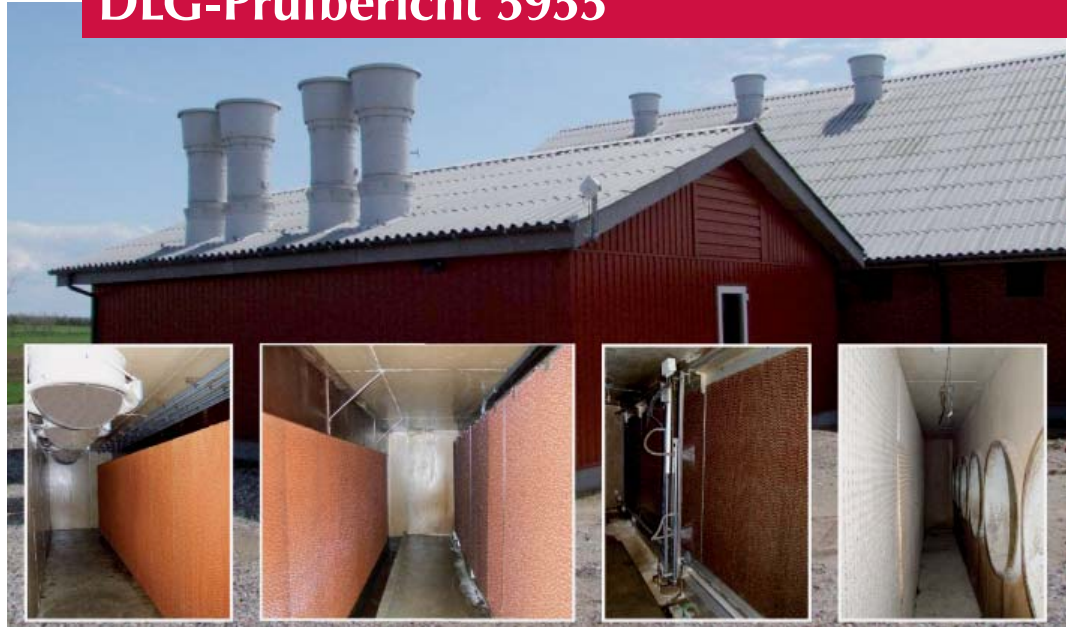


SKOV A/S

Dreistufige Abluftreinigungsanlage BIO Flex 3-step (dreistufig)

DLG-Prüfbericht 5955



Hersteller und Anmelder

SKOV A/S
Hedelund 4
DK-7870 Roslev
skov@skov.com
www.skov.com



DLG e.V.
Testzentrum
Technik und Betriebsmittel

Kurzbeschreibung

- biologisches Abluftreinigungssystem bestehend aus einer ersten, quasi-kontinuierlich berieselten biologischen Stufe mit pH-Wert-Regelung, einer zweiten, quasikontinuierlich berieselten biologischen Stufe jeweils mit gepackten Zellulosefüllkörpern des Typs CelDEK 7060-15 zur Abscheidung von Gesamtstaub und Ammoniak aus der Stallluft einstreuloser Schweinehaltungsverfahren
- vor der ersten Wand ist eine Lochplatte als Gleichrichter zur Vergleichmäßigung der Abluftströmung installiert
- quasikontinuierliche Berieselung der ersten Stufe im Intervallbetrieb mit dem schwach sauren Waschwasser (pH 6,4 - 6,8) aus der ersten Stufe mithilfe der über den Füllkörpern verlaufenden Berieselungsleitung (Intervalllänge 170 s: 100 s Berieselung, 70 s keine Berieselung)
- quasikontinuierliche Berieselung der zweiten Stufe im Intervallbetrieb mit Waschwasser aus der zweiten Stufe mithilfe einer über den Füllkörpern verlaufenden Berieselungsleitung (Intervalllänge 170 s: 65 s Berieselung, 105 s keine Berieselung)
- beide Berieselungspumpen in Stufe 1 und 2 können jeweils 7,8 m³ je Stunde umwälzen
- leitfähigkeitsgesteuerte Abschlammung (≤ 15 mS/cm)
- dritte, biologische Stufe mit gepackten Zellulosefüllkörpern des Typs CelDEK 7060-15 mit einer Dicke von 60 cm ohne zusätzliche Befeuchtung zur Abscheidung von Geruch
- mit automatisch arbeitendem Waschsystem für die ersten beiden Stufen, wobei mit diesem System jeweils zusätzliche Reinigungsvorgänge durchführbar sind

Beurteilung – kurzgefasst

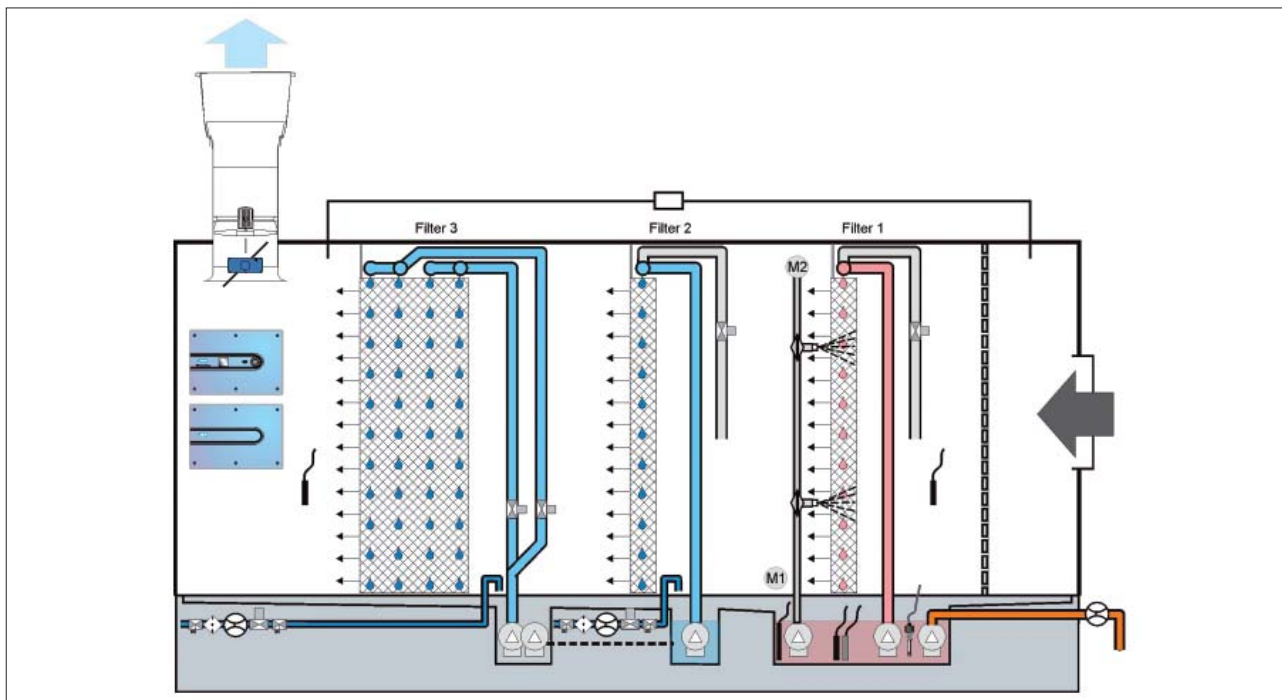


Bild 2:
Skizze der Abluftreinigungsanlage am Referenzbetrieb

Übersicht 1:
Dreistufige Abluftreinigungsanlage BIO Flex 3-step (dreistufig)

