

# Dr. Siemers Umwelttechnik

## Zweistufige Abluftreinigungsanlage

### DLG-Prüfbericht 5944

Berichtigung(en) auf Seite 1, 2, 4, 7 und 8



**Hersteller und Anmelder**  
Dr. Siemers Umwelttechnik GmbH  
IUS-Innovative Umweltsysteme  
Über dem Vehnsteich 2  
D-26169 Markhausen  
info@ius-markhausen.de  
www.ius-markhausen.de



DLG e.V.  
Testzentrum  
Technik und Betriebsmittel

### Kurzbeschreibung

- zweistufiges, biologisch-chemisches Abluftreinigungssystem bestehend aus pH-geregelter Abluftwäsche (Waschwand mit gepackten Kunststofffüllkörpern) zur Abscheidung von Gesamtstaub und Ammoniak und einem nachgeschalteten Biofilter mit Wurzelholzschüttung zur Abscheidung von Geruch aus der Stallluft einstreuloser Schweinehaltungsverfahren
- kontinuierliche Berieselung des Wäschers im Kreuzstrom mit dem schwach angesäuertem Washwasser (pH 6,5 – 6,8) mithilfe von zwei über den Füllkörpern verlaufenden Rohrleitungen, der Säurebedarf hängt von der Aktivität der biologischen Nitrifikation ab
- zur Berieselung der Abluftreinigungsanlage werden 66,8 m<sup>3</sup>/h bzw. 1,72 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>h) [1] an Washwasser umgewälzt
- leitfähigkeitsgesteuerte Abschlammung ( $\leq 20$  mS/cm und max. 5 g/l Gesamtstickstoff im Washwasser) bei einer durchschnittlichen Abschlämmrate zwischen 2,3 und 3,5 m<sup>3</sup> pro Tag bei 1.000 Mast Schweinen mit durchschnittlich 70 kg Lebendmasse während des Prüfzeitraums
- nachgeschalteter Biofilter als zweite Stufe aus gerissenem Wurzelholz mit einer Schüttdicke von 60 cm mit gleichmäßiger, diskontinuierlicher Befeuchtung

Berichtigung für: [1] "1,72 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h"

# Beurteilung – kurzgefasst

Übersicht 1:  
zweistufige Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung
<b>Ergebnisse der Emissionsmessungen</b>		
<b>Gesamtstaub</b> (gravimetrisch, vier Messtermine)		
– Durchschnittliche Abscheidung aus vier Messungen [%]	84,0	+
<b>Ammoniak</b> (kontinuierlich gemessen)		
– Abscheidungswirkungsgrad n. d. 1. Stufe aus Halbstd.mittelwerten	82,9	+
– Gesamtabscheidungswirkungsgrad aus Halbstundenmittelwerten	91,2	o. B.
– Wiederfindungsrate des abgeschiedenen Stickstoffs [%]*	> 70	○
<b>Geruch</b> (wöchentlicher Messtermin)		
– Rohgas-Mittelwert aus 16 Messterminen [GE/m <sup>3</sup> ]	954	o. B.
– Reingas-Mittelwert aus 16 Messterminen [GE/m <sup>3</sup> ]	174	+
– Rohgasgeruch bei 16 Messterminen im Reingas wahrnehmbar?	nein	○
<b>Verbrauchsmessungen</b>		
<b>Frischwasserverbrauch**</b>		
– Sommer/Winter [m <sup>3</sup> /d]	3,9/2,2	o. B.
– Sommer/Winter [m <sup>3</sup> /Mastplatz und Jahr]	1,43/0,79	o. B.
<b>Abschlämmvolumen</b>		
– Sommer/Winter [m <sup>3</sup> /d]	3,5/2,3	o. B.
– bezogen auf Mastplatz und Jahr [m <sup>3</sup> /Mastplatz und Jahr]	1,26/0,85	o. B.
– min. Abschlämmvolumen berechnet***	0,75	o. B.
<b>Gemessener Säureverbrauch</b> min.–max.***	4,6–10,3	o. B.
<b>Berechneter Säureverbrauch</b> min.–max.***	2,9–8,7	o. B.
<b>Elektrischer Energieverbrauch</b> [kWh/Mastplatz und Jahr]		
– Pumpe	15,2	o. B.
– Ventilatoren (inkl. Abluftreinigungsanlage)	47,7	o. B.
<b>Betriebsverhalten</b>		
<b>Technische Betriebssicherheit</b>	keine nennenswerten Störungen am System während der Versuchsperioden	+
<b>Biologische Betriebssicherheit</b>	Durch die Verwendung einer automatischen pH-Wert-Regelung läuft die Anlage bei fehlendem biologischen Stickstoffumsatz als chemisch betriebener Wäscher mit entsprechend höherem Säureverbrauch und erhöhter Abschlämmung.	○
<b>Haltbarkeit</b>	kein nennenswerter Verschleiß während der Versuchsperioden	+
<b>Handhabung</b>		
<b>Betriebsanleitung</b>	übersichtliche Betriebsanleitung mit guter Erklärung der durchzuführenden Wartungen und der automatischen Steuerung Es erfolgt eine Einweisung in die Anlagenbedienung durch den Hersteller.	+
<b>Bedienung</b>	Die Anlage läuft im bestimmungsgemäßen Betrieb vollautomatisch, bei Wartungsvertrag erfolgt einmal pro Jahr eine gründliche Kontrolle durch den Hersteller. Der Betreiber muss die Anlagensteuerung täglich kontrollieren. Die Anlage muss kontinuierlich betrieben werden.	○

\* (N-Bilanz) Sommer/Winter

\*\* Die Berieselung des Biofilters erfolgt quasikontinuierlich (20,7 l/(m<sup>3</sup>h)) [2] und ist im Messwert enthalten.

\*\*\* bezogen auf Mastplatz und Jahr [kg/Mastplatz und Jahr];  
Der Säureverbrauch nähert sich den unteren Werten, wenn sich die biologische Nitrifikation eingestellt hat.

