

**Uniqfill Air BV**

# **Biologischer Rieselbettreaktor BioCombie**

für die Schweinehaltung



 **SIGNUM  
TEST**

**05/14 bestanden**



# Überblick

Der SignumTest ist die umfassende Gebrauchswertprüfung der DLG nach unabhängigen und anerkannten Bewertungskriterien für landtechnische Produkte. Der DLG-SignumTest bewertet neutral alle aus Sicht des Praktikers wesentlichen Merkmale des Produktes von der Leistungsfähigkeit über die Haltbarkeit bis hin zur Arbeits- und Funktionssicherheit. Diese werden auf Prüfständen sowie unter verschiedenen Einsatzbedingungen genauso geprüft und bewertet wie die Bewahrung des Prüfgegenstands bei einer praktischen Erprobung im Einsatzbetrieb. Die genauen Prüfbedingungen und -verfahren, wie auch die Bewertung der Prüfungs-

ergebnisse werden von den jeweiligen unabhängigen Prüfungskommissionen in entsprechenden Prüfrahmen festgelegt und laufend den anerkannten Regeln der Technik sowie den wissenschaftlichen und landwirtschaftlichen Erkenntnissen und Erfordernissen angepasst. Die erfolgreiche Prüfung schließt mit der Veröffentlichung eines Prüfberichtes sowie der Vergabe des Prüfzeichens ab.



In diesem DLG-SignumTest wurde der BioCombie-Luftwäscher der Firma Uniqfill Air BV auf seine Eignung zur Emissionsminderung von

Staub, Ammoniak und Geruch aus dem Abluftstrom einstreuloser Schweinehaltungsanlagen geprüft. Grundlage für die Prüfung ist eine Auslegung der Lüftungsanlage nach DIN 18910, die Einhaltung der beschriebenen verfahrenstechnischen Parameter zur Abscheidung von Ammoniak und Staub zu jeweils mindestens 70 % oder mehr sowie eine Geruchsminderung auf unter 300 Geruchseinheiten pro Kubikmeter Reingas ohne Rohgasgeruch im Reingas.

## Beurteilung – kurz gefasst

Der biologische Rieselbettreaktor BioCombie der Firma Uniqfill ist ein einstufiger, biologischer Abluftwäscher zur Abscheidung von Staub, Ammoniak und Geruch in der einstreulosen Schweinehaltung zum Einsatz in Stallanlagen mit Oberflur-Absaugung. Nach einer Anfeuchtung der Abluft und Entfernung von groben Staubpartikeln durch kontinuierliche Vorbedüsung wird der Filter kontinuierlich mit

Waschwasser berieselt. Die entstandenen Aerosole werden in einem nachgeschalteter Tropfenabscheider wieder abgeschieden. In der Prüfung erreichte der Rieselbettreaktor im Winter mit 94,4 % einen besonders guten gemittelten Abscheidegrad beim Feinstaub PM<sub>2,5</sub> sowie sowohl im Sommer als auch im Winter mit 92 % beziehungsweise 92,3 % sehr gute Abscheidegrade bei der kontinuierlichen Ammo-

niakmessung. Im Winterbetrieb konnte eine hohe Wiederfindungsrate von 85 % des abgeschiedenen Stickstoffs nachgewiesen werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Weitere Messergebnisse sind ab Seite 10 dargestellt.

Tabelle 1:  
Ergebnisse im Überblick

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung*	
<b>Ergebnisse der Emissionsmessungen</b>			
<b>Gesamtstaub</b> (gravimetrisch, vier Messtermine)			
– Sommer (1 Messung)	Abscheidegrad [%]	76	○
– Winter (3 Messungen)	gemittelter Abscheidegrad [%]	88	+
<b>Feinstaub</b> (gravimetrisch, zwei Messtermine)			
– Winter	gemittelter Abscheidegrad PM <sub>10</sub> [%]	88,3	+
	gemittelter Abscheidegrad PM <sub>2,5</sub> [%]**	94,4	++
<b>Ammoniak</b> (kontinuierlich gemessen, bez. auf Konzentrationen bei einer Leitfähigkeit von 16 mS/cm)			
– Sommer	Abscheidegrad gemittelt aus Halbstundenmittelwerten [%]	92	++
– Winter	Abscheidegrad gemittelt aus Halbstundenmittelwerten [%]	92,3	++

Prüfkriterium		Ergebnis	Bewertung*
<b>Ergebnisse der Emissionsmessungen</b>			
<b>N-Bilanzierung</b>			
– Sommer (bei 16 mS/cm)	Wiederfindungsrate des abgeschiedenen Stickstoffs [%]	81	+
– Winter	Wiederfindungsrate des abgeschiedenen Stickstoffs [%]	85	+
<b>Geruch</b>			
– Sommer		< 300 GE/m <sup>3</sup> und kRw	k. B.
– Winter		< 300 GE/m <sup>3</sup> und kRw	k. B.
<b>N-Entfrachtung</b>			
– Sommer		81***	+
– Winter		85	+
<b>Verbrauchsmessungen (Mittelwerte pro Tag bzw. pro Tierplatz und Jahr)</b>			
<b>Frischwasserverbrauch</b>			
– Sommer bei 16 mS/cm	Frischwasserverbrauch [m <sup>3</sup> /d] / [m <sup>3</sup> /(TP · a)]	7,75 / 2,18	k. B.
– Sommer bei > 20 mS/cm	Frischwasserverbrauch [m <sup>3</sup> /d] / [m <sup>3</sup> /(TP · a)]	5,62 / 1,63	k. B.
– Winter bei 16 mS/cm	Frischwasserverbrauch [m <sup>3</sup> /d] / [m <sup>3</sup> /(TP · a)]	3,64 / 1,19	k. B.
<b>Abschlämmvolumen</b>			
– Sommer bei 16 mS/cm	Abschlämmvolumen [m <sup>3</sup> /d] / [m <sup>3</sup> /(TP · a)]	2,78 / 0,79	k. B.
– Sommer bei > 20 mS/cm	Abschlämmvolumen [m <sup>3</sup> /d] / [m <sup>3</sup> /(TP · a)]	2,02 / 0,58	k. B.
– Winter bei 16 mS/cm	Abschlämmvolumen [m <sup>3</sup> /d] / [m <sup>3</sup> /(TP · a)]	2,54 / 0,83	k. B.
<b>Säureverbrauch</b>			
– Sommer	Säureverbrauch	kein Verbrauch	k. B.
– Winter	Säureverbrauch [kg/d] / [kg/(TP · a)]	14,81 / 4,85	k. B.
<b>Verbrauch an Puffersubstanz NaHCO<sub>3</sub></b>			
– Sommer	Puffersubstanz (NaHCO <sub>3</sub> ) minimal [kg/d] / [kg/(TP · a)]	20,50 / 5,83	k. B.
	Puffersubstanz (NaHCO <sub>3</sub> ) maximal [kg/d] / [kg/(TP · a)]	49,25 / 14,00	k. B.
– Winter	Puffersubstanz (NaHCO <sub>3</sub> )	Kein Verbrauch	k. B.
<b>Elektrischer Energieverbrauch</b>			
<b>– Abluftreinigung (Pumpen)</b>			
– Sommer	Energieverbrauch [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	110,0 / 31,6	k. B.
– Winter	Energieverbrauch [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	81,1 / 27,1	k. B.
<b>– Ventilatoren</b>			
– Sommer	Ventilatoren [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	90,3 / 25,7	k. B.
– Winter	Ventilatoren [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	27,3 / 9,1	k. B.

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

\*\* Erfahrungsgemäß kann der Waschprozess zur Bildung von Tröpfchen im Größenbereich 2,5 bis 10 µm führen, welche im Kaskadenimpaktor einen erhöhten Befund für die Partikelfraktion PM<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 Fraktion PM<sub>10</sub>.