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung
Ergebnisse der Emissionsmessungen		
Gesamtstaub (gravimetrisch, sechs Messtermine)		
– Durchschnittliche Abscheidung aus fünf Messungen [%]	93,3	+
Ammoniak (kontinuierlich gemessen)		
– Gesamtabscheidungswirkungsgrad aus Halbstundenmittelwerten [%]	89,0	+
– Wiederfindungsrate des abgeschiedenen Stickstoffs (Stickstoff-Bilanz) [%]	> 70	o. B.
– Gemessene Ammoniakfracht während der Stickstoffbilanz Sommer/Winter [kg/Mastplatz und Jahr]	3,3/2,7	o. B.
Geruch (wöchentlicher Messtermin)		
– Rohgas-Mittelwert aus 14 Messterminen [GE/m ³]	475	o. B.
– Reingas-Mittelwert aus 14 Messterminen [GE/m ³]	107	o
– Rohgasgeruch bei 14 Messterminen im Reingas wahrnehmbar?	nein	o
Verbrauchsmessungen (Mittelwerte pro Tag)		
Frischwasserverbrauch Winter/Sommer [l/Mastplatz und Jahr]	754/1.853	o. B.
Abschlämmvolumen Winter/Sommer [l/Mastplatz und Jahr]	696/983	o. B.
Säureverbrauch während der Prüfung [kg/Mastplatz und Jahr]	1,37	o. B.
Berechneter Säureverbrauch [kg/Mastplatz und Jahr]*	0,93 - 8,4	o. B.
Elektrischer Energieverbrauch		
Abluftreinigung [kWh/Mastplatz und Jahr]	32,8	o. B.
Ventilatoren [kWh/Mastplatz und Jahr]	28,6	o. B.

* Der Säureverbrauch nähert sich den unteren Werten, wenn sich die biologische Nitrifikation eingestellt hat.
Der größere Wert bezieht sich auf 100 % Säurebetrieb und den Abscheidegrad von 89,0 %.

Bewertungsbereich: ++/+/o/-- (o = Standard; o. B. = ohne Bewertung)

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung
Betriebsverhalten		
Technische Betriebssicherheit	Nach der Installation einer automatischen pH-Wert-Regelung keine nennenswerten Störungen am System.	+
Biologische Betriebssicherheit	Durch die Verwendung einer automatischen pH-Wert-Regelung läuft die Nitrifikation sehr stabil.	+
Haltbarkeit	kein nennenswerter Verschleiß während der Versuchsperioden	+
Handhabung		
Betriebsanleitung	übersichtliche Betriebsanleitung mit guter Erklärung der durchzuführenden Wartungen und der automatischen Steuerung	+
Bedienung	Die Anlage läuft im bestimmungsgemäßen Betrieb vollautomatisch, bei Wartungsvertrag erfolgt alle vier Monate eine gründliche Kontrolle durch den Hersteller. Der Betreiber muss die Anlagensteuerung täglich kontrollieren. Die Reinigung der Filterwände erfolgt mithilfe des installierten Reinigungssystems automatisch. Die Anlage muss kontinuierlich betrieben werden.	+
Wartung	Ein Wartungsvertrag zwischen Hersteller und Betreiber ist obligatorisch und daraus resultieren alle 4 Monate zusätzliche Wartungen durch Servicetechniker (gemäß Prüfrahmen geforderte Wartungen sind im Rahmen von Werkswartungen aufgenommen). Neben der täglichen Kontrolle der Anlagensteuerung sind wöchentliche Wartungen durchzuführen. Dabei erfolgt wöchentlich eine Kontrolle und ggf. eine Spülung der Berieselungsöffnungen.	+
Reinigung Filterfläche	Die Reinigung der ersten Filterwand ist bei Erreichen eines Differenzdruckes von 70 Pa durchzuführen. Dies wird durch ein Alarmsignal über die Steuerung angezeigt.	○
Arbeitszeitbedarf für		
– tägliche Kontrollen	ca. 5 Minuten pro Tag	+
– wöchentliche Kontrollen	plus ca. 20 Minuten pro Woche	+
Füllkörperwechsel (lt. Hersteller)	1. Filterwand nach ca. 2 Jahren; 2. Filterwand nach ca. 4 Jahren; 3. Filterwand nach ca. 5 bis 10 Jahren	o. B.
Reinigung der gesamten Anlage	Die Reinigung der Filterwände erfolgt mithilfe des installierten Waschsystems automatisch. Je nach Bedarf können zusätzliche Reinigungen mithilfe des automatischen Systems oder außerplanmäßig manuell durchgeführt werden.	○
Dokumentation		
Technische Dokumentation	Anforderungen erfüllt	+
Elektronisches Betriebstagebuch	Anforderungen erfüllt	+
Sicherheit		
Arbeitssicherheit	bestätigt durch DPLF (Deutsche Prüf- und Zertifizierungsstelle für Land- und Forsttechnik)	o. B.
Feuersicherheit	Brandschutzkonzept ist vom Betreiber im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens für den Gesamtstall zu erstellen.	o. B.
Umweltsicherheit		
Geräuschemission	kein erhöhter Schalldruckpegel durch Abluftreinigungsanlage feststellbar	○
Entsorgung	Entsorgung des Abschlämmwassers über anfallende Gülle möglich. Entsorgung sonstiger Anlagenteile durch anerkannte Verwertungsbetriebe.	○
Gewährleistung		
Herstellergarantie	1 Jahr	o. B.