Berichtigung für: [2] "20,7 l/m<sup>3</sup>h"

<b>Wartung</b>	Wartungsvertrag zwischen Hersteller und Betreiber wird seitens des Herstellers dringend empfohlen (gemäß Prüfrahmen geforderte Wartungen sind im Rahmen von Werkswartungen aufgenommen). Neben der täglichen Kontrolle der Anlagensteuerung sind wöchentliche Sichtkontrollen durchzuführen. Die Kontrollen müssen im elektronischen Betriebstagebuch aufgezeichnet werden (siehe Wartungsaufwand).	○
<b>Reinigung Filterfläche</b>	Die Reinigung der ersten Filterwand ist bei Erreichen eines Differenzdruckes von 70 Pa durchzuführen. Dies wird durch ein Alarmsignal über die Steuerung angezeigt.	○
<b>Arbeitszeitbedarf für</b>		
<b>tägliche Kontrollen</b>	ca. 5 Minuten pro Tag	+
<b>plus wöchentliche Kontrollen</b>	ca. 30 Minuten pro Woche	○
<b>Füllkörperwechsel</b>	bei bestimmungsgemäßem und kontinuierlichem Betrieb gemäß Herstellerangaben nicht erforderlich	o. B.
<b>Reinigung der gesamten Anlage</b>	Zweimal jährlich ist eine Reinigung des Raums vor der ersten Filterwand durchzuführen.	
<b>Dokumentation</b>		
<b>Technische Dokumentation</b>	Anforderungen erfüllt	+
<b>Elektronisches Betriebstagebuch</b>	Anforderungen erfüllt Die elektronische Aufzeichnung besteht aus dem elektronischen Betriebstagebuch und dem elektronischen Betriebsprotokoll. Die tägliche Kontrolle der Steuerung wird im elektronischen Betriebsprotokoll aufgezeichnet.	++
<b>Sicherheit</b>		
<b>Arbeitssicherheit</b>	bestätigt durch DPLF (Deutsche Prüf- und Zertifizierungsstelle für Land- und Forsttechnik)	o. B.
<b>Feuersicherheit</b>	Brandschutzkonzept ist vom Betreiber im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens für den Gesamtstall zu erstellen.	o. B.
<b>Umweltsicherheit</b>		
<b>Geräuschemission</b>	kein erhöhter Schalldruckpegel durch Abluftreinigungsanlage feststellbar	○
<b>Entsorgung</b>	Entsorgung des Abschlammwassers über anfallende Gülle möglich. Entsorgung sonstiger Anlagenteile durch anerkannte Verwertungsbetriebe.	○
<b>Gewährleistung</b>		
<b>Herstellergarantie</b>	2 Jahre	o. B.

Bewertungsbereich: ++ / + / ○ / - / -- (○ = Standard)

# Beschreibung und Dimensionierung

## Übersicht 2:

zweistufige Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik

Merkmal	Ergebnis/Wert
<b>Beschreibung</b>	
zweistufige Abluftreinigungsanlage	
1. Stufe: chemisch/biologische Reinigung durch Wäsche im Kreuzstrom mit pH-Regelung	
2. Stufe: biologische Reinigung durch Biofilter	
<b>Eignung</b>	
Reinigung von Abluft aus einstreuloser Schweinehaltung durch Minderung von Staub, Ammoniak und Geruch	
<b>Dimensionierungsparameter Referenzanlage</b>	
<b>Maßangaben Filterwand 1 (Wäscher)</b>	
– Füllkörperbreite/Füllkörperhöhe/Füllkörpertiefe [m/m/m]	15,0/2,6/0,46*
– Anströmfläche [m <sup>2</sup> ]/Füllkörpervolumen [m <sup>3</sup> ]*	39,0/17,9 [3]
– Spezifische Füllkörperoberfläche [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	80
– min. Verweilzeit bei Sommerluft rate [sek]*	0,58
– Maximale Füllkörperoberflächenbelastung [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)] [8]	2.872
– Maximale Füllkörpervolumenbelastung [m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> h)]* [9]	6.243
<b>Berieselung (kontinuierlich)</b>	
– Berieselungsdichte [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)] [8]	1,72
– min. Waschwasser [l] je m <sup>3</sup> Abluft	0,60
<b>Abschlämmung</b>	
– Fassungsvermögen Waschwasservorlagebecken der Referenzanlage [m <sup>3</sup> ]	10,5
– Spezifisches Fassungsvermögen [l/Mastplatz]	10,5 [4]
– Abschlämmrate min. bis max. während der Prüfung [m <sup>3</sup> /d]	2,3 bis 3,5
– pH-Wert des Waschwassers	6,5 bis 6,8
– Leitfähigkeit [mS/cm]	≤ 20
– Gesamtstickstoff im Waschwasser	≤ 5 g/l
<b>Maßangaben Filterwand 2 (Biofilter aus Wurzelholz)</b>	
– Filterbreite/Filterhöhe/Filtertiefe [m/m/m]	15,0/3,0/0,6
– Anströmfläche [m <sup>2</sup> ]/Füllkörpervolumen [m <sup>3</sup> ]	45,0/27,0
– Biofilterschüttung	gerissenes Wurzelholz (Siebung 50–150 mm)
– min. Verweilzeit bei Sommerluft rate [sek]	0,87 [5]
– Maximale Filteroberflächenbelastung [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)] [8]	2.489 [6]
– Maximale Filtervolumenbelastung [m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> h)]* [9]	4.148 [7]
<b>Befeuchtung (quasikontinuierlich)</b>	
– min. Befeuchtung d. Biofilters m. Frischwasser bezogen auf das Biofiltervolumen [l/(m <sup>3</sup> h)] [10]	20,7
<b>Referenzbetrieb für durchgeführte Messungen</b>	
Schweinemaststall (kontinuierliche Mast): Mastplätze [Stück]	1.000
Durchschnittliches Tierlebensmasse [kg LM]	70
Installierte Luftleistung [m <sup>3</sup> /h]	112.000 (5 Ventilatoren á 22.400 m <sup>3</sup> /h) bei 150 Pa Druckverlust
Druckverlust Abluftreinigung [Pa]**	max. 65 bei 112.000 m <sup>3</sup> /h Abluft
Gesamtdruckverlust (Stall + Abluftreinigung) [Pa]	120 bei 112.000 m <sup>3</sup> /h Abluft
Maximalluft rate im Sommer gemäß DIN 18910 [m <sup>3</sup> /h Mastplatz]	85