\*\*\* im Messzeitraum der Sommermessung wurde ein unplausibler Wert für den Wert der N-Entfrachtung erhalten, aus diesem Grund wurden für die Bewertung die gasförmigen Reingasfrachten berücksichtigt

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung*
<b>Betriebsverhalten</b>		
Technische Betriebssicherheit	Es kam (bis auf einige Stromausfälle und damit verbundene Ausfälle der Pufferdosierung) zu keinen nennenswerten Störungen am System während der Versuchsperioden.	+
Biologische Betriebssicherheit	Durch die Verwendung einer automatischen pH-Wert-Regelung läuft die Nitrifikation sehr stabil.	+
Haltbarkeit	Es wurde kein nennenswerter Verschleiß während der Versuchsperioden festgestellt.	+
<b>Handhabung</b>		
Betriebsanleitung	Die Betriebsanleitung ist übersichtlich mit guter Erklärung der durchzuführenden Wartungen und der automatischen Steuerung. Die Beschreibung der Anlage wird durch viele Fotos und Grafiken unterstützt.	+
Bedienung	Die Anlage läuft im bestimmungsgemäßen Betrieb vollautomatisch, bei Wartungsvertrag erfolgt mindestens einmalig im Jahr eine gründliche Kontrolle durch den Hersteller. Der Betreiber muss die Anlagensteuerung wöchentlich kontrollieren. Die Anlage muss aufgrund der Biologie kontinuierlich betrieben werden.	○
Wartung	Ein Wartungsvertrag zwischen Hersteller und Betreiber wird seitens des Herstellers dringend empfohlen (die geforderten Wartungen sind im Rahmen von Werkswartungen abgegolten). Optional ist eine Fernüberwachung der Anlage durch den Hersteller möglich. Anfallende Reinigungsarbeiten sind vom Zustand der Anlage abhängig. Steigt der Druckverlust mehr als 20 Pa über den Wert, der vom Hersteller für den Normalbetrieb angegeben wird, muss eine Reinigung durch Fachpersonal erfolgen.	○
Reinigung der gesamten Anlage	Die Reinigung der Füllkörper soll bei entsprechendem Druckverlust durch Fachpersonal durchgeführt werden. Weitere Anlagenteile werden nicht gereinigt.	○
Füllkörperwechsel	Laut Hersteller ist bei kontinuierlichem Betrieb kein Füllkörperwechsel notwendig.	k. B.
Arbeitszeitbedarf für tägliche Kontrollen	Keine Angabe vom Hersteller	○
wöchentliche Kontrollen	ca. 15 Minuten pro Woche	○
Reinigung	ca. 4 Stunden pro Quartal	○
<b>Dokumentation</b>		
Technische Dokumentation	Anforderungen erfüllt	+
Elektronisches Betriebstagebuch	Anforderungen erfüllt	+
<b>Sicherheit</b>		
Arbeitssicherheit	bestätigt durch SVLFG (Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau)	k. B.
Feuersicherheit	Brandschutzkonzept ist vom Betreiber im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens für den Gesamtstall zu erstellen.	k. B.
<b>Umweltsicherheit</b>		
Geräuschemission	Es ist kein erhöhter Schalldruckpegel durch die Abluftreinigungsanlage feststellbar.	○
Entsorgung	Eine pflanzenbedarfsgerechte Verwertung des Waschwassers mit der Gülle ist empfehlenswert. Entsorgung sonstiger Anlagenteile erfolgt durch anerkannte Verwertungsbetriebe.	○
<b>Gewährleistung</b>		
Herstellergarantie	1 Jahr	k. B.

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

# Das Produkt

## Hersteller und Anmelder [1]

Uniqfill Air BV  
Wilhelminastraat 17  
5981 XW Panningen  
Niederlande  
www.uniqfill.nl  
fancom@fancom.com

Produkt:  
Biologischer Rieselfbettreaktor  
BioCombie

Vertrieb und Service Deutschland:  
Fancom BV  
Wilhelminastraat 17  
5981 XW Panningen  
Niederlande

Kontakt:  
Telefon +31(0)77 3069600  
fancom@fancom.com  
www.fancom.com

## Beschreibung und Technische Daten

Der biologische Rieselfbettreaktor BioCombie ist ein im Druckbetrieb gefahrenes, biologisches System zur Reinigung der Abluft aus einstreulosen Schweineställen.

Das Prinzip des Rieselfbettreaktors beruht auf dem Kontakt der Abluftinhaltsstoffe mit dem im Kreislauf geführten, schwach sauren

Waschwasser (pH 6,5 bis 6,9) und den in den Füllkörpern angesiedelten Mikroorganismen. Die Abluft wird über alle angeschlossenen Abteile abgesaugt und über einen Sammelkanal dem Rieselfbett zugeführt. Beim Eintritt der Abluft von oben in den Wäscher-Vorraum erfolgt eine Beregnung im Gleichstrom, wobei grobe Staubpartikel abgeschieden werden. Nach einer Umlenkung der Abluft um 180° durchströmt die Abluft im Gegenstrom ein permanent mit Umlaufwasser berieseltes Füllkörperpaket von unten nach oben. Die große spezifische Oberfläche der Füllkörper

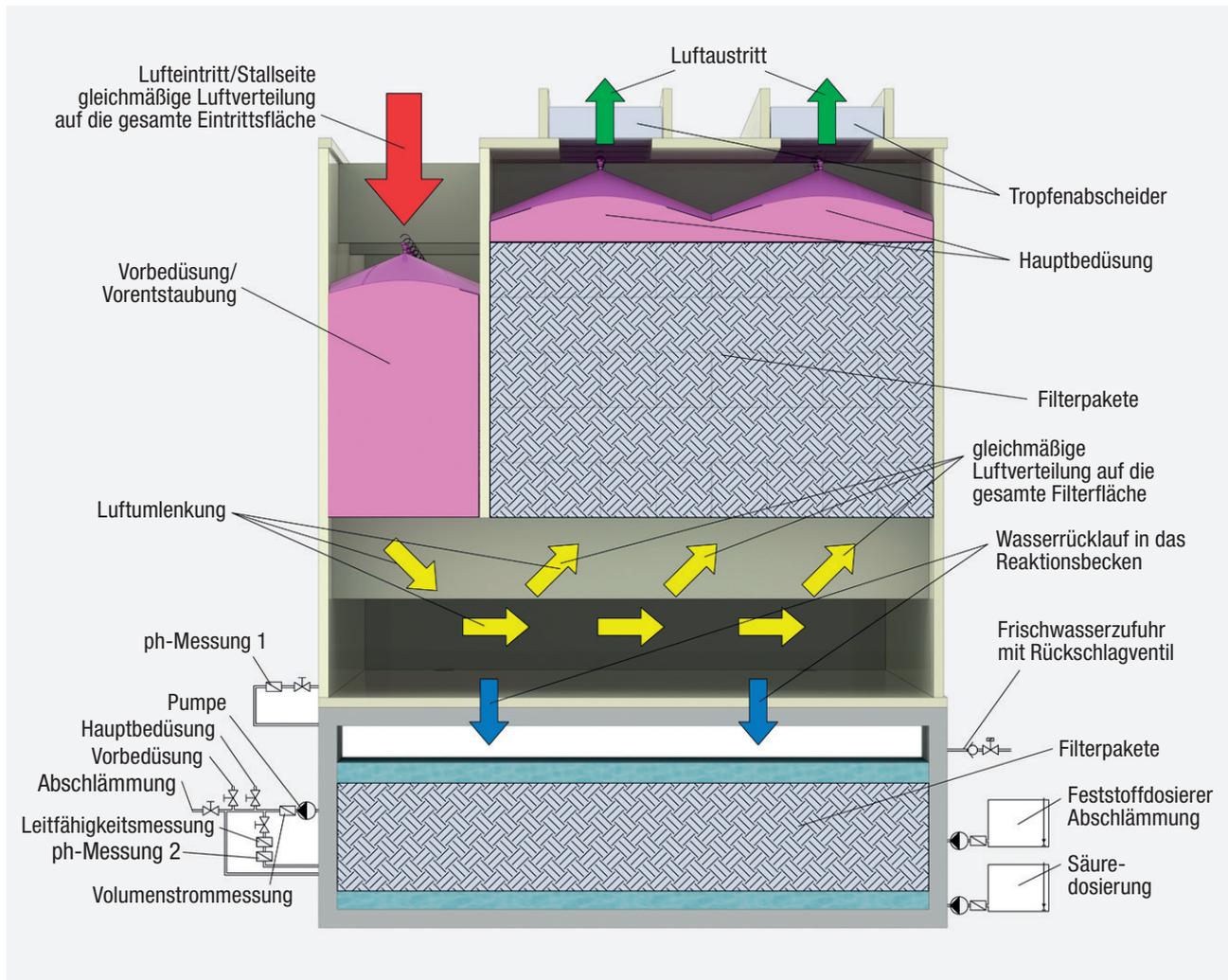


Bild 2:  
Funktionsbeschreibung BioCombie (Prinzipskizze)