Bewertungsbereich: ++/+ / ○ / - / -- (○ = Standard; o. B. = ohne Bewertung)

Beschreibung und Dimensionierung

Übersicht 1:

Dreistufige Abluftreinigungsanlage BIO Flex 3-step (dreistufig)

Merkmal	Ergebnis / Wert
Beschreibung	
dreistufige Abluftreinigungsanlage	
Lochplatte als Strömungsgleichrichter und zur Vorabscheidung von Staub	
1. Stufe: biologische Reinigung durch Wäscher mit pH-Wert-Regelung	
2. Stufe: biologische Reinigung durch Wäscher	
3. Stufe: biologische Reinigung durch nicht berieselte Füllkörperwand	
Eignung	
Reinigung von Abluft aus einstreuloser Schweinehaltung durch Minderung von Staub, Ammoniak und Geruch	
Dimensionierungsparameter Referenzanlage	
Maßangaben Filterwand 1 und 2 (Rieselbett)	
– Füllkörperbreite / Füllkörperhöhe / Füllkörpertiefe [m/m/m]	5,4 / 2,0 / 0,15
– Anströmfläche [m ²] / Füllkörpervolumen [m ³]	10,8 / 1,62
– Spezifische Füllkörperoberfläche [m ² /m ³]	192 ± 4 %
– min. Verweilzeit bei Sommerluftrate [sek]	0,25
– Füllkörperoberflächenbelastung [m ³ /m ² h]	< 2.121
– Füllkörpervolumenbelastung [m ³ /m ³ h]	< 14.136
Berieselung (diskontinuierlich)	
– Berieselungsdichte Filterwand 1 [m ³ /m ² h]	0,39
– min. Waschwasser Filterwand 1 [l] je m ³ Abluft	0,18
– Berieselungsdichte Filterwand 2 [m ³ /m ² h]	0,26
– min. Waschwasser Filterwand 2 [l] je m ³ Abluft	0,12
Abschlammung (aus Stufe 1)*	
– Fassungsvermögen Waschwasservorlagebecken Stufe 1 und Stufe 2 [m ³] je	0,15
– Abschlammrate während der Prüfung [m ³ /d]	0,34
– Abschlammrate bezogen auf Mastplätze und Jahr [m ³ / Mastplatz und Jahr]	0,69
– pH-Wert des Waschwassers	6,4 bis 6,8
– Leitfähigkeit [mS/cm]	≤ 15
Maßangaben Filterwand 3	
Filterbreite / Filterhöhe / Filtertiefe [m/m/m]	5,4 / 2,0 / 0,60
Anströmfläche [m ²] / Füllkörpervolumen [m ³]	10,8 / 6,5
Spezifische Füllkörperoberfläche [m ² /m ³]	192 ± 4 %
min. Verweilzeit bei Sommerluftrate [sek]	1,02
Maximale Füllkörperoberflächenbelastung [m ³ /m ² h]	< 2.121
Maximale Füllkörpervolumenbelastung [m ³ /m ³ h]	< 3.534
Befeuchtung	keine
Referenzbetrieb für durchgeführte Messungen Schweinemastabteil (Rein/Raus)	
– Mastplätze [Stück]	180
– Durchschnittliches Gesamt-Tiergewicht [kg LM]	70
– Installierte Luftleistung [m ³ /h]	3 Ventilatoren á 7.630 m ³ /h bei 90 Pa Druckverlust
– Druckverlust Abluftreinigung [Pa]	max. 70 bei 22.900 m ³ /h Abluft
– Gesamtdruckverlust (Stall + Abluftreinigung) [Pa]	max. 90 bei 22.900 m ³ /h Abluft
– Maximalluftrate im Sommer gemäß DIN 18910 [m ³ /h]	21.420

* aus Stufe 2 fließt das Waschwasser mithilfe eines Überlaufs in Stufe 1

Eignung

Die dreistufige Abluftreinigungsanlage eignet sich zur Emissionsminderung von Staub, Ammoniak und Geruch aus dem Abluftstrom einstreuloser Schweinehaltungsanlagen bei Auslegung der Stalllüftung nach DIN 18910 und bei Einhaltung der beschriebenen verfahrenstechnischen Parametern zur Abscheidung von Ammoniak ($\geq 70\%$ Abscheidegrad), zur Abscheidung von Staub ($\geq 70\%$ Abscheidegrad) und für Geruchsminimierung (auf $< 300 \text{ GE/m}^3$ ohne Rohgasgeruch im Reingas).

Beschreibung / Funktion

Die dreistufige Abluftreinigungsanlage „BIO Flex 3-step“ der Firma SKOV A/S ist ein im Unterdruckbetrieb gefahrenes, pH-Wert geregeltes, biologisches System zur Reinigung der Abluft aus einstreulosen Schweineställen. Die erste Stufe besteht aus einer biologischen Waschstufe, bei der der pH-Wert mit Schwefelsäure auf einen Wert zwischen 6,5 und 6,9 eingestellt wird. Das Prinzip des Rieselbettreaktors beruht auf der Absorption der Abluftinhaltsstoffe mit dem im Kreislauf geführten, schwach angesäuerten Waschwasser (pH-Wert 6,5 bis 6,9) und den auf den Füllkörperoberflächen angesiedelten Mikroorganismen. Je nach biologischer Ansäuerung (Nitrifikation) schwanken der Säureverbrauch und das Abschlämmvolumen. Die zweite Stufe ist ebenfalls ein biologisches arbeitendes System und besteht aus einem Rieselbettreaktor ohne pH-Wert Regelung. In der dritten Stufe erfolgt die biologische Geruchsabscheidung.

Die Abluft wird über alle angeschlossenen Abteile des Stalles gesammelt abgesaugt und über Abluftkanäle dem dreistufigen Abluftreinigungssystem zugeführt. Die zu reinigende Abluft tritt von vorne über eine Lochplatte (Gleichrichter) zur Vergleichmäßigung der Lüftströmung in die erste Stufe ein. Daneben dient die Lochplatte der Vorabscheidung von Staub. Die erste

Stufe besteht aus einer 15 cm dicken Packung aus Zellulosefüllkörpern des Typs CelDEK 7060-15 und wird von oben quasikontinuierlich im Kreuzstrom berieselt. Ein Intervall erstreckt sich über einen voreingestellte Zeitraum von 170 s, wovon während 100 s eine Berieselung erfolgt und während der restlichen 70 s die Berieselung unterbrochen wird. Die spezifische Oberfläche der Füllkörper dient zum Einen der Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen Abluft und Wasser zur physikalischen und chemischen Absorption von Staub und Ammoniak und zum Anderen als Besiedlungsfläche von Mikroorganismen, die die abzureinigenden Luftinhaltsstoffe umsetzen sollen. Da Ammoniak sehr gut wasserlöslich ist, absorbiert es in der feuchten Washwand und wird dann durch die nitrifizierenden Bakterien zu Nitrit und Nitrat oxidiert. Die pH-Wert Regelung dient zur Erhaltung und Stabilisierung des biologischen Betriebs, da die Nitrifikanten im pH-Bereich zwischen 6,5 und 6,9 gute Lebensbedingungen vorfinden. Gleichzeitig ist die Ammoniaklöslichkeit im schwach angesäuerten Bereich höher als bei pH-Werten größer 7. Mit dem Waschwasser gelangen Bakterien, Staub, Ammoniak und auch Geruchsstoffe in die Waschwasservorlage der Stufe 1.

Die zweite Stufe ist baugleich mit der ersten Stufe, jedoch ist hier auf eine pH-Wert Regelung verzichtet worden. Der weitere Abbau des Ammoniaks erfolgt in gleicher Weise wie in Stufe 1. Das Intervall zur Berieselung beträgt ebenfalls 170 s, jedoch erfolgt die Berieselung über 65 s und die Unterbrechung dauert 105 s. Das Waschwasser wird in der Waschwasservorlage der Stufe 2 gesammelt.