\* Die Festlegung dieser Füllkörpertiefe erfolgte nach Abschluss der Prüfung zur Verlängerung der Standzeit des Biofilters, während der Prüfung lag die Füllkörpertiefe bei 0,30 m. Dadurch wird der Stickstoffeintrag in die Biofilterwand weiter minimiert.

\*\* Durch die Vergrößerung der Füllkörpertiefe wird der Druckverlust um ca. 10 % ansteigen.

## Eignung

Die zweistufige Abluftreinigungsanlage eignet sich zur Emissionsminderung von Staub, Ammoniak und Geruch aus dem Abluftstrom einstreuloser Schweinehaltungsanlagen bei Auslegung der Lüftung nach DIN 18910 und bei Einhaltung der beschriebenen verfahrenstechnischen Parameter zur Abscheidung von Ammoniak ( $\geq 70\%$  Abscheidegrad), zur Abscheidung von Staub ( $\geq 70\%$  Abscheidegrad) und für Geruchsminimierung (auf  $< 300$  GE/m<sup>3</sup> ohne Rohgasgeruch im Reingas). Zur vollen Funktionsfähigkeit der zweistufigen Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik muss die Lüftungskennlinie der Ventilation des Stalles, an dem die zweistufige Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik installiert wird, vor Inbetriebnahme aufgenommen und in der Steuerung der

Abluftreinigungsanlage hinterlegt werden. Die Absolutwerte der Gesamtventilation sind in m<sup>3</sup>/h im elektronischen Betriebstagebuch anzugeben.

## Beschreibung/Funktion

Die „zweistufige Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik“ ist ein im Druckbetrieb gefahrenes, pH-Wert geregeltes System zur Reinigung der Abluft aus einstreulosen Schweineställen. Die erste Stufe besteht aus einer Waschstufe, bei der der pH-Wert mit Schwefelsäure auf einen Wert zwischen 6,5 und 6,8 eingestellt wird. Das Prinzip des Rieselbettreaktors beruht auf dem Kontakt der Abluftinhaltsstoffe mit dem im Kreislauf geführten, schwach angesäuertem Waschwasser (pH-Wert 6,5 bis 6,8) und den in den Füllkörpern angesiedelten Mikroorganismen. Je nach

biologischer Ansäuerung (Nitrifikation) schwanken der Säureverbrauch und das Abschlämmvolumen. Bei der rein chemischen Betriebsweise wird mit Hilfe der Schwefelsäure Ammoniak im Wasser gebunden und mit dem Abschlämmwasser aus dem System entfernt.

Die Abluft wird über alle angeschlossenen Abteile des Stalles gesammelt abgesaugt und über Abluftkanäle dem zweistufigen Abluftreinigungssystem zugeführt. Die zu reinigende Abluft tritt von oben in die Druckkammer vor der ersten Stufe ein. Die erste Stufe besteht aus einer 46 cm dicken Packung aus Füllkörpern des Typs 2H NET38 150 der Firma Gea-2H und wird von oben kontinuierlich im Kreuzstrom berieselt. Dort erfolgen die Entstaubung der Abluft und die Bindung des in der Abluft befindlichen Ammoniaks mit dem schwach