[1] Vertriebspartner im Dezember 2024 aktualisiert

Tabelle 2:  
Rieselbettreaktor der Fa. UniQfill

<b>Merkmal</b>	<b>Ergebnis / Wert</b>
<b>Beschreibung</b>	Einstufiger Rieselbettreaktor mit permanenter Berieselung
<b>Eignung</b>	Reinigung von Abluft aus einstreuloser Schweinehaltung durch Minderung von Staub, Ammoniak und Geruch über Oberflur-Absaugung
<b>Dimensionierungsparameter Referenzanlage</b>	
<b>Maßangaben Füllkörper</b>	
– Füllkörperlänge / Füllkörperhöhe / Füllkörperbreite [m/m/m]	13,2 / 1,5 / 2,4
– Anströmfläche [m <sup>2</sup> ] / Füllkörpervolumen [m <sup>3</sup> ]	31,68 / 47,52
– Spezifische Füllkörperoberfläche [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	240
– min. Verweilzeit bei Sommerluftrate (Kontaktzeit) [sek]	1,54
– maximale Filterflächenbelastung [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)]	3504
– maximale Filtervolumenbelastung [m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> h)]	2336
<b>Berieselung (kontinuierlich)</b>	
– Berieselungsmenge [m <sup>3</sup> /h]	30
– Berieselungsdichte [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)]	0,95
– Düsenanzahl pro m <sup>2</sup> Füllkörperfläche [Stück/m <sup>2</sup> ]	1,0
<b>Vorbedüsung (kontinuierlich)</b>	
– Berieselungsmenge [m <sup>3</sup> /h]	10
– Berieselungsdichte [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)]	0,32
<b>Tropfenabscheider</b>	
– Dicke des Tropfenabscheiders [m]	0,17
<b>Abschlammung</b>	
– Fassungsvermögen Waschwasservorlagebecken [m <sup>3</sup> ]	ca. 18*
– Abschlammrate Sommer bei LF = 16 mS/cm [m <sup>3</sup> /d]	2,78
– Abschlammrate Sommer bei LF = 16 mS/cm [m <sup>3</sup> /Tierplatz und Jahr]	0,78
– Abschlammrate Sommer bei LF > 20 mS/cm [m <sup>3</sup> /d]	1,73
– Abschlammrate Sommer bei LF > 20 mS/cm [m <sup>3</sup> /Tierplatz und Jahr]	0,54
– Abschlammrate Winter bei LF = 16 mS/cm [m <sup>3</sup> /d]	2,54
– Abschlammrate Winter bei LF = 16 mS/cm [m <sup>3</sup> /Tierplatz und Jahr]	0,83
– pH-Wert des Waschwassers	6,5 bis 6,9
– Leitfähigkeit [mS/cm]**	16
<b>Referenzbetrieb für durchgeführte Messungen</b>	
Schweinemaststall (abteilweise Rein-Raus-Verfahren): Tierplätze [Stück]	1.288
Mittleres Tiergewicht [kg LM]	70
installierte maximale Luftleistung [m <sup>3</sup> /h]	111.000 über 5 Ventilatoren
Druckverlust Füllkörper [Pa]	max. 50 bei 111.000 m <sup>3</sup> /h Abluft
Gesamtdruckverlust (Stall + Abluftreinigung) [Pa]	max. 100 bei 111.000 m <sup>3</sup> /h Abluft
Maximalluftrate im Sommer gemäß DIN 18910 [m <sup>3</sup> /h]	102.000 bei Temperaturzone II und 120 kg LM

\* Dieser Wert richtet sich nach der installierten Luftleistung des Stalles.

\*\* Die Leitfähigkeit betrug während der gesamten Sommer- und Wintermessung 16 mS/cm. Im Anschluss an die Sommermessung wurde die Leitfähigkeit sukzessive auf 25 mS/cm erhöht und drei Wochen konstant gelassen. Der Versuch, die Leitfähigkeit auf 25 mS/cm anzuheben, hat sich im praktischen Betrieb als nicht betriebssicher erwiesen.

per dient zum Einen der Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen Abluft und Wasser zur Absorption von Staub, Ammoniak und Geruchspartikeln und zum Anderen als Besiedelungsfläche von Mikroorganismen, die die abzureinigenden Stoffe umsetzen sollen. Da Ammoniak sehr gut wasserlöslich ist, wird es in das Umlaufwasser ausgewaschen und durch nitrifizierende Bakterien, zu Nitrit und Nitrat oxidiert. Durch das Umlaufwasser gelangen Bakterien, Staub, Ammoniak und Geruchsstoffe in die Waschwasservorlage, wo ebenfalls ein biologischer Abbau der genannten Stoffe aus der Abluft erfolgt.

Zur Vermeidung von Salzanreicherungen muss Waschwasser in regelmäßigen Abständen abgeschlammmt werden. Die Abschlammung erfolgt in Abhängigkeit des Salzgehaltes des Waschwassers, d.h. in Abhän-

gigkeit der elektrischen Leitfähigkeit. Das abgeschlammte Waschwasser wird ebenfalls in regelmäßigen Abständen durch Frischwasser ersetzt.

Nach dem Durchströmen des Füllkörperblocks passiert die Abluft einen Tropfenabscheider und tritt dann gereinigt in die Umgebung aus. Der Tropfenabscheider dient dem Zurückhalten von Aerosolen.

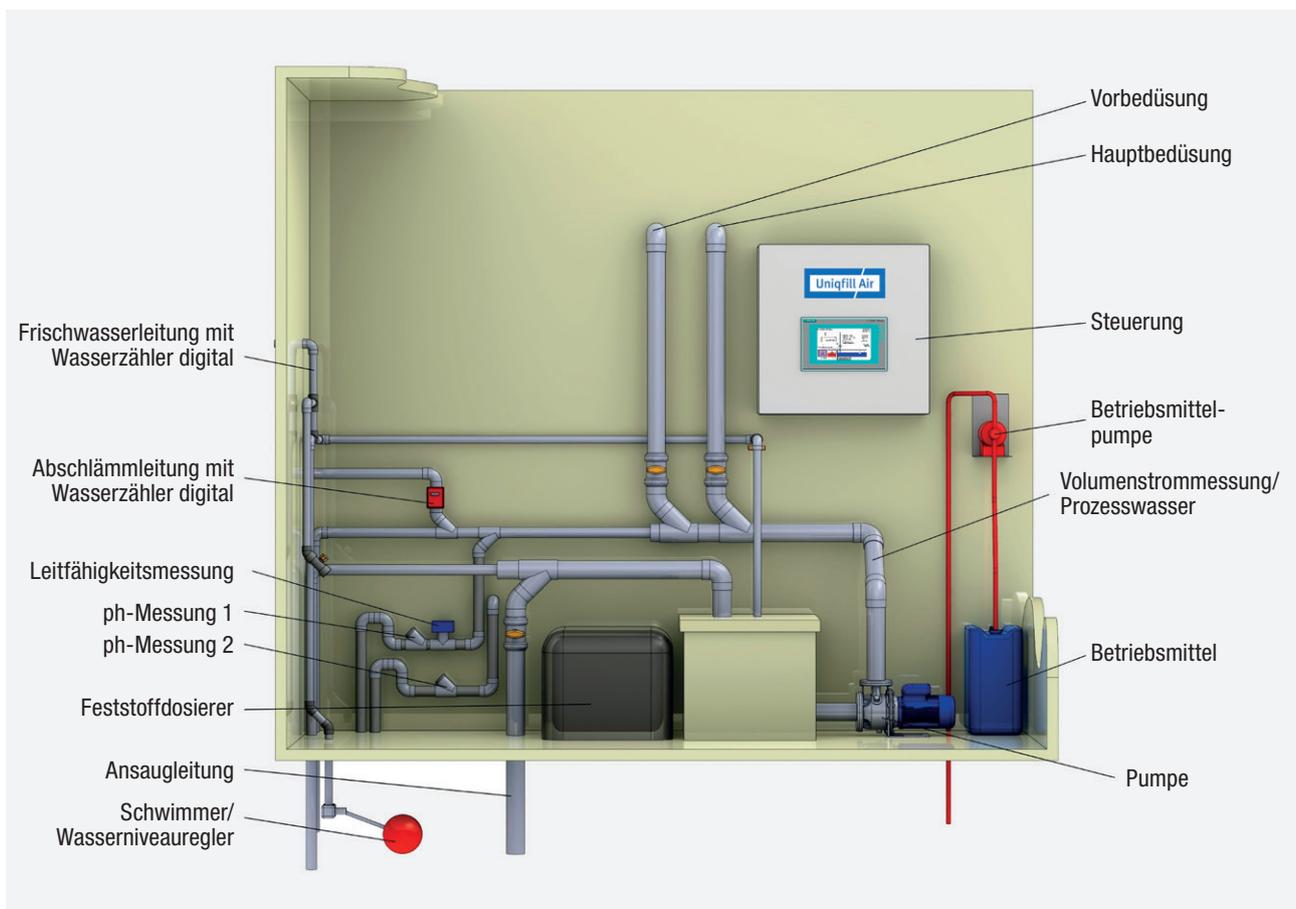
Aufgrund der Notwendigkeit, eine hohe biologische Aktivität im Sinne der effektiven Abluftreinigung dieses Systems aufrecht zu erhalten, ist es erforderlich, dass der Rieselbettreaktor kontinuierlich betrieben wird. Eine möglichst kontinuierliche Belegung des Stalles ist zum Erhalt der gewünschten Mikroorganismen erforderlich, da bei jedem erneuten Anfahren der Anlage nach einem längeren Stillstand mindestens acht