Zur Vermeidung von Salzanreicherungen wie Nitrit, Nitrat und anderen Salzen, die zur Absenkung der mikrobiologischen Aktivität führen, ist eine Abschlämmung von Waschwasser notwendig. Die Abschlämmung des Waschwassers erfolgt aus der Stufe 1 bei einer maximalen

Leitfähigkeit von 15 mS/cm in regelmäßigen Abständen, die Zudosierung des Frischwassers ist in Stufe 2 realisiert. Bei Erreichen des Maximalfüllstandes in der Waschwasservorlage der Stufe 2 läuft das Waschwasser über einen Überlauf in Stufe 1.

Nach dem Durchströmen der ersten beiden Stufen passiert die Abluft die dritte Stufe. Dort erfolgt abschließend die Abreinigung der Geruchsstoffe. Diese Stufe besteht aus vier Schichten des Zellulosefüllkörpers vom Typ CelDEC 7060-15, die Dicke beträgt somit 60 cm. Die Befeuchtung wird durch die hohe relative Feuchte der Abluft nach Durchströmen der ersten beiden Stufen in Verbindung mit der abgesenkten Ablufttemperatur und der daraus resultierenden Kondensation an den Zellulosefüllkörpern gewährleistet. Zusätzlich kann eine Befeuchtung mithilfe des automatischen Waschsystems erfolgen. Durch die hohe Wasseraufnahmekapazität der Zellulose siedeln dort wiederum Mikroorganismen, denen die Geruchsstoffe als Energiequelle dienen und diese umsetzen. Aus der dritten Stufe wird die gereinigte Abluft durch die Ventilation in die Umgebung abgegeben.

Die dreistufige Abluftreinigungsanlage SKOV A/S BIO Flex 3-step ist kontinuierlich zu betreiben, damit wird eine hohe biologische Aktivität im Sinne der effektiven Abluftreinigung dieses Systems aufrecht erhalten. Ein dauerhafter Betrieb ist zum Erhalt der gewünschten Mikroorganismen erforderlich, da nach einem längeren Stillstand bei jedem erneuten Anfahren der Anlage mindestens 8 Wochen zur Regeneration der Biologie benötigt werden. Produktionsbedingte Stillstandszeiten von einigen Tagen unter Beibehaltung der Berieselung der Washwände sind hingegen unkritisch.

Prüfbedingungen / Referenzstall

Der Referenzstall, an dem die Messungen durchgeführt wurden, besteht aus einem Abteil, in dem bis

zu 180 Mast Schweine einstreulos gehalten werden. Die Messungen wurden von Mai bis Juni 2009 und die Wintermessungen von Dezember 2009 bis Januar 2010 durchgeführt. Erforderliche Nachmessungen erfolgten von September bis November 2009. Das Abteil wird im Rein-Raus-Verfahren betrieben. Dabei wird die Abluft vorne an der Abluftreinigungsanlage aus dem Abteil abgesaugt und durch die Abluftreinigungsanlage geführt. Die Ventilatoren befinden sich hinter der 3. Stufe der Abluftreinigung. Somit handelt es sich um ein Unterdrucksystem. Vor Eintritt der Abluft in die Abluftreinigungsanlage erfolgt eine Vergleichmäßigung der Strömung mithilfe einer Lochplatte.

Die Stalllüftung wurde gemäß den Vorgaben der DIN 18910 ausgelegt, die Maximalluftfrate sollte daraus abgeleitet für Mast im Rein-Raus-Verfahren bei ca. 21.420 m³/h und einer Druckdifferenz von 100 Pa betragen (Angaben gemäß Hersteller). Die installierten Lüfter ergeben eine Gesamtlüftungsrate von 22.900 m³/h bei maximal 100 Pa (Stall plus Abluftreinigung). Dieser Wert wurde durch die Aufnahme einer Lüftungskennlinie für das Gesamtsystem Stall plus Abluftreinigungsanlage durch die DLG bestätigt.

Die Sommermessung wurde ohne pH-Wert-Regelung gestartet und verlief anfangs problemlos, jedoch erfolgte in der sechsten Woche ein Abfall der Abscheideleistung und die Nitrifikation kam zum Erliegen. Die Biologie erholte sich im Folgenden nicht, deshalb wurden zwei weitere Messwochen im September 2009 durchgeführt. Um einen sicheren Anlagenbetrieb zu gewährleisten, wurde seitens des Herstellers vor den zweiwöchigen Messungen im September eine pH-Wert-Regelung mit automatischer Säuredosierung installiert.

Während der Wintermessung wurden mehrfach Wassertemperaturen unter 10°C gemessen, bei diesen Temperaturen wachsen die Nitrifikanten nicht mehr. Somit ist bei diesen Temperaturen ein sicherer Anlagenbetrieb nur mit pH-Wert-Regelung möglich.

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

- Tierzahlen und Tiergewichte (geschätzt)
- NH₃-Konzentration auf Tierhöhe
- Frischwasser- und elektrischer Energieverbrauch (Zählerstände)
- absoluter Luftvolumenstrom

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

Staub

Zu Messbeginn wurde vereinbart, dass zwei Gesamtstaubmessungen und jeweils einmal PM 10 und einmal PM 2,5 Staubmessungen je Messzeitraum ausreichen, da die Anlage einen hohen Abscheidegrad für Staub erwarten ließ. Aufgrund der niedrigen Staubkonzentrationen wurde im Winter 2010 eine zusätzliche Gesamtstaubmessung angeordnet. Die Probenahme erfolgte

isokinetisch nach VDI-Richtlinie 2066, die Auswertung fand jeweils einen Tag nach der Probenahme statt, da die Proben zunächst im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet wurden.

Wie aus Tabelle 2 und 3 hervorgeht, lagen die Abscheidegrade für Gesamtstaub an allen fünf Messtagen > 90%, so dass mit dem SKOV A/S BIO Flex 3-step eine wirkungsvolle Staubabscheidung bei einstreulosen Schweinehaltungsverfahren möglich ist. Bei PM 10 lag der Abscheidegrad bei 89,7% im Sommer und bei 77,5% im Winter, für PM 2,5 wurden Abscheidegrade von 91,9% im Sommer und 84,1% im Winter ermittelt.

Ammoniak

Die Ammoniakmessungen im Roh- und Reingas erfolgten über den gesamten Untersuchungszeitraum kontinuierlich. Alle Messgasleitungen waren beheizt, um Kondensation zu vermeiden. Die Ammoniakkonzentrationen im Roh- und Reingas wurden mit einem FTIR-Analysator gemessen.