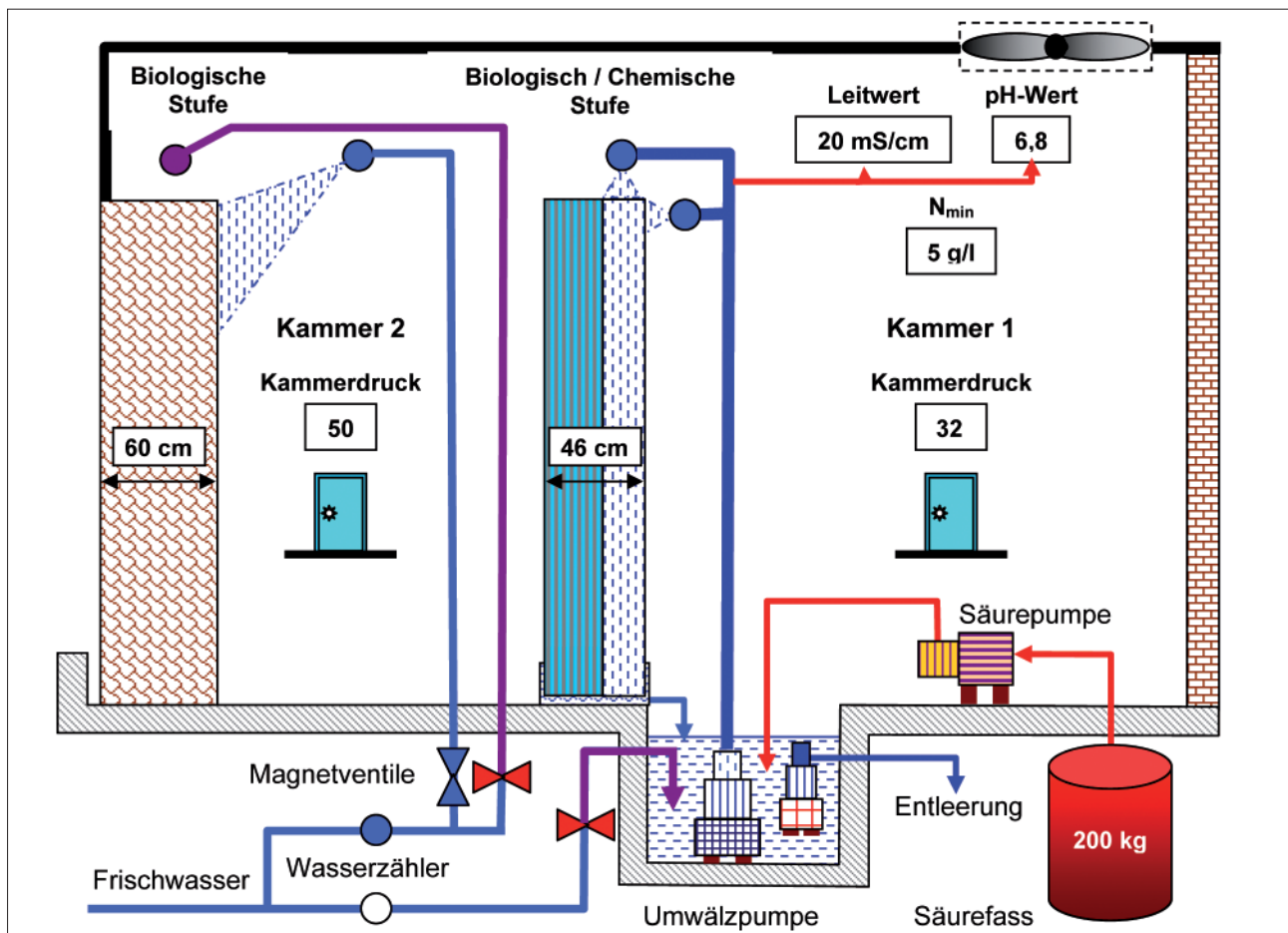


Bild 2:  
Skizze der Abluftreinigungsanlage am Referenzbetrieb

saueren Waschwasser. 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 Stoffe umsetzen sollen. Da Ammoniak sehr gut wasserlöslich ist, wird es in das umlaufende Waschwasser ausgewaschen und durch nitrifizierende Bakterien zu Nitrit und Nitrat oxidiert (biologischer Betrieb). Bei der chemischen Betriebsweise erfolgt die Rückhaltung des Ammoniaks auf chemischem Weg (Bildung von Ammoniumsulfat) und auf physikalischem Weg (höhere Ammoniakaufnahme Kapazität durch schwachsaures Waschwasser). Mit dem Waschwasser gelangen Bakterien, Staub, Ammoniak und auch Geruchspartikel in die Waschwasservorlage, wo ebenfalls ein biologischer bzw. chemischer Abbau dieser Stoffe in genannter Weise erfolgt.

Zur Vermeidung von Salzanreicherungen wie Nitrit, Nitrat und anderen Salzen, die zur Absenkung der mikrobiologischen Aktivität bzw. der physikalischen und chemischen Aufnahmekapazität führen, muss Waschwasser in regelmäßigen Abständen abgeschlammmt werden. Damit die Mikrobiologie nicht komplett abgeschlammmt wird, erfolgt die Abschlämmtung eines Teils der Waschwasservorlage in Abhängigkeit der Leitfähigkeit in regelmäßigen Abständen. Das abgeschlammte Waschwasser wird ebenfalls in regelmäßigen Abständen durch Frischwasser ersetzt. Jedoch erfolgt die Frischwasserzufuhr zeitversetzt von der Abschlämmtung, damit keine Kurzschlussströme entstehen.

Die Abluftinhaltsstoffe dienen als Energie- und Nahrungsquelle für Mikroorganismen, die in dem Füllkörperblock als Biofilm anhaften und in der Waschwasservorlage leben. An diesen Stellen wird der biologische Abbau vollzogen. Hierbei werden sowohl organische Stoffe wie Geruchsstoffe als auch Stickstoffverbindungen der Abluft entzogen und umgesetzt.

Nach dem Durchströmen des Füllkörpers passiert die Abluft einen quasikontinuierlich befeuchteten Biofilter (Wurzelholzschüttung mit einer Siebung < 150 mm). Dort erfolgt abschließend die Abreinigung der Geruchsstoffe. Durch die gleichmäßige, quasikontinuierliche Befeuchtung des Biofilters erfolgt eine Adsorption der Geruchsstoffe an der Oberfläche der Schüttung. Dort siedeln wiederum Mikroorganismen, denen die Geruchsstoffe als Energiequelle dienen und diese umsetzen. Die Schüttung besteht aus gerissenem Wurzelholz mit großer spezifischer Oberfläche und langer Haltbarkeit, welche eine gute Besiedelungsfläche für Mikroorganismen darstellt. Aus dem Biofilter tritt die Abluft dann gereinigt in die Umgebung aus. Der Biofilter dient zudem zur Abscheidung von in der Abluft noch enthaltenen Aerosolen.

Die zweistufige Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik ist kontinuierlich zu betreiben, damit wird eine hohe biologische Aktivität im Sinne der effektiven Abluftreinigung dieses Systems aufrecht erhalten. Eine kontinuierliche Belegung des Stalles 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 sind hingegen unkritisch.

Die Abschlämmtung an der Anlage muss automatisch und leitfähigkeitsgesteuert bei einer maximalen Leitfähigkeit von 20 mS/cm erfolgen. Dabei liegt der Wasserstand der Waschwasservorlage zu Beginn des Betriebs bzw. nach erfolgter Reinigung der Anlage beim maximal möglichen Füllstand. Wenn die maximale Leitfähigkeit von 20 mS/cm erreicht wird, erfolgt durch das Einschalten der Entleerungspumpe bei einem pH-Wert von 6,8 die Abschlämmtung. Es werden 50% der Waschwasservorlage abgeleitet. Anschließend wird die Waschwasservorlage wieder auf den maximal möglichen Wasser-

stand mit Frischwasser befüllt damit der pH-Wert nicht über 6,8 ansteigt, wird die Säurezufuhr währenddessen nicht unterbrochen.