Wochen zur Regeneration der Biologie benötigt werden. Produktionsbedingte Stillstandszeiten von einigen Tagen unter Beibehaltung der Berieselung sind hingegen unkritisch.

## Gewährleistung

Der Hersteller gibt eine Garantie von einem Jahr, welche den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage voraussetzt.

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



**Bild 3:**  
 BioCombie 2014 Technikraum  
 Dargestellte Behältergrößen variieren in Abhängigkeit von der Tierplatzzahl (am Referenzstall: Säurevorlage 25 L; pulverförmiges  $\text{NaHCO}_3$ : 100 kg)

# Die Methode

Die Messungen wurden an einer Referenzanlage in Visbek durchgeführt, die Prüfung umfasste eine Sommer- und eine Wintermessung. Eine Umfrage bei Besitzern typengleicher Abluftreinigungsanlagen konnte während des Prüfungszeitraums nicht durchgeführt werden, da es sich bei der geprüften Anlage um eine Prototypanlage handelte.

Im Referenzstall, an dem die Messungen durchgeführt wurden, wurden etwa 1288 Mastschweine in vier Abteilungen einstreulos gehalten. Die Luft wurde von oben aus allen Abteilen mithilfe von Ventilatoren abgesaugt (Oberflurabsaugung), über einen Abluftkanal gesammelt (zentraler Sammelkanal) und durch die Abluftreinigungsanlage geleitet. Die Lüftungstechnik wurde gemäß den Vorgaben der DIN 18910 ausgelegt, die Maximalluftströmung sollte daraus abgeleitet bei kontinuierlicher Mast ca. 111.000 m<sup>3</sup>/h bei einer Druckdifferenz von < 100 Pa (Auslegung gemäß Hersteller) betragen.

Die Messungen fanden von Oktober 2011 bis Januar 2012 (Wintermessung) und vom Juli bis September 2013 (Sommermessung) statt. Die ursprünglich im Sommer 2012 begonnene Messphase zur Sommermessung wurde vor Ablauf der geplanten acht Wochen abgebrochen. Der Grund hierfür war ein nicht stabiler Betrieb, der sich hauptsächlich durch den stark absinkenden pH-Wert (< 6) bemerkbar machte. Als Konsequenz wurde im Reingas ein erhöhter Anteil an sekundären Spurengasen (N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>) gemessen. Daraufhin installierte die Firma Uniqfill eine Feststoffdosiereinheit für Alkalien, die den pH-Wert auf die geforderten Regelgrößen halten konnte. Durch diese Dosierung von NaHCO<sub>3</sub> war die Anlage nun sicher beherrschbar und ein stabiler Betrieb problemlos möglich.

Die Wintermessung wurde bei einer leitfähigkeitsgesteuerten Abschlämmung von 16 mS/cm durchgeführt. Die Sommermessung wurde ebenfalls bei einer Leitfähigkeit von 16 mS/cm durchgeführt, jedoch

wurde im Anschluss an die reguläre Messphase die Leitfähigkeit sukzessive auf 25 mS/cm erhöht. Hierbei zeigte sich, dass ein kurzzeitiger Betrieb bei höherer Leitfähigkeit möglich ist, allerdings aufgrund von erhöhtem Nitritgehalt im Waschwasser nicht dauerhaft praktiziert werden sollte.

Während den Messungen 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
- Frischwasser- und elektrischer Energieverbrauch (Zählerstände)
- absoluter Luftvolumenstrom
- Abschlämmvolumen
- Druckverlust über die Anlage sowie der Druckverlust über den Ventilator

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

Zur Beurteilung der Abluftreinigungsanlage wurden folgende Parameter herangezogen:

## Staub

Die Probenahme erfolgte nach VDI-Richtlinie 2066 und nach DIN EN 13284-1. Hierzu wurde ein isokinetisches Probenahmesystem nach Paul Gothe mit Planfilterkopfgerät (Ø 50 mm) installiert. Als Absorptionssystem wurde ein Trockenturm mit Silicagel gewählt. Die Auswertung erfolgte über die gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung. Die Feinstaubbestimmung wurde mittels Kaskadenimpaktor durchgeführt.

## Ammoniak

Die Ammoniakmessungen im Roh- und Reingasbereich erfolgten über den gesamten Untersuchungszeitraum kontinuierlich mit einem FTIR-Analysator. Um Kondensation zu vermeiden, wurden die Messgas-

leitungen auf der Gesamtlänge beheizt. Zur Überprüfung der Ammoniak-Konzentration in der Stallluft wurden bei regelmäßigen Begehungen Messungen im Stall auf Tierhöhe durchgeführt.

## Geruch

Probenahme und Auswertung erfolgten gemäß DIN EN 13725 mit einem Olfaktometer der ECOMA GmbH vom Typ TO 8. Es wurden wöchentlich Geruchsproben im Roh- und Reingas genommen und anschließend olfaktometrisch von einem geschulten Probandenkollektiv ausgewertet.

Bei der Bewertung interessierten die Geruchsstoffkonzentration und ob rohgastypischer Geruch reingasseitig wahrzunehmen war. Bei der Geruchsstoffkonzentration darf ein Wert von 300 GE/m<sup>3</sup> im Reingas nicht überschritten werden.

## Aerosol-Austrag

Stickstoffhaltige Aerosole werden als N-Aerosole aus den Vorlagebecken von Abluftreinigungsanlagen angetrieben und vom Abluftstrom mitgerissen. So gelangt der ursprünglich abgeschiedene Stickstoff unbeabsichtigt wieder in die Umgebung. Die N-Aerosole werden durch die Differenz von filtrierter und unfiltrierter Probenahme bestimmt, anhand der Stickstofffrachten im Waschwasser werden die anorganischen Stickstoffanteile der Aerosole bestimmt. Es wurde am Referenzbetrieb jeweils für Sommer- und Winterbedingungen eine Aerosol-Messung mittels Impingement (Absorption in Waschflaschen) durchgeführt.