Tabelle 1 zeigt, dass die Rohgaswerte während der Sommer- und Wintermessung zwischen 8,7 und 14,2 mg/m³ schwankten und durch die Abluftreinigungsanlage wirkungsvoll auf < 1,3 mg/m³ gesenkt

Tabelle 1: Messergebnisse zur Emissionsminderung der dreistufigen Abluftreinigungsanlage SKOV A/S BIO Flex 3-Step für Ammoniak und verfahrenstechnische Daten während der Sommer- und Wintermessung (ausgewählte Tagesmittelwerte)

Datum	24.09.2009	01.10.2009	01.12.2009	11.01.2010
Lüftungsrate [m ³ /h]	18.430	16.030	7.010	3.700
Strömungsgeschwindigkeit* [m/s]	0,47	0,41	0,18	0,10
Verweilzeit* [sek]	0,32	0,36	0,83	1,58
Füllkörperflächenbelastung* [m ³ /m ² h]	1.706	1.484	649	343
Füllkörpervolumenbelastung* [m ³ /m ³ h]	11.377	9.895	4.327	2.284
Berieselungsdichte [m ³ /m ² h]	0,39	0,39	0,39	0,39
Ammoniak Rohgas** [mg/m ³]	8,72	11,61	11,60	14,20
Ammoniak Reingas (nach Filter 3) [mg/m ³]	0,85	0,93	0,94	1,31
Abscheidegrad Ammoniak [%]	90,3	92,0	91,9	90,8

* aus Tagesmittel berechnete Werte je Filterstufe 1 und 2

** Werte auf Tierhöhe jeweils unter 20 ppm

Tabelle 2:

Messergebnisse der dreistufigen Abluftreinigungsanlage BIO Flex 3-step (dreistufig) zwischen dem 04.05.2009 und dem 08.10.2009 (Sommermessungen)

Datum	04.05.2009	12.05.2009	19.05.2009	26.05.2009	03.06.2009	09.06.2009	17.06.2009	18.06.2009	01.10.2009
Umgebungs- und Randbedingungen									
rel. Luftfeuchte Umgebung [%]	47	59	52	63	55	100	56	56	68
Umgebungstemperatur [°C]	14,4	15,0	19,8	22,0	17,7	17,1	17,3	17,3	13,4
Rohgas-/Reingasfeuchte [%]	58/100	59/100	55/100	65/100	71/100	71/100	68/100	64/100	71/100
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	18,3/15,1	21,2/16,5	26,0/17,6	25,4/20,0	19,1/16,5	20,3/17,6	21,3/16,0	22,3/17,3	20,8/15,2
Tierzahl im Stall	184	184	182	182	182	182	162	162	150
Durchschnittliches Mastgewicht [kg]	85	90	98	98	105	110	112	112	112
Luftvolumenstrom Gesamt [m³/h]	13.752	16.500	21.605	21.605	9.236	13.163	21.605	21.605	17.980
Staub									
Konzentration Rohgas [mg/m³]					1,73		1,15		
Konzentration Reingas [mg/m³]					0,11		0,09		
Abscheidegrad [%]					93,6		92,2		
Geruch									
Rohgas [GE/m³]	354	190	180	214	667	381		530	769
Reingas* [GE/m³]	123	93	41	68	110	66		71	269
Rohgas im Reingas wahrnehmbar?	nein	nein	nein	nein	nein	nein		nein	nein

Tabelle 3:

Messergebnisse der dreistufigen Abluftreinigungsanlage BIO Flex 3-step (dreistufig) zwischen dem 01.12.2009 und dem 05.02.2010 (Wintermessungen)

Datum	01.12.2009	08.12.2009	14.12.2009	11.01.2010	18.01.2010	26.01.2010	27.01.2010	02.02.2010
Umgebungs- und Randbedingungen								
rel. Luftfeuchte Umgebung [%]	72	81	86	82	88	77	79	85
Umgebungstemperatur [°C]	5,1	8,8	4,9	5,0	7,5	-2,0	-5,5	-2,0
Rohgas-/Reingasfeuchte [%]	79/100	80/100	87/100	84/100	65/100	66/100	60/100	62/100
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	20,2/13,5	17,0/12,2	16,3/13,1	16,7/11,3	20,4/8,0	22,0/12,0	19,4/9,4	18,2/10,9
Tierzahl im Stall	184	184	184	175	153	153	153	153
Durchschnittliches Mastgewicht [kg]	70	75	80	101	108	110	110	112
Luftvolumenstrom Gesamt [m³/h]**	11.200	8.647	7.862	5.113	5.113	4.917	4.328	9.236
Staub								
Konzentration Rohgas [mg/m³]			1,20		1,19	3,07		
Konzentration Reingas [mg/m³]			0,07		0,10	0,15		
Abscheidegrad [%]			94,1		91,6	95,1		
Geruch								
Rohgas [GE/m³]	927	463	642	306			560	331
Reingas* [GE/m³]	138	129	89	73			152	33
Rohgas im Reingas wahrnehmbar ?	nein	nein	nein	Nein			nein	nein