## **Prüfbedingungen/ Referenzstall**

Der Referenzstall, an dem die Messungen durchgeführt wurden, besteht aus vier Abteilen, in denen bis zu 1.000 Mastschweine bei durchschnittlich 70 kg Lebendmasse einstreulos gehalten werden können. Die Luft wird von oben aus den Abteilen mithilfe von Ventilatoren abgesaugt, über Abluftkanäle gesammelt und durch die Abluftreinigungsanlage gedrückt.

Die Lüftungstechnik wurde gemäß den Vorgaben der DIN 18910 ausgelegt, die Maximalluftfrate sollte daraus abgeleitet bei kontinuierlicher Mast ca. 85.000 m<sup>3</sup>/h bei einer Druckdifferenz von 150 Pa betragen (Angaben gemäß Hersteller). Mit dem im Referenzstall installierten Lüftungssystem von maximal 112.000 m<sup>3</sup>/h ist die Ventilation nach Maßgabe der DIN 18910 überdimensioniert.

Während der Wintermessungen stellte sich heraus, dass die in der Steuerung der Abluftreinigungsanlage angezeigten Luftvolumenströme bei niedrigen Lüftungsraten nicht mit der tatsächlichen Lüftungsrate übereinstimmten. Durch zusätzliche Messungen wurden die tatsächlichen Luftvolumenströme überprüft. Zur Vorbeugung dieser Fehlfunktion muss zukünftig eine Aufnahme der Ventilationskennlinie im Betrieb erfolgen und in der Steuerung hinterlegt werden, das heißt, dass vor Inbetriebnahme der Abluftreinigungsanlage die stallspezifische Lüftungskennlinie mithilfe von 5 Messpunkten (20%, 40%, 60%, 80% und 100% Lüftungsrate) aufgenommen werden muss. Des Weiteren wird empfohlen, dass vor Installation zwischen dem Hersteller der Abluftreinigungsanlage und dem Verantwortlichen für die Auslegung der Stallventilation, sofern es sich hierbei um unterschiedliche Firmen handelt, eine genaue Schnittstellendefinition erfolgt, damit die Lüftungsanlage den

Gegebenheiten des Stalles und der Abluftreinigungsanlage entspricht.

Zur Minimierung eines möglichen Stickstoffeintrags in die Biofilterwand wurde die Füllkörpertiefe der ersten Filterwand, die während der Prüfung 30 cm betrug, nachträglich auf 46 cm [11] erhöht. Damit soll ein möglicher Stickstoffeintrag in die Biofilterwand verhindert werden, der zu einer geringeren Standzeit des Biofilters führt.

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)
- NH<sub>3</sub>-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.

## Prüfergebnisse

Tabelle 1:

Messergebnisse zur Emissionsminderung der zweistufigen Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik (Sommermessung)

Datum	Umgebungs- und Randbedingungen						Staub			Geruch		
	Umgebungs-temperatur [°C]	Rohgas-/Reingas-feuchte [%]	Rohgas-/Reingas-temperatur [°C]	Tierzahl im Stall	Durchschnittl. Mastgewicht [kg]	Luftvolumenstrom gesamt [m³/h]	Konzentration Rohgas [mg/m³]	Konzentration Reingas [mg/m³]	Ab-scheide-grad [%]	Rohgas [GE/m³]	Reingas [GE/m³]	Rohgas im Reingas wahrnehmbar?
05.08.09	23,0	63/98	25,6/21,4	1.008	60,0	44.800				330	180	Nein
11.08.09	23,6	83/82*	26,2/24,3	1.007	64,5	47.040				1.187	183	Nein
19.08.09	29,0	82/90*	22,3/22,4	1.005	70,7	58.240				320	40	Nein
26.08.09	27,0	77/98	24,1/21,7	1.005	76,3	61.600				530	72	Nein
09.09.09	28,8	72/98	23,8/22,3	1.004	87,5	86.240				127	90	Nein
16.09.09	15,3	75/98	24,1/19,8	1.003	93,1	69.440				595	160	Nein
23.09.09	18,3	77/100	24,7/20,7	1.005	97,5	67.536	0,89	0,10	88,7	1.000	135	Nein
29.09.09	16,7	72/100	23,7/19,6	1.005	98,0	52.416	1,27	0,21	83,4			
30.09.09	13,0	78/98	22,9/19,1	896	104,2	48.160				500	173	Nein

Tabelle 2:

Messergebnisse zur Emissionsminderung der zweistufigen Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik (Wintermessung)

Datum	Umgebungs- und Randbedingungen						Staub			Geruch		
	Umgebungs-temperatur [°C]	Rohgas-/Reingas-feuchte [%]	Rohgas-/Reingas-temperatur [°C]	Tierzahl im Stall	Durchschnittl. Mastgewicht [kg]	Luftvolumenstrom gesamt [m³/h]	Konzentration Rohgas [mg/m³]	Konzentration Reingas [mg/m³]	Ab-scheide-grad [%]	Rohgas [GE/m³]	Reingas [GE/m³]	Rohgas im Reingas wahrnehmbar?
03.12.2009	8,1	83/100	19,1/14,4	1.100	39,0	28.224	0,76	0,09	88,1			
10.12.2009	7,0	79/98	25,2/16,2	1.100	42,7	34.720				1.888	254	Nein
17.12.2009	-3,0	96/98	19,6/11,9	1.250	57,6	36.960				1.498	274	Nein
21.12.2009	-4,0	94/98	14,4/10,1	1.248	62,6	34.720				2.245	179	Nein
28.12.2009	-1,0	86/99	17,6/10,4	1.245	67,8	38.080				707	137	Nein
06.01.2010	-6,0	82/98	18,2/8,8	1.245	74,5	23.520				1.189	166	Nein
12.01.2010	-4,0	82/98	14,2/11,2	1.244	79,0	34.720				944	218	Nein
14.01.2010	-3,0	88/98	14,3/9,2	1.244	80,0	36.960				944	264	Nein
19.01.2010	3,0	77/98	18,0/14,5	1.244	84,2	38.080				1.260	254	Nein
20.01.2010	10,1	56/100	23,2/13,3	1.200	n. n.	36.288	1,09	0,26	76,1			

\* Die Reingasfeuchte ist an diesen Tagen zu niedrig. Daraufhin wurde die Berieselung geändert.