## Stickstoffbilanz

Die Stickstoffabscheidung der Abluftreinigungsanlage wurde über eine N-Bilanzierung unter Berücksichtigung der Ammoniak-Frachten (im Roh- und Reingas), des Aerosol-austrages, der im Roh- und Reingas enthaltenen Stickoxide sowie der im Waschwasser gelösten Stickstoffverbindungen jeweils zweiwöchig während der Sommer- und Wintermessung verifiziert. Das be-

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

- alle relevanten Stickstoffverbindungen und deren Verbleib nachgewiesen werden,
- gemessen wird, ob in der Anlage nennenswerte Mengen an klimarelevanten Gasen wie NO, NO<sub>2</sub> oder N<sub>2</sub>O entstehen. Dies würde einen Anlagenbetrieb zur Emissionsminderung ad absurdum führen,
- bei biologischen Systemen zur Nitrifikation etwaige Fehlfunktionen erkannt und behoben werden können,
- der Stickstoffgehalt des Abschlammwassers bekannt und dessen Düngewert quantifiziert wird.

Gemäß dem DLG-Prüfrahmen muss die Wiederfindungsrate des Stickstoffs innerhalb der Stickstoffbilanz während der Sommer- und Wintermessung jeweils > 70 % betragen.

### **N-Entfrachtung**

Im Unterschied zur Abscheideleistung und zur Wiederfindungsrate wird die N-Entfrachtung ausschließlich auf die im Waschwasser entnehmbaren Stoffen bezogen. Die N-Entfrachtung gibt an, wieviel Kilogramm Stickstoff dem System entzogen wurde. Eine unzureichende N-Entfrachtung kann z. B. ein Hinweis auf eine nicht vollständige Erfassung der Abschlammung oder auf eine Leckage darstellen. Denkbar wären auch weitere Prozesse, die zur Ausfällung von Stickstoffverbindungen in der Abluftreinigungsanlage führen.

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

Der Verbrauch von Frischwasser und elektrischer Energie wurde über

die Ablesung der entsprechenden Zählerstände gemessen. Der Säureverbrauch in der Prüfungsphase wurde mittels eines Wägesystems (Präzisionswaage oder Wägezelle) ermittelt, gleiches gilt für die Feststoffdosierung entsprechender Puffersubstanzen zum Erhalt eines definierten pH-Wertes in der Waschlösung. Zur Dokumentation der Umgebungsbedingungen wurden während der Messungen Temperatur außen und innen sowie die relative Luftfeuchte außen und innen erfasst.

An den Messtagen für Staub und Geruch wurden zusätzlich die Parameter Tierzahlen und geschätzte Tiergewichte dokumentiert, sowie der absolute Luftvolumenstrom, das Abschlammvolumen, die Druckverluste über die Anlage und über den Ventilator mittels Differenzdruckmessung aufgezeichnet. Weiterhin wurden die Messwerte, die anlagenseitig im elektronischen Betriebstagebuchs aufgezeichnet werden, auf Plausibilität überprüft.

### **Betriebssicherheit und Haltbarkeit**

Der Punkt Betriebssicherheit und Haltbarkeit beurteilte und dokumentierte eventuell auftretende Störungen an der Gesamtanlage sowie technischen Komponenten im Prüfungszeitraum. Ergänzend wurden auftretende Korrosion und die Haltbarkeit im Dauereinsatz bewertet.

### **Betriebsanleitung, Handhabung und Arbeitszeitbedarf, Wartungsaufwand**

Die Betriebsanleitung wird aus Anwendersicht beurteilt. Besonderer Wert wird 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 wird beurteilt, ob eine Unterweisung seitens des Herstellers bei Inbetriebnahme und welcher Aufwand für regelmäßig wiederkehrende Kontrollen und Arbeiten im Turnus von Tagen,

Wochen, Monaten etc. beziehungsweise bei auftretenden Störungen nötig ist.

Beim Wartungsaufwand werden die Serviceintervalle sowie deren Pflichtenlisten beurteilt.

### **Dokumentation**

Im elektronischen Betriebstagebuch sind folgende Parameter zu erfassen:

- Druckverlust über die Anlage
- Luftdurchsatz in m<sup>3</sup>/h
- Pumpenlaufzeit (Umwälzung, Abschlammung)
- Berieselungsintervalle und Berieselungsmenge
- Gesamtfrischwasserverbrauch der Anlage
- Abschlammmenge und Verbleib
- Roh- und Reingastemperatur

Des Weiteren sind Sprühbildkontrollen, Wartungs- und Reparaturzeiten, Einhalten des pH-Wertes und der Leitfähigkeit im Waschwasser, sowie Kalibrierungen der pH-Wert-Sonden zu erfassen. Ein Nachweis über Säure- und (bei biologischen Systemen) Alkalienverbrauch ist zu erbringen.

Diese Daten dienen dem Nachweis eines ordnungsgemäßen Betriebes der Abluftreinigungsanlage.

### **Umweltsicherheit**

Der Prüfungsbereich Umweltsicherheit umfasste eine Beurteilung eventueller, für den Anlagenbetrieb nötiger Betriebsstoffe wie Säuren und Alkalien, der stofflichen Verwertung anfallender Betriebsabfälle, hier beispielsweise das abgeschlammte Wasser sowie der Demontage und Entsorgung von Anlagenteilen. Außerdem wurde geprüft, in welche Verantwortungsbereiche diese Aspekte fallen.

### **Sicherheitsaspekte**

Zur Beurteilung der Anlagensicherheit wurde die Übereinstimmung der Anlage mit den aktuell gültigen Vorschriften in den Bereichen Feuer- und Arbeitssicherheit kontrolliert.

# Die Testergebnisse im Detail

## Staub

In der Wintermessung wurden insgesamt drei Gesamtstaubmessungen durchgeführt. Aufgrund technischer und physikalischer Gegebenheiten konnte in der Sommermessung nur eine Gesamtstaubmessung realisiert werden. Feinstaubmessungen (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>) wurden nur in der Wintermessung durchgeführt. Durch den Aufbau wurde prinzipiell davon ausgegangen, dass Abscheideleistungen von über 70 % dauerhaft erreicht werden, was auch in den Messungen bestätigt wurde.

Aus Tabelle 3 geht hervor, dass in der Sommermessung 76 % Gesamtstaub abgeschieden wurde. In der Wintermessung wurden im Durchschnitt 88 % Gesamtstaub abgeschieden. Somit ist mit dem BioCombie-Wäscher von Uniqfill bei einstreulosen Schweinehaltungsverfahren eine Abscheideleistung von dauerhaft über 70 %

möglich. Die Abscheidegrade bezüglich PM<sub>10</sub>-Feinstaub lagen im Winter gemittelt bei 88,3 %.

Für PM<sub>2,5</sub> ergab sich durchweg ein Abscheidegrad von über 90 % im Winter.

Erfahrungsgemäß kann der Waschprozess zur Bildung von Tröpfchen im Größenbereich 2,5 bis 10 µm führen, welche bei der Staubmessung mit dem Kaskadenimpaktor 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 Fraktion PM<sub>10</sub>.

## Ammoniak

Die gemessenen Rohgaswerte im Sommer variierten zwischen 8 und 20 ppm. Sie lagen somit im Rahmen der Nutztierhaltungsverordnung. Im Winter lagen die Rohgas-

werte im Schnitt zwischen 10 und 40 ppm, wobei die geforderten 20 ppm maximal auf Tierhöhe zu jeder Zeit eingehalten wurden. Das Rohgas wurde durch den BioCombie-Wäscher wirkungsvoll auf < 4 ppm im Reingas reduziert (Tabelle 6).

In Bild 4 sind die Ammoniak-Konzentrationen grafisch dargestellt. Der negative Peak aus der Grafik hatte seine Ursache in einem Stromausfall und einen dadurch bedingten Ausfall der pH-Wert-Regulierung.

Eine wirkungsvolle Ammoniak-Abscheidung bei einstreulosen Schweinehaltungsverfahren und ordnungsgemäßem Betrieb ist somit bei den beschriebenen Betriebsbedingungen sichergestellt (Tabelle 1).