* Mittelwert aus drei Messungen

** Die Lüftungsführung erfolgte über eine unisolierten, ca. 3 m langen Kanal

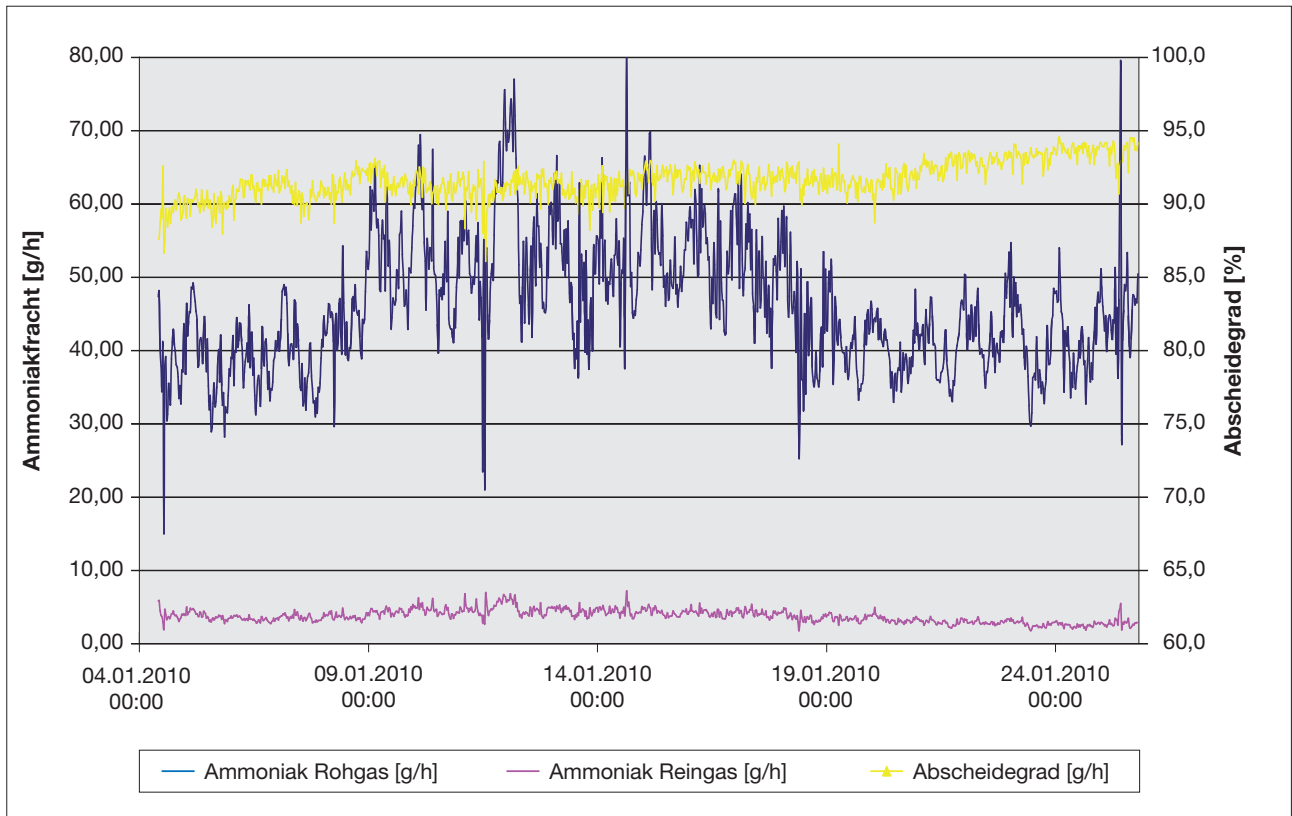


Bild 3:
Verlauf der Ammoniakfrachten im Roh- und Reingas und der Abscheidegrad zwischen dem 04.01.2010 und dem 26.01.2010

wurden. Eine wirkungsvolle Ammoniakabscheidung bei einstreulosen Schweinehaltungsverfahren und ordnungsgemäßem Betrieb ist bei den beschriebenen Betriebsbedingungen somit sichergestellt. In

Bild 3 ist der Verlauf der Halbstundenmittelwerte der kontinuierlichen Ammoniakmessung aufgeteilt in Roh- und Reingasfrachten [g/h] nach Installation der pH-Wert Rege-

lung dargestellt. In dem Zeitraum vom 04.01.2010 bis zum 26.01.2010 ergab sich eine Abscheidung von über 85 %.

Zur Überprüfung der Ammoniakkonzentration in der Stallluft wurden bei regelmäßigen Begehungen Messungen im Stall auf Tierhöhe durchgeführt. Bezogen auf die Schweinehaltungsverordnung wurden dabei keine überhöhten Ammoniakkonzentrationen festgestellt.

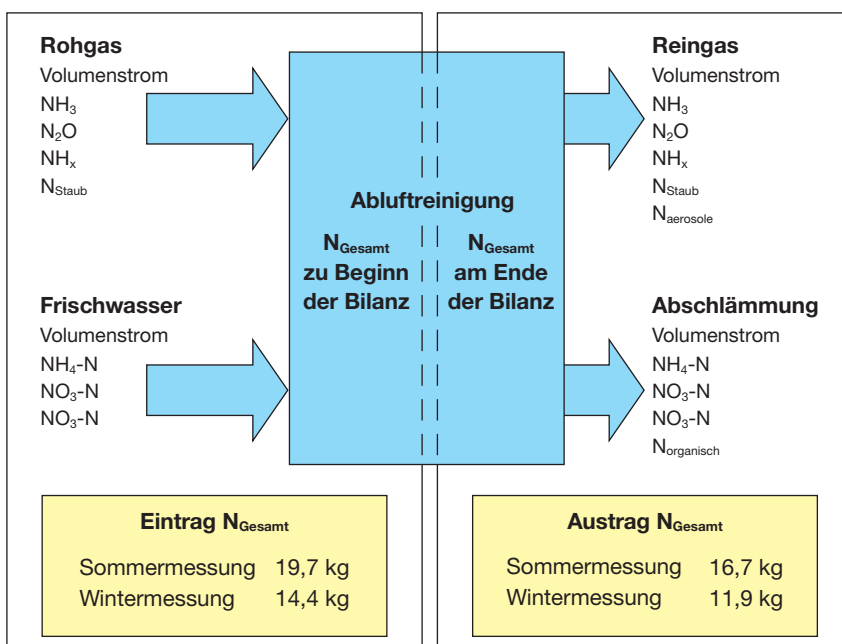


Bild 4:
In- und Output-Stickstoffströme der Stickstoffbilanz

Stickstoff-Bilanz

Die Stickstoffabscheidung der Abluftreinigungsanlage wurde über eine N-Bilanzierung unter Berücksichtigung der Ammoniakfrachten (Roh- und Reingas), des Aerosolaustrages (Reingas), der im Roh- und Reingas enthaltenen Stickoxide sowie der im Washwasser gelösten Stickstoffverbindungen jeweils zweiwöchig während der Sommermessung und der Wintermessung verifiziert (Bild 4). Das bedeutet, dass der durch die Abluftreinigungsanlage abgeschiedene Stickstoff nachgewiesen wurde. Eine Bilanzierung der Ströme des Stickstoffs

innerhalb der Anlage ist deshalb wichtig, weil

- alle relevanten Stickstoffverbindungen und deren Verbleib nachgewiesen wird.
- festgestellt wird, ob in der Anlage klimarelevante Gase wie NO, N₂O, NO₂ entstehen. Dies würde ein Anlagenbetrieb zur Emissionsminderung ad absurdum führen.
- bei biologischen System zur Nitrifikation etwaige Fehlfunktionen erkannt und behoben werden können.
- der Stickstoffgehalt des Abschlammwasser bekannt und deren Düngewert quantifiziert wird.

Gemäß dem DLG-Prüfrahmen muss die Wiederfindungsrate des Stickstoffs innerhalb der Stickstoffbilanz während der Sommer- und Wintermessung jeweils > 70 % betragen. Die Wiederfindungsrate aus den in Bild 4 ersichtlichen Frachten ergab sich in der Sommermessung 2009 zu 86,5 % ± 14,1 % und in der Wintermessung zu 84,3 % ± 17,0 %. Diese Gesamt-Messunsicherheit beinhaltet die Messunsicherheiten gasseitig von 8,6 % und wasserseitig von 8,2 %. Es wurde jeweils keine nennenswerte Zunahme an klimarelevanten Gasen innerhalb der Anlage festgestellt.

Geruch

Probenahme und Auswertung erfolgten gemäß DIN EN 13725 mit einem Olfaktometer vom Typ T07 ohne vorherige Staubabscheidung. Über einen Unterdruckprobennehmer wurden Geruchsproben des Rohgases und des Reingases in Probebeutel gesammelt und maximal 10 h nach der Probenahme durch ein geschultes Probandenkollektiv am Olfaktometer analysiert.

Es interessierte zum Einen die Höhe der Geruchsstoffkonzentration der einzelnen Proben sowie zum Anderen, ob rohgastypischer Geruch im Reingas wahrzunehmen war.