\*\* Aufnahme der Lüfterkennlinie ergab eine Maximalluftfrate von 84.500 m³/h bei 100 % Lüftung

\*\*\* Mittelwert aus drei Messungen

Berichtigung für: [11] "45 cm"

Tabelle 3:

Messergebnisse zur Emissionsminderung zweistufigen Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik für Ammoniak und verfahrenstechnische Daten während der Sommer- und Wintermessung (ausgewählte Tagesmittelwerte)

Datum	Lüftungsrate	Strömungsgeschwindigkeit*	Verweilzeit* / ***	Füllkörperflächenbelastung*	Füllkörpervolumenbelastung*	Berieselungsdichte*	Ammoniak Rohgas**	Ammoniak Reingas	Abscheidegrad Ammoniak, Wäscher	Abscheidegrad Ammoniak, gesamt
	[m³/h]	[m/s]	[sek]	[m²/(m³h)] [12]	[m³/(m³h)] [13]	[m³/(m³h)] [12]	[ppm]	[ppm]	[%]	[%]
21.09.2009	55.204	0,39	0,80	1.415	4.718	1,72	17,7	1,7	76	91
08.10.2009	42.510	0,30	1,01	1.090	3.633	1,72	20,2	1,2	85	94
30.11.2009	25.063	0,18	1,69	643	2.142	1,72	24,4	2,2	91	96
13.01.2010	37.483	0,27	1,12	961	3.204	1,72	24,3	2,5	85	90

\* berechnete Werte

\*\* Werte auf Tierhöhe jeweils unter 20 ppm

\*\*\* Verweilzeit auf die Füllkörperdicke während des Prüfzeitraums (30 cm) bezogen

Berichtigung für: [12] "[m³/m²h]"; [13] "[m³/m³h]";

## Staub

Zu Messbeginn wurde vereinbart, dass zwei Gesamtstaubmessungen und jeweils zwei PM 10 und PM 2,5 Staubmessungen je Messzeitraum ausreichen, da die Anlage durch die permanente Berieselung einen hohen Abscheidegrad erwarten ließ. Die Messungen im Sommer 2009 bestätigten dies. Deshalb wurde während der Wintermessungen in gleicher Weise vorgegangen.

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 1 und 2 hervorgeht, lagen die Abscheidegrade für Gesamtstaub an drei Messtagen > 80 % und an einem Messtag > 70 %, so dass der zweistufigen Abluftreinigungsanlage der Firma Dr. Siemers Umwelttechnik eine wirkungsvolle Staubabscheidung bei einstreulosen Schweinehaltungsverfahren möglich ist. Für PM 10 ergab sich ein Abscheidegrad von über 70 %. Die Abscheidung von PM 2,5 lag zwischen 56 % am 10.12.2009 und 86 % am 06.10.2009.

## 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 3 zeigt einige beispielhafte Werte die typisch für die Sommer- und Wintermessungen waren. Daraus ist ersichtlich, dass die Rohgaswerte an den ausgewählten Tagen während der Sommer- und Wintermessungen von August bis Februar zwischen 17 und 24 ppm schwankten und durch den Wäscher wirkungsvoll auf < 3 ppm reduziert wurden. Eine wirkungsvolle Ammoniakabscheidung bei einstreulosen Schweinehaltungsverfahren und ordnungsgemäßem Betrieb ist bei den beschriebenen Betriebsbedingungen nachweislich sichergestellt. Zur Überprüfung der Ammoniakkonzentration in der Stallluft wurden bei regelmäßigen Begehungen Messungen im Stall auf Tierhöhe durchgeführt. Bezogen auf die Schweinehaltungsverordnung wurden dabei an zwei Messterminen im Winter überhöhte Ammoniakkonzentrationen festgestellt. Der Grund hierfür war die teilweise unzureichende Lüftungsrate. Die Temperatur im Stall war bezogen auf das Tiergewicht vergleichsweise hoch. Nach Feststellung dieser hohen Ammoniakkonzentrationen wurde seitens der DLG interveniert, so dass diese Unzulänglichkeiten behoben wurden. Die Lüftungsrate wurde soweit erhöht, dass die Ammoniakkonzentration auf Tierhöhe unter 20 ppm gesenkt wurde.

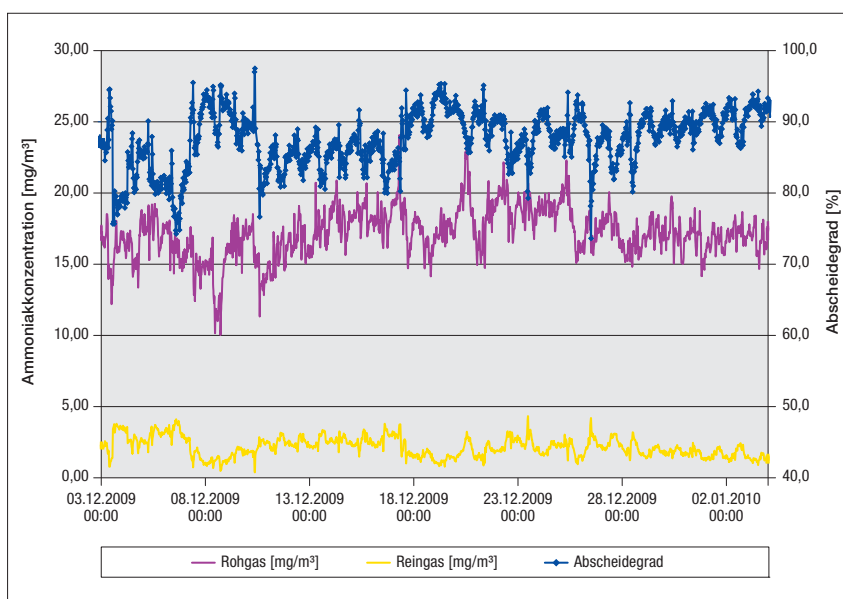


Bild 3:

Verlauf der Ammoniakkonzentrationen im Roh- und Reingas vom 01.12.2009 bis zum 05.01.2010

## Stickstoff-Bilanz

Die Stickstoffabscheidung der Abluftreinigungsanlage wurde über eine N-Bilanzierung unter Berücksichtigung der Ammoniakfrachten (Roh- und Reingas), des Aerosolaustrages (Reingas), der im Reingas enthaltenen Stickoxide sowie der im Waschwasser gelösten Stickstoffverbindungen verifiziert. Das bedeutet, dass der durch die Abluftreinigungsanlage abgeschiedene Stickstoff aus dem Ammoniak des Rohgases in Form von Ammonium, Nitrit und Nitrat im Waschwasser sowie die Restemission von Ammoniak und Stickoxiden im Reingas nachgewiesen wurde.

Gemäß dem DLG-Prüfrahmen muss die Wiederfindungsrate des Stickstoffs innerhalb der Stickstoffbilanz während der Sommer- und Wintermessung jeweils > 70% betragen. Dies wurde innerhalb der Prüfung der zweistufigen Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik nachgewiesen.

## Geruch

Probenahme und Auswertung erfolgten gemäß DIN EN 13725 mit einem Olfaktometer vom Typ T07 ohne vorherige Staubabscheidung. Über einen Unterdruckprobenehmer 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 andererseits, 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/m<sup>3</sup> 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 Abschlämmrate 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 die Sommermessung einen durchschnittlichen Verbrauch von 3,9 m<sup>3</sup> Frischwasser pro Tag. Das entspricht einem Frischwasserbedarf während der Sommermessung von ca. 1,43 m<sup>3</sup> pro Mastplatz und Jahr. Während der Wintermessung wurde ein durchschnittlicher Verbrauch von ca. 2,2 m<sup>3</sup> pro Tag ermittelt, dies bedeutet einen Frischwasserbedarf von ca. 0,80 m<sup>3</sup> pro Mastplatz und Jahr.

Für das Abschlämmvolumen ergab sich im Sommer ein Wert von ca. 3,5 m<sup>3</sup> pro Tag bzw. ca. 1,3 m<sup>3</sup> pro Mastplatz und Jahr und im Winter ca. 2,3 m<sup>3</sup> pro Tag bzw. ca. 0,85 m<sup>3</sup> pro Mastplatz und Jahr.

### Verbrauch an elektrischer Energie

Die mit Abstand größten Verbraucher des Abluftreinigungssystems ist die Berieselungspumpe (kontinuierlich betriebene Umlaufpumpe) 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:

Berieselungspumpe:  
41,6 kWh / Tag  
(15,2 kWh/Mastplatz und Jahr)

Ventilatoren (Gesamt):  
130,6 kWh / Tag  
(47,7 kWh/Mastplatz und Jahr)

Hinzu kommen noch die geringfügigen Energieverbräuche der Entleerungspumpe und der Steuerung. Durch die nachträglich angeordnete, größere Füllkörpertiefe ist mit geringfügig höherem Energiebedarf zu rechnen.

## Sonstige Verbrauchswerte

Zur Gewährleistung der sicheren Funktion wird an der Anlage eine automatische Säuredosierung bereitgestellt. Im biologischen Betrieb wird bei einem angestrebten Ammoniakabscheidegrad von 70% nur wenig Säure verbraucht. Sofern sich keine funktionsfähige Biologie im System ausbildet, läuft die Anlage aufgrund der Steuerung als chemisch betriebener Wäscher (allerdings mit einer maximalen Leitfähigkeit von 20 mS/cm), was einen hohen Säureverbrauch nach sich zieht. Während der Messungen wurde die Anlage teilweise chemisch betrieben. Daraus ergab sich ein Säureverbrauch von 10,3 kg/Mastplatz und Jahr. Nach der Ausbildung einer Biologie konnte der Säureverbrauch auf 4,6 kg/Mastplatz und Jahr gesenkt werden. Da die biologische Stickstoffoxidation auch zu diesem Zeitpunkt nicht voll funktionsfähig war, sind hier weitere Einsparpotentiale möglich. Bei der gemessenen Ammoniakabscheidung von 82,9% ergibt sich ohne Berücksichtigung einer biologischen Nitrifikation ein rechnerischer Säureverbrauch von 8,7 kg/Mastplatz und Jahr. Durch die automatische pH-Regelung ist die Ammoniakabscheidung > 70% grundsätzlich sichergestellt.

## Betriebsicherheit und Haltbarkeit

Im Prüfungszeitraum wurden an der Anlagentechnik kleinere Störungen festgestellt. Daraufhin wurden Änderungen an der Anlage durchgeführt, wie die Vergrößerung der Füllkörperdicke und die Änderung der Säuredosierung.

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 Jahren betragen.

Wenn Stallentlüftung und Abluftreinigungsanlage von unterschiedlichen Herstellern installiert werden, werden seitens des Herstellers der Abluftreinigung die Lüftungsdaten als Kennlinie aufgenommen und ebenfalls in die Steuerung der Abluftreinigung zur Regelung integriert.

Die maximale Lüfterleistung wird in der Steuerung gleich 100 % gesetzt. Da der Luftdurchsatz gemäß Prüfraumen als Absolutwert in m<sup>3</sup>/h angegeben werden soll, muss vor Inbetriebnahme eine Kennlinie der

gesamten Lüftungsanlage (Stall + Abluftreinigung) aufgenommen werden (s. o.).

## 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. Hierzu erfolgt eine protokollierte Einweisung durch den Hersteller.