## Geruch

Die Ergebnisse der im Rahmen des DLG-Prüfverfahrens genom-

Tabelle 3:

Messergebnisse zur Emissionsminderung (Staub) am Uniqfill-Rieselbettreaktor

Datum	Winter					Sommer
	03.11.2011	17.11.2011	08.12.2011	15.12.2011	21.12.2011	15.07.2013
Bemerkungen	--	--	--	--	--	--
<b>Umgebungs-und Randbedingungen</b>						
rel. Außenluftfeuchte [%rF]	73	90	83	82	72	56
Umgebungstemperatur [°C]	15,4	2,3	6,9	7,5	4	21,4
Rohgas-/Reingasfeuchte [%rF]	79/100	66/100	65/100	60/100	68/100	68/100
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	20/16,5	16,7/12,8	20,9/16,5	21/16,5	20/17,5	24,3/20,0
Tierzahl im Stall	1300	850	943	1417	1407	1300
Mittleres Tiergewicht [kg]	95	107	36	38	38	45
Luftvolumenstrom gesamt [m <sup>3</sup> /h]	--*	20.000	15.000	22.000	25.000	110.000
Druckverlust Füllkörper [Pa]	--*	4**	4**	4**	5**	24
<b>Gesamtstaub (normiert)</b>						
Konzentration Rohgas [mg/m <sup>3</sup> ]	2,01	1,45	--	--	2,79	1,64
Konzentration Reingas [mg/m <sup>3</sup> ]	0,13	0,22	--	--	0,38	0,39
Abscheidegrad [%]	93	85	--	--	86	76
<b>Feinstaub (normiert)</b>						
Rohgas PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]	--	--	0,49/0,21	0,71/0,42	--	--
Reingas PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]	--	--	0,07/0,02	0,07/0,01	--	--
Abscheidegrad PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub> [%]	--	--	86,3/92,2	90,3/96,5	--	--

\* keine Messdaten verfügbar

\*\* Messdaten aus elektronischem Betriebstagebuch

menen Geruchsproben sind in Tabelle 7 dargestellt. In der Sommermessung wurden insgesamt neun Proben gezogen, wovon acht die Kriterien (300 GE/m<sup>3</sup> und kRw) eingehalten haben. Bei allen Proben hat das Probandenkollektiv oder eine Mehrheit des Probandenkollektives kein Rohgasgeruch im Reingas wahrgenommen.

Während der Wintermessung wurden zehn Proben genommen. In acht Proben wurden alle Kriterien eingehalten. Unzureichende Geruchsminderungen waren begründet durch noch nicht ausgebildete Biologie (27.10.2011) und durch Verdichtung der Pulvers in der Zuleitung des Natriumhydrogencarbonates (30.07.2013). Am 21.12.2011 wurde trotz einer erhöhten Reingasgeruchsstoffkonzentration kein Rohgasgeruch im Reingas wahrgenommen.

### Aerosol-Austrag

Im BioCombie-Luftwäscher der Firma Uniqfill wurden die Aerosole bestimmt, die aus dem Wasserbecken ausgetreten sind.

Die NH<sub>3</sub>-Aerosole aus der Differenz von filtrierter und unfiltrierter Probenahme sowie die über die Stickstofffrachten im Waschwasser erfassten anorganischen Stickstoffanteile der Aerosole sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Insgesamt sind die Werte für Aerosole an der Uniqfill-Anlage sehr niedrig.

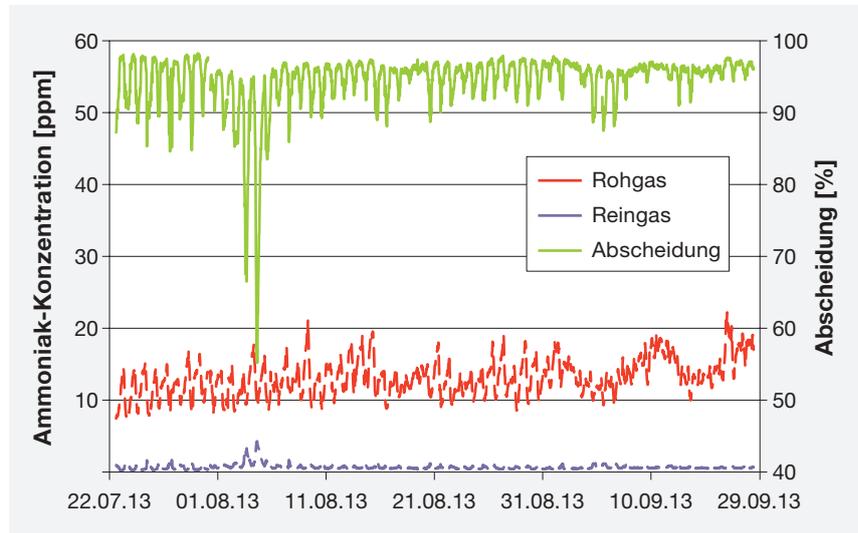


Bild 4: Abscheidegrad und Verlauf (beispielhaft) der Ammoniak-Konzentrationen im Roh- und Reingas während der Sommermessung

Tabelle 4: Übliche Zusammensetzung und Schwankungsbreite des Abschlämmwassers aus der Uniqfill-Abluftreinigungsanlage

	Sommer	Winter
pH-Wert	6,7-7,2	6,7-7,3
Leitfähigkeit [mS/cm]	16,7-18,4	15,2-20,6
Ammonium-Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N) [mg/l]	390-600	1940-2600
Nitrit-Stickstoff (NO <sub>2</sub> -N) [mg/l]	1860-2565	840-1365
Nitrat-Stickstoff (NO <sub>3</sub> -N) [mg/l] [3]	< 100	< 100

Tabelle 5: Gemittelte Werte aus der Aerosol-Bestimmung

	Sommer	Winter
NH <sub>3</sub> -Aerosole [mg NH <sub>3</sub> /m <sup>3</sup> ]	0,007	0,094
anorganisches N als Aerosol [mg N/m <sup>3</sup> ]	0,037	0,110

Tabelle 6: Messergebnisse zur Emissionsminderung des Rieselbettreaktors der Fa. Uniqfill für Ammoniak und verfahrenstechnische Daten während der Sommer- und Wintermessung (ausgewählte Tagesmittelwerte)

	Winter		Sommer		
	27.10.11	11.11.11	23.07.13	30.07.13	16.08.13
Lüftungsrate [m <sup>3</sup> /h]	65.986	29.431	86.951	72.740	84.911
Strömungsgeschwindigkeit* [m/s]	0,58	0,26	0,76	0,64	0,74
Verweilzeit* [sek]	2,59	5,81	1,97	2,35	2,01
Füllkörperflächenbelastung* [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h)]	2083	929	2745	2296	2680
Füllkörpervolumenbelastung* [m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *h)]	1389	619	1830	1531	1787
Berieselungsdichte* [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h)]	1,22	1,25	1,27	1,27	1,28
Ammoniak Rohgas [ppm]	18,0	30,0	10,3	12,9	11,6
Ammoniak Reingas [ppm]	3,4	1,5	0,5	0,5	0,7
Abscheidegrad Ammoniak [%]	80,6	94,9	94,5	95,7	94,1