Alle Ergebnisse lagen innerhalb des geforderten Bereiches. Es wurde an

keinem Messtag eine Überschreitung des Grenzwertes von 300 GE/m³ im Reingas verzeichnet bzw. Rohgasgeruch im Reingas wahrgenommen.

Verbrauchswerte

Wasserverbrauch

Abgeschlammtes Waschwasser sowie verdunstetes Wasser muss durch Frischwasser ersetzt werden, daher wird der Wasserverbrauch im Wesentlichen durch die Abschlammrate sowie die Verdunstungsverluste verursacht und ist deshalb auch witterungsabhängig.

Der Frischwasserverbrauch wurde im Messzeitraum über einen Wasserdurchflusszähler ermittelt. Die Auswertung der einzelnen Zählerstände ergab für den Messzeitraum im Winter 2009/2010 einen durchschnittlichen Verbrauch von 754 l pro Mastplatz und Jahr.

Für das Abschlammvolumen ergab sich in diesem Messzeitraum ein Wert von durchschnittlich 696 l pro Mastplatz und Jahr.

Der Frischwasserverbrauch während der Sommermessung wurde ohne pH-Wert Regelung mit 1.853 l pro Mastplatz und Jahr und das Abschlammvolumen mit 983 l pro Mastplatz und Jahr festgestellt.

Verbrauch an elektrischer Energie

Die mit Abstand größten Verbraucher des Abluftreinigungssystems sind die Berieselungspumpen (quasikontinuierlich betriebene Umwälzpumpen) sowie die Ventilatoren, welche aufgrund des Druckverlustes des Abluftreinigungssystems größer dimensioniert sein müssen als bei reiner Stalllüftung. Im Mittel wurden während des gesamten Messzeitraums (Sommer und Winter) folgende Werte aufgezeichnet:

Abluftreinigung (Gesamt):
32,8 kWh/Mastplatz und Jahr

Ventilatoren (Gesamt):
28,6 kWh/Mastplatz und Jahr

Der Stromverbrauch der Abluftreinigung beinhaltet die elektrische Beheizung der Wasserleitung.

Sonstige Verbrauchswerte

Zur Gewährleistung der sicheren Funktion wird an der Anlage eine automatische Säuredosierung zur pH-Wert Regelung bereitgestellt. Im biologischen Betrieb wird bei einem angestrebten Ammoniakabscheidegrad von 70 % nur wenig Säure verbraucht. Zu Beginn der Sommermessung war keine automatische Säuredosierung installiert. Während der Nachmessung und der Wintermessung wurde die Anlage mit einer automatischen Säuredosierung betrieben, der Säureverbrauch ergab 1,37 kg/Mastplatz und Jahr. Dieser relativ geringe Verbrauch setzt eine gut funktionierende Biologie voraus. Auch im Falle einer weniger gut funktionierenden Nitrifikation ist durch die automatische pH-Wert Regelung die Ammoniakabscheidung > 70 % grundsätzlich sichergestellt. Rechnerisch ergibt sich bei einer nichtfunktionierenden biologischen Nitrifikation für eine Ammoniakabscheidung von 89,0 % ein Säureverbrauch von 8,4 kg pro Mastplatz und Jahr.

Betriebsicherheit und Haltbarkeit

Im Prüfungszeitraum wurden an der Anlagentechnik einige Störungen festgestellt, so kam es im Juni 2009 zum völligen Erliegen der Nitrifikation. Daraufhin wurde zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit im Falle des Ausfalls der biologischen Nitrifikation eine automatische pH-Wert-Regelung mit Säuredosierung installiert.

An der gesamten Abluftreinigungsanlage sind während der Prüfung keine nennenswerten Schäden oder Verschleißerscheinungen aufgetreten. Der Korrosionsschutz der einzelnen Anlagenteile erscheint, soweit während der Prüfungsdauer zu beobachten war, ausreichend dauerhaft.

Dokumentation

Die aufgezeichneten Daten des elektronischen Betriebstagebuchs sind in Übersicht 3 aufgeführt. Die Speicherzeit muss mindestens 5 Jahre betragen.

Übersicht 3:

Erfüllung der Anforderungen an das elektronische Betriebstagebuch der Abluftreinigungsanlage

	voll erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt	Bemerkungen
Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage	X			Elektronische Differenzdrucksensoren vor und hinter der Abluftreinigung inkl. Lochplatte mit Alarmauslösung und Speicherung des Alarms in der Steuerung
Luftdurchsatz	X			Aufzeichnung und Speicherung des Luftvolumenstroms erfolgt in 1000 m³/h
Pumpendruck	X			Aufzeichnung und Speicherung der Pumpenlaufzeit erfolgt in s, zusätzlich sind die eingestellten Intervalle in der Steuerung abrufbar
pH-Wert	X			Automatische Säuredosierung
Kalibrierung pH-Sond	X			Die Kalibrierung der pH-Sonde erfolgt durch den Servicetechniker im Rahmen des obligatorischen Wartungsvertrages
Berieselungsintervalle	X			Die eingestellten Berieselungsintervalle sind festgeschrieben und durch den Betreiber nicht editierbar.
Gesamtfrischwasserverbrauch des Wäschers	X			Der Frischwasserverbrauch wird mithilfe eines Wasserzählers mit Impulsgeber im elektronischen Betriebstagebuch protokolliert.
Abgeschlammte Wassermenge und Verbleib	X			Die Abschlammung wird mithilfe eines Wasserzählers mit Impulsgeber im elektronischen Betriebstagebuch protokolliert.
Roh- und Reingastemperatur	X			Die Temperaturen im Rohgas und die Wassertemperatur im Waschwasser werden erfasst.
Sprühbildkontrolle		X		manuelle Eintragung in das Betriebstagebuch nach erfolgter Kontrolle durch den Betreiber (wöchentlich)
Wartungs- und Reparaturzeiten		X		Tägliche und wöchentliche Wartungen bzw. Kontrollen müssen im Betriebsbuch vermerkt werden.

Handhabung und Arbeitszeitbedarf

Zur Bedienung der Anlage ist es erforderlich, sich einer Unterweisung durch den Hersteller zu unterziehen und sich mit der Bedienungsanleitung vertraut zu machen.

Nach erfolgter Inbetriebnahme und ausreichender Einlaufphase ist die Handhabung der Anlage als einfach anzusehen, da die Abluftreinigungsanlage im Regelbetrieb vollautomatisch läuft und lediglich eine tägliche Kontrolle der Betriebsdaten und eine wöchentliche Kontrolle der gesamten Abluftreinigungsanlage einschließlich der Düsen durchzuführen sind. Bei Fehlermeldungen der

Steuerung sind in der Bedienungsanleitung jeweils Anweisungen zur Kontrolle der jeweiligen Anlagenteile beschrieben. Jedweder Eingriff des Betreibers in die Anlagenkonfiguration wird, sofern überhaupt möglich, im elektronischen Betriebsprotokoll automatisch vermerkt und hilft dem Betreiber bei der Rückverfolgung von Änderungen. Zur Vereinfachung der Handhabung und zur Verringerung des Arbeitszeitbedarfs wird empfohlen, einen Wartungsvertrag mit dem Hersteller abzuschließen.