Nach erfolgter Inbetriebnahme und ausreichender Einlaufphase ist die Handhabung der Anlage dagegen als einfach anzusehen, da die Abluftreinigungsanlage im Regelbetrieb vollautomatisch läuft und lediglich eine tägliche Kontrolle der Betriebsdaten und eine wöchentli-

che 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.

### Übersicht 3:

#### Erfüllung der Anforderungen an das elektronische Betriebstagebuch des Wäschers

	voll erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt	Bemerkungen
<b>Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage</b>	✗			Elektronische Differenzdrucksensoren vor und hinter dem Filter mit Alarmauslösung und Speicherung des Alarms in der SPS
<b>Luftdurchsatz</b>		✗		Vor Inbetriebnahme erfolgt die Aufnahme der Anlagenkennlinie mithilfe eines Messventilators oder gemäß DIN 12599. Diese wird dann im elektronischen Betriebstagebuch hinterlegt.
<b>Pumpenlaufzeit</b>	✗			Aufzeichnung und Speicherung des elektrischen Verbrauchs der Pumpen erfolgt in kWh
<b>pH-Wert</b>	✗			Automatische Säuredosierung
<b>Kalibrierung pH-Sensoren</b>	✗			Nach 55 Tagen wird der Betreiber durch die Steuerung informiert, eine Kalibrierung des pH-Sensors vorzunehmen. Sofern dieser dem nicht nachkommt, erfolgt nach 60 Tagen eine automatische Abschaltung der Anlage.
<b>Berieselungsintervalle</b>	✗			Berieselung erfolgt permanent und ist durch den Anwender nicht editierbar. Bei Pumpenausfall Alarmmeldung und Speicherung in Steuerung
<b>Gesamtfrischwasserverbrauch des Wäschers</b>	✗			Der Frischwasserverbrauch wird im elektronischen Betriebstagebuch protokolliert.
<b>Abgeschlammte Wassermenge und Verbleib</b>	✗			Die Abschlämzung wird mithilfe der Laufzeit der Entleerungspumpe und des Frischwasserverbrauchs dokumentiert.
<b>Roh- und Reingastemperatur</b>	✗			Die Temperaturen im Rohgas und die Wassertemperatur im Waschwasser werden erfasst.
<b>Sprühbildkontrolle</b>		✗		Manuelle Eintragung in das elektronische Betriebsprotokoll nicht möglich, jedoch sind Kontrollgänge durch die Anlage indirekt feststellbar.
<b>Wartungs- und Reparaturzeiten</b>	✗			Manuelle Eintragung in das elektronische Betriebsprotokoll nicht möglich, jedoch indirekt feststellbar.

## **Wartungsaufwand**

Bei Abschluss eines Wartungsvertrages wird jährlich eine Wartung durch Dr. Siemers Umwelttechnik durchgeführt. Hierbei werden alle Messgeräte und Pumpen überprüft und die Messgeräte neu kalibriert. Bei jeder jährlichen Wartung erfolgt eine Beprobung des Waschwassers, wobei die Parameter pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt, Ammonium, Nitrat und Nitrit gemessen werden. Es werden beide Filterwände auf ihren Zustand hin kontrolliert. Zusätzlich wird die Ammoniakkonzentration im Roh- und Reingas überprüft. Bei Bedarf erfolgt eine Reinigung der Anlage. Die Wartungen werden in einem Wartungsprotokoll dokumentiert und der technischen Dokumentation an der Anlage beigelegt.

Sofern kein Wartungsvertrag abgeschlossen wird, müssen die beschriebenen Wartungen gemäß Revisions- und Wartungsplan durch den Betreiber vorgenommen werden.

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 wöchentlichen Kontrollen müssen die Filterwände und die Befuchtungsdüsen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Die Düsen müssen bei ungleichmäßigem Sprühbild gereinigt oder ausgetauscht werden. Diese müssen daher wöchentlich kontrolliert werden und ggf. gereinigt 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 den Füllkörper über 70 Pa steigt, wird über die Steuerung Alarm ausgelöst. Dann muss eine Reinigung des Füllkörpers in Stufe 1 erfolgen.

## **Betriebsanleitung**

Die Betriebsanleitung ist ausreichend 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. Durch den Abschluss eines Wartungsvertrages kann die Anlage zusätzlich durch Fernüberwachung seitens des Herstellers überwacht werden und die Bedienung der Abluftreinigungsanlage ist somit weitestgehend automatisiert.

Das elektronische Betriebstagebuch inklusive des elektronischen Betriebsprotokolls ermöglicht eine lückenlose Aufzeichnung der für den sicheren Anlagenbetrieb erforderlichen Daten. Die Aufzeichnung erfolgt durch den Hersteller der Anlage und die Daten werden über 5 Jahre gespeichert. Diese Daten können optional vom Betreiber ausgelesen werden.

## **Umweltsicherheit**

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

Die Demontage und Entsorgung sonstiger Anlagenteile kann 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 „zweistufige Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik“ 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 zwei Jahren auf die Abluftreinigungsanlage. Die Garantie setzt den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage voraus, welches auch die korrekte Führung des Betriebstagebuches 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 Damme bei einem maximalen Abluftvolumenstrom von 112.000 m<sup>3</sup>/h durchgeführt, die Prüfungsdauer betrug insgesamt 9 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

Braunschweiger  
Umwelt-Biotechnologie GmbH  
(BUB),  
Hamburger Straße 273a,  
38114 Braunschweig  
(Geruchsmessungen)

## Praktischer Einsatz

Landwirtschaftlicher Betrieb  
Bockern 2,  
49401 Damme

## 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

Peter Seeger, Landwirt,  
Nieder-Klingen

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](http://www.entam.com) oder unter der E-Mail-Adresse: [info@entam.com](mailto:info@entam.com)

09-515

Juni 2009 – berichtigt November 2011, Januar 2012

© 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](mailto:tech@dlg.org), Internet: [www.dlg-test.de](http://www.dlg-test.de)

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