\* berechnete Werte

Tabelle 7:  
Messergebnisse zur Geruchsmessung am Uniqfill-Rieselbettreaktor

<b>Wintermessung</b>										
Datum	27.10.11	03.11.11	10.11.11	17.11.11	24.11.11	01.12.11	08.12.11	15.12.11	21.12.11	12.01.12
Bemerkungen	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Umgebungs- und Randbedingungen</b>										
rel. Außenluftfeuchte [%rF]	85	73	96	90	93	78	83	82	72	69
Umgebungstemperatur [°C]	10,3	15,4	6,9	2,3	9,2	7,4	6,9	7,5	4	8,1
Rohgas-/Reingasfeuchte [%rF]	78/100	75/100	83/100	68/100	69/100	65/100	68/100	68/100	68/100	69/100
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	19,7/14,8	21,1/16,4	17,3/14,1	16,7/12,8	17,6/15,3	18,2/14,4	20,2/19,4	21,4/16,8	20,1/17,5	21,7/19,0
Tierzahl im Stall	1.284	1.300	995	850	880	545	943	1.417	1.407	1.315
Durchschnittliches Tiergewicht [kg]	89	95	100	107	106	112	36	38	38	52
Luftvolumenstrom gesamt [m³/h]	60.000	--*	42.000	20.000	30.000	40.000	15.000	22.000	25.000	28.000
Druckverlust Füllkörper [Pa]	--*	--*	7**	4**	7**	9**	4**	4**	5**	--*
<b>Geruch***</b>										
Rohgas GE/m³	411	572	477	410	431	406	439	474	1004	967
Reingas GE/m³	72	81	147	114	136	163	159	82	376****	199
Rohgasgeruch im Reingas wahrnehmbar?	ja****	nein*****	nein	nein	nein	nein*****	nein	nein	nein	nein
<b>Sommermessung</b>										
Datum	08.07.13	15.07.13	22.07.13	30.07.13	08.08.13	14.08.13	19.08.13	12.09.13	19.09.13	
Bemerkungen	16 mS/cm	25 mS/cm	25 mS/cm							
<b>Umgebungs- und Randbedingungen</b>										
rel. Außenluftfeuchte [%rF]	60	56	34	57	83	70	83	75	79	
Umgebungstemperatur [°C]	23,9	21,4	30	23,2	18,1	19,9	17,3	19,9	14,8	
Rohgas-/Reingasfeuchte [%rF]	59/100	68/100	43/100	67/100	81/100	55/100	82/99	67/99	69/99	
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	26,7/21,3	24,4/20,2	31,5/22,0	24,6/21,4	23,7/25,0	24,8/18,9	24,2/19,7	23,2/21,7	22,0/18,3	
Tierzahl im Stall	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1180	
Durchschnittliches Tiergewicht [kg]	40	45	55	60	65	70	80	115	110	
Luftvolumenstrom gesamt [m³/h]	115.000	110.000	120.000	105.000	100.000	90.000	85.000	90.000	75.000	
Druckverlust Füllkörper [Pa]	35	24	49	48	28	15	19	28	42	
Druckverlust gesamt [Pa]	73	50	100	76	53	40	44	60	72	
<b>Geruch***</b>										
Rohgas GE/m³	123	936	341	613	187	254	364	175	293	
Reingas GE/m³	97	215	133	410****	50	74	97	83	100	
Rohgasgeruch im Reingas wahrnehmbar?	nein*****	nein*****	nein	nein	nein	nein	nein	nein*****	nein	

\* keine Messdaten verfügbar

\*\* Messdaten aus elektronischem Betriebstagebuch

\*\*\* geometrische Mittelwerte

\*\*\*\* Erklärung Hersteller (siehe Seite 11)

\*\*\*\*\* die Mehrheit des Probandenkollektivs hat bei der olfaktorischen Untersuchung kein Rohgasgeruch im Reingas wahrgenommen

## Stickstoffbilanz

Die Wiederfindungsrate aus den Frachten ergab sich in der Sommermessung zu 81 % (bei 16 mS/cm), in der Wintermessung zu 85 %. Im Rahmen der Prüfung wurden insgesamt drei N-Bilanzierungen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Stickstoff als Ammonium, Nitrit und Nitrat im Waschwasser angereichert wird und damit in verwertbarer Form aus der Abluftreinigungsanlage abgezogen werden kann. In Tabelle 4 ist die Zusammensetzung des Abschlammwassers dargestellt.

## N-Entfrachtung

Die gemessenen Werte der N-Entfrachtung finden sich in Tabelle 8. Sie liegen im Sommer bei 81 %, im Winter bei 85 %.

## Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung

### Wasserverbrauch

Die Sommermessung wurde zunächst bei einer leitfähigkeitsgesteuerten Abschlammung von 16 mS/cm durchgeführt, anschließend in einer verlängerten Messphase bei 25 mS/cm. Da durch die Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit dem System somit auch weniger Waschwasser entzogen wurde, hat dies Einfluss auf die Verbrauchswerte und damit auch auf die fixen Kosten des Betreibers. Dem Wäscher durch Abschlammung entzogenes Waschwasser muss durch Frischwasser ersetzt werden. Der Wasserverbrauch wird im Wesentlichen durch die Abschlammrate sowie die Verdunstungsverluste verursacht. Die Witterung hat somit großen Einfluss auf die Verbrauchswerte.

Die Auswertung der einzelnen Zählerstände ergab in der Sommermessung einen durchschnittlichen Verbrauch von etwa 7,75 m<sup>3</sup> Frischwasser pro Tag bei einer leitfähigkeitsgesteuerten Abschlammung von 16 mS/cm und 5,62 m<sup>3</sup> bei 25 mS/cm.

Bezogen auf Tierplatz und Jahr sind das 2,18 bzw. 1,63 m<sup>3</sup>/(TP·a). Im Zeitraum der Wintermessung wurden im Mittel etwa 3,64 m<sup>3</sup> Frischwasser pro Tag zugeführt, das ent-

Tabelle 8:  
N-Entfrachtung bei 16 mS/cm

Messzeitraum	N-Entfrachtung [%]
12.01.2012–26.01.2012 (Winter)	85
08.09.2013–19.09.2013 (Sommer)	81*

\* im Messzeitraum der Sommermessung wurde ein unplausibler Wert für den Wert der N-Entfrachtung erhalten, aus diesem Grund wurden für die Bewertung die gasförmigen Reingasfrachten berücksichtigt

spricht einem Verbrauch von 1,19 m<sup>3</sup>/(TP·a).

Im Zeitraum der Sommermessung wurden gemittelt etwa 2,78 m<sup>3</sup> Waschwasser pro Tag bei 16 mS/cm abgeschlammmt. Das entspricht einem Jahreswert von 0,79 m<sup>3</sup>/(TP·a). Bei einer Leitfähigkeit von 25 mS/cm wurden in der Sommermessung etwa 2,02 m<sup>3</sup> pro Tag, also 0,58 m<sup>3</sup>/(TP·a) abgeschlammmt. Für den Winterzeitraum ergab sich ein Abschlammvolumen von 2,54 m<sup>3</sup> pro Tag, bzw. 0,83 m<sup>3</sup>/(TP·a). Die Messdaten sind in Tabelle 1 tabellarisch dargestellt.

### Verbrauch an elektrischer Energie

Als größter elektrischer Verbraucher an der eigentlichen Abluftreinigungsanlage lässt sich die kontinuierlich betriebene Umwälzpumpe sowie die diskontinuierlich betriebene Abschlammpumpe ausmachen. Im Stallbereich sind die Ventilatoren die größten Verbraucher, welche aufgrund des zusätzlichen Druckverlustes des Abluftreinigungssystems größer dimensioniert sein müssen als bei reiner Stalllüftung. Über den Messzeitraum wurden folgende Werte mittels Stromzähler aufgezeichnet:

#### Pumpen (Umwälzung, Abschlammung)

##### – im Sommer

111,0 kWh/Tag bzw.  
31,6 kWh pro Tierplatz und Jahr

##### – im Winter

81,1 kWh/Tag bzw.  
27,1 kWh pro Tierplatz und Jahr

#### Ventilatoren

##### – im Sommer

90,3 kWh/Tag bzw.  
25,7 kWh pro Tierplatz und Jahr

##### – im Winter

27,3 kWh/Tag bzw.  
9,1 kWh pro Tierplatz und Jahr

Die Unterschiede zwischen den Pumpenverbräuchen in Sommer und Winter kommen daher, dass Uniqfill die Sommermessung mit einer größeren Umwälzpumpe durchgeführt hat, während die Wintermessung noch mit einer kleineren durchgeführt wurde. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass während der Prüfung Messventilatoren zur Erfassung der Luftvolumenströme eingebaut wurden, welche den Stromverbrauch der Ventilatoren aufgrund des zusätzlichen Druckverlustes während der Messphase leicht höher ausfallen lassen.