Wartungsaufwand

Bei Abschluss des Wartungsvertrages werden jährlich drei Wartungen

durch den Hersteller durchgeführt. Hierbei werden alle Messgeräte, Ventile und Pumpen überprüft und die Messgeräte neu kalibriert. Es werden alle Filterwände auf ihren Zustand hin kontrolliert. Zusätzlich wird das automatische Waschsyste m der Filterwände überprüft. Bei Bedarf erfolgt eine Reinigung der Anlage. Die Wartungen werden in einem Wartungsprotokoll dokumentiert und der technischen Dokumentation an der Anlage beigefügt.

Bei den täglichen Kontrollgängen ist die Steuerung zu kontrollieren und eventuelle Störungen müssen sofort behoben werden. Bei Fehlermeldungen der Anlagensteuerung

sind gemäß Bedienungshandbuch gesonderte Kontrollen durchzuführen.

Bei den zusätzlichen wöchentlichen Kontrollen müssen die Filterwände einer Sichtprüfung unterzogen werden. Die Filterwände müssen ein entsprechend der Bedienungsanleitung aufgeführtes Erscheinungsbild aufweisen. Die Befuchtungsöffnungen der Berieselungsleitung müssen wöchentlich gespült werden. Ebenfalls wöchentlich sind die Pumpen auf Verschmutzung zu kontrollieren. Bei der automatisierten pH-Wert-Regelung ist wöchentlich die Säuredosiereinrichtung auf Funktion zu prüfen und auf ausreichenden Säurevorrat zu achten.

Sofern die Druckdifferenz über die Abluftreinigungsanlage inkl. Lochplatte über 70 Pa steigt, wird über die Steuerung Alarm ausgelöst. Dann muss eine zusätzliche Reinigung der Füllkörper erfolgen. Die Reinigung kann mithilfe des installierten Waschsystems durchgeführt werden. Je nach Verschmutzungsgrad kann eine zusätzliche, manuelle Reinigung der Filterwände erforderlich sein.

Der Füllkörper der ersten Filterwand muss nach 2 Jahren erneuert werden. Für die zweite Filterwand gibt der Hersteller eine Standzeit von ca. 4 Jahren an. Der dritte Filter hat je nach Beanspruchung eine Standzeit von 5 bis 10 Jahren.

Betriebsanleitung

Die Betriebsanleitung ist ausreichend und erklärt in groben Zügen die Funktionsweise der Anlage. In Verbindung mit der Anlagendokumentation erfährt der Betreiber, welche Arbeiten er an der Anlage im täglichen, wöchentlichen und jährlichen Turnus durchzuführen hat.

Das elektronische Betriebstagebuch inklusive des elektronischen Betriebsprotokolls ermöglicht eine lückenlose Aufzeichnung der für den sicheren Anlagenbetrieb erforderlichen Daten. Die Aufzeichnung erfolgt automatisch und die

Daten werden über 5 Jahre gespeichert.

Umweltsicherheit

Das abgeschlammte Wasser kann über die anfallende Gülle entsorgt werden, da hier lediglich abgechiedene, stickstoffhaltige Reststoffe enthalten sind. Waschwasser mit pH-Werten > 6 kann problemlos mit der Gülle gelagert werden.

Die Demontage der Anlage und die Entsorgung von Anlagenteilen können laut Hersteller durch anerkannte Verwertungsbetriebe erfolgen.

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

Sicherheitsaspekte

Die Feuersicherheit ist über ein Brandschutzkonzept nachzuweisen, das vom Betreiber i. V. m. dem Hersteller zu erstellen und dem Bauantrag beizufügen ist.

Die beschriebene Anlage „BIO Flex 3-Step“ der Firma SKOV A/S wurde durch die Deutsche Zertifizierungs- und Prüfstelle für Land- und Forsttechnik (DPLF) begutachtet. Gegen die Verwendung der Anlage bestehen aus arbeitssicherheitstechnischer Sicht keine Bedenken.

Gewährleistung

Der Hersteller gibt eine Herstellergarantie von einem Jahr auf die Abluftreinigungsanlage. Die Garantie setzt den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage voraus, welches auch die korrekte Führung des Betriebstagebuches und die Durchführung der Wartungsarbeiten durch den Betreiber beinhaltet.

Umfrageergebnis

Eine Umfrage bei Besitzern typengleicher Abluftreinigungsanlagen konnte während des Prüfungszeitraums nicht durchgeführt werden, da es sich bei der geprüften Anlage um eine Prototypanlage handelte.

Die Prüfung wurde gemäß dem DLG-Prüfrahmen „Abluftreinigungssysteme für Tierhaltungsanlagen“ (Stand 06/2009) durchgeführt. Die Messungen wurden an einer Referenzanlage in Prasdorf bei einem maximalen Abluftvolumenstrom von 22.900 m³/h durchgeführt, die Prüfungsdauer betrug insgesamt 16 Monate.

Prüfungsdurchführung

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

Labor- und Emissionsmessungen

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

Praktischer Einsatz

Landwirtschaftlicher Betrieb
Oke Harms,
Hagener Weg 12,
24253 Prasdorf

Berichterstatter

Dipl.-Ing. W. Gramatte,
DLG-Testzentrum Groß-Umstadt

Dipl.-Ing. J. Johann,
DLG-Testzentrum Groß-Umstadt

DLG-Prüfungskommission für Abluftreinigungstechnik

prüfungsbegleitend:

Friedrich Arends,
LWK Niedersachsen

Dr. Jochen Hahne,
vTI Braunschweig

beratend:

Andreas Schlichting,
TÜV Nord Hamburg

Gerd Franke, LLH Kassel

Ewald Grimm, KTBL Darmstadt

Prof. Dr. Eberhard Hartung,
Uni Kiel

Vertreter des Landkreises
Cloppenburg (Verwaltungsvollzug)

Herausgegeben

mit Förderung durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und Verbraucherschutz.



ENTAM – European Network for Testing of Agricultural Machines, ist der Zusammenschluss der europäischen Prüfstellen. Ziel von ENTAM ist die europaweite Verbreitung von Prüfergebnissen für Landwirte, Landtechnikhändler und Hersteller. Mehr Informationen zum Netzwerk erhalten Sie unter www.entam.com oder unter der E-Mail-Adresse: info@entam.com

07-188
August 2010
© DLG



DLG e.V. – Testzentrum Technik und Betriebsmittel

Max-Eyth-Weg 1, D-64823 Groß-Umstadt, Telefon: 069 24788-600, Fax: 069 24788-690
E-Mail: tech@dlg.org, Internet: www.dlg-test.de

Download aller DLG-Prüfberichte kostenlos unter: www.dlg-test.de!