$  ohne Rohgasgeruch wahrzunehmen) muss eine maximale Filterflä-

chenbelastung von  $440 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  eingehalten werden. Der pH-Wert im Prozesswasser liegt im ordnungsgemäßen Betrieb zwischen 6,0 und 6,5. Die maximale Leitfähigkeit liegt bei  $25 \text{ mS/cm}$ .

Bei Einhaltung aller verfahrenstechnischen Parameter werden die Mindestanforderungen des DLG-Prüfrahmens zur Geruchsstoffreduktion eingehalten. Bezüglich Staub- und Ammoniakabscheidung

werden diese teilweise deutlich übertroffen. Die gemittelten Ergebnisse aller Messungen liegen bei der Staubabscheidung bei 95,3 % (Gesamtstaub), 88,9 % ( $\text{PM}_{10}$ ) und 94,7 % ( $\text{PM}_{2,5}$ ). Ammoniak wurde insgesamt gemittelt zu 91,7 % abgeschieden. Stickstoff wurde zu 78,7 % aus dem System ausgetragen (N-Entfrachtung).

# Weitere Informationen

Weitere Tests zu Abluftreinigungsanlagen können unter [www.dlg-test.de/stallbau](http://www.dlg-test.de/stallbau) heruntergeladen werden. Der DLG-Fachausschuss für Technik in der Tierproduktion hat zum Thema „Lüftung von Schweineställen“ eine Arbeitsunterlage (Merkblatt) mit dem Titel „DLG-AU Lüftung“ herausgegeben. Diese ist kostenfrei unter [www.dlg.org/technik\\_tierproduktion.html](http://www.dlg.org/technik_tierproduktion.html) im PDF-Format erhältlich. Weitere DLG-Merkblätter bieten der DLG-Ausschüsse für Schweineproduktion unter [www.dlg.org/schweineproduktion.html](http://www.dlg.org/schweineproduktion.html) und für Tiergerechtigkeit unter [www.dlg.org/tiergerechtigkeit.html](http://www.dlg.org/tiergerechtigkeit.html).

## Prüfungsdurchführung

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

## Prüfungskommission

*prüfungsbegleitend*  
Friedrich Arends, LWK Nieder-  
sachsen; Andreas Schlichting,  
TÜV Nord

## *beratend*

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

## Fachgebiet

Erneuerbare Energien

## Labor- und Emissionsmessungen

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

## Praktischer Einsatz

Landwirtschaftlicher Betrieb  
im Landkreis Cloppenburg

## DLG-Prüfrahmen

SignumTest  
„Abluftreinigungssysteme  
für Tierhaltungsanlagen“  
(Stand 03/2016)

## Projektleiter(in)

Dipl.-Ing. S. Gäckler

## Prüfingenieur(e)

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

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

# Die DLG

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

Rund 180 hauptamtliche Mitar-  
beiter und mehr als 3.000 ehren-  
amtliche Experten erarbeiten  
Lösungen für aktuelle Probleme.  
Die über 80 Ausschüsse, Arbeits-  
kreise und Kommissionen bilden  
dabei das Fundament für Sach-  
verstand und Kontinuität in der  
Facharbeit. In der DLG werden  
viele Fachinformationen für die  
Landwirtschaft in Form von Merk-  
blättern 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, Verfah-  
ren und Dienstleistungen zu finden  
und der Öffentlichkeit transparent  
zu machen.

Sichern Sie sich den Wissensvor-  
sprung sowie weitere Vorteile und  
arbeiten Sie am Expertenwissen der  
Agrarbranche mit! Weitere Informa-  
tionen unter [www.dlg.org/mitglied-  
schaft](http://www.dlg.org/mitglied-<br/>schaft).

## 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 pra-  
xisnahen Prüfmethode stellen die  
DLG-Prüfingenieure Produkt-  
entwicklungen 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 Ent-  
scheidungshilfen bei der Investi-  
tionsplanung für Agrartechnik und  
Betriebsmittel.

14-352  
© 2016 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](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/)!