### Sonstige Verbrauchswerte

Zur Gewährleistung der sicheren Funktion wird an der Anlage eine automatische Säuredosierung bereitgestellt. Mit dieser Säuredosierung wird der pH-Wert im Waschwasser bzw. im Füllkörper geregelt. Generell sollte der pH-Wert den Bereich von 6,5 bis 6,9 unterhalb der Füllkörper nicht über- oder unterschreiten. Während der Messphasen wurden folgende Säureverbräuche gemittelt aufgezeichnet:

#### Säureverbrauch

14,81 kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pro Tag bzw.  
4,85 kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pro Tierplatz und Jahr

Die Werte beziehen sich auf Schwefelsäure mit einer Reinheit von 100 %. Während der Messung wurde an der Referenzanlage 96 %ige Schwefelsäure zudosiert. Um während des Wäscherbetriebes eines Biowäscheres ein Absinken des pH-Wertes unter den Regelwert zu verhindern, ist es notwendig dem entgegenzuwirken. Dies kann über Zugabe einer geeigneten Alkalie geschehen, welche im Waschwasser eine Pufferwirkung entwickelt, wodurch der pH-Wert auf dem Regelwert gehalten werden kann. Eine Pufferung bei bereits sehr niedri-

gem pH-Wert (unter 6) ist allerdings nicht mehr möglich, sodass die Wasservorlage komplett getauscht werden muss. Am Referenzstall wurde Natriumhydrogencarbonat als Puffersubstanz eingesetzt und während der Sommermessung über eine Feststoffdosierstation zudosiert. Mit Hilfe einer geeigneten Waage wurde der Verbrauch gemessen.

Er lag je nach Stallventilation zwischen minimal 20,5 kg/d und maximal 49,25 kg/d. Dies entspricht 5,83 kg/(TP · a) bzw. 14 kg/(TP · a).

Da ein stabiler Betrieb nur bei Einhaltung eines geeigneten pH-Wertes (6,5–6,9) möglich ist, müssen je nach aktuellem pH-Wert im Regelfall entweder Säure oder Alkalien zugegeben werden. Man kann aber davon ausgehen, dass beide Additive jährlich nur jeweils ca. 6 Monate zudosiert werden müssen. Aus diesem Grund halbieren sich die oben angegebenen Jahresverbrauchsdaten für Säure und Alkalien.

Eine sichere Anlagenfunktion mit den dargestellten Wirkungsgraden ist nur mit einer ordnungsgemäß betriebenen pH-Wert-Regelung

möglich. Der pH-Wert sollte zwischen 6,5 und 6,9 gehalten werden. Wegen der Gefahr erhöhter Freisetzung an Spurengasen kann ein dauerhafter Betrieb der Anlage mit 25 mS/cm nicht empfohlen werden.

### Betriebssicherheit und Haltbarkeit

Im Prüfungszeitraum wurden an der Anlagentechnik keine nennenswerten Störungen festgestellt, auch an der gesamten Abluftreinigungsanlage sind während der Prüfung keine nennenswerten Schäden oder Verschleißerscheinungen aufgetreten.

Der Korrosionsschutz der einzelnen Anlagenteile erscheint, soweit während der Prüfungsdauer zu beobachten war, ausreichend dauerhaft. Die Anlage ist als Komplettsystem fast vollständig aus Kunststoff (Polypropylen) hergestellt.

### Betriebsanleitung, Handhabung und Arbeitszeitbedarf, Wartungsaufwand

Die Betriebsanleitung ist hinreichend genau und erklärt in groben Zügen die Funktionsweise der Anlage. In Verbindung mit der Doku-

mentation erfährt der Betreiber, welche Arbeiten er an der Anlage in täglichem, wöchentlichem und jährlichem Turnus durchzuführen hat. Um die Bedienung besser verständlich zu machen, finden sich im Bedienungshandbuch Fotos der Anlagenteile.

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 und eine wöchentliche Kontrolle der gesamten Abluftreinigungsanlage einschließlich der Düsen 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 Ab-

Tabelle 9:

Erfüllung der Anforderungen an das elektronische Betriebstagebuch des BioCombie-Luftwäschers

	voll erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt	Bemerkungen
Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage	X			elektronische Differenzdruckdosen vor dem Füllkörper zur Ermittlung des Druckverlustes über die Abluftreinigungsanlage
Luftdurchsatz	X			Aufzeichnung und Speicherung des Luftvolumenstromes in m <sup>3</sup> /h, Berechnung über Druckverlust und Anlagenkennlinie
Pumpenlaufzeit	X			Aufzeichnung und Speicherung der Laufzeit der Umwälzpumpe
Berieselungsintervalle und Berieselungsmenge	X			Berieselung und Vorbedüsung erfolgen kontinuierlich und sind durch den Anwender nicht editierbar, Erfassung der Umlaufmenge über einen Durchflusssensor
Gesamtfrischwasserverbrauch des Wäschers	X			wird mithilfe eines Wasserzählers mit Impulsgeber protokolliert
Abgeschlammte Wassermenge und Verbleib	X			wird mithilfe eines digitalen Wasserzählers mit Impulsgeber protokolliert, Verbleib wird im manuellen Betriebstagebuch aufgeschrieben
Roh- und Reingastemperatur	X			Erfassung der Temperaturen im Abluftkanal und unmittelbar nach dem Tropfenfänger mit Hilfe von PT100-Widerstandsthermometern
Sprühbildkontrolle	X			Nachweis erfolgt über manuellen Betriebstagebuch
Wartungs- und Reparaturzeiten	X			Nachweis erfolgt über manuellen Betriebstagebuch
Einhalten des pH-Wertes und der Leitfähigkeit im Waschwasser	X			pH-Wert über und unter dem Füllkörper mit Leitfähigkeit wird gespeichert
Kalibrierung der pH-Sensoren	X			Nachweis erfolgt über manuellen Betriebstagebuch
Nachweis Säure-/Alkalienverbrauch		X		Nachweis erfolgt über Einkaufsbelege, welche im manuellen oder elektronischen Betriebstagebuch abgelegt werden

schluss eines Wartungsvertrages mit dem Hersteller.

Bei Abschluss eines Wartungsvertrages wird frühestens eine Woche nach Inbetriebnahme der Anlage und spätestens eine Woche vor der ersten Ausstaltung die erste Wartung durchgeführt. Bei kontinuierlichem Stallbetrieb erfolgt die erste Wartung drei Monate nach Inbetriebnahme. Anschließend wird mindestens einmal jährlich (abhängig von den Vorgaben des Landkreises) eine Wartung durchgeführt. Hierbei werden alle Messgeräte überprüft und ggf. neu kalibriert. Bei jeder halbjährlichen Wartung erfolgt eine Beprobung des Waschwassers, wobei die Parameter pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt, Ammonium, Nitrat und Nitrit gemessen werden. Hierbei werden vorhandene Messgeräte neu kalibriert. Zusätzlich werden die Ammoniak-Konzentrationen im Roh- und Reingas überprüft. Bei Bedarf erfolgt eine Reinigung der Anlage. Die Wartungen werden in einem Prüfbuch dokumentiert.

Steigt der Druckverlust mehr als 20 Pa über den Wert, der vom Hersteller für den Normalbetrieb angegeben wird, muss eine Reinigung der Füllkörper und des Tropfenabscheiders durch Fachpersonal erfolgen. Bei Fehlermeldungen der Anlagensteuerung sind gemäß Bedienungshandbuch gesonderte Kontrollen durchzuführen. Jede Fehlermeldung kann per Fernwartung an den Hersteller übertragen werden.

Die Düsen müssen bei ungleichmäßigem Sprühbild gereinigt oder ausgetauscht werden. Eine wöchentliche Kontrolle ist daher notwendig. Diese Tätigkeit muss im manuellen und elektronischen Betriebstagebuch vermerkt werden.

Die pH-Wert-Sensoren müssen monatlich kalibriert werden und alle 18 Monate erneuert werden, der Leitfähigkeitssensor muss zweimal jährlich kalibriert werden.

Die Umwälzpumpen und die Abschlämpumpe müssen wöchentlich kontrolliert werden (visuelle und akustische Kontrolle). Aus dem manuellen Betriebstagebuch von Uniqfill geht hervor, dass zusätzlich der Leitungsdruck abgelesen werden muss. Säure- und Alkalidosierung müssen wöchentlich überprüft werden.

### Dokumentation

Das elektronische Betriebstagebuch ermöglicht eine lückenlose Aufzeichnung der für den sicheren Anlagenbetrieb erforderlichen Daten im Halbstundentakt. Die Aufzeichnung erfolgt durch den Hersteller der Anlage und die Daten werden über 5 Jahre gespeichert. Diese Daten können durch den Landwirt, aber auch durch Behörden mittels USB-Anschluss ausgelesen und in ein gängiges Tabellenprogramm überführt werden. Eine detaillierte Darstellung der aufgezeichneten Daten findet sich in Tabelle 9.

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. Eine Anpassung in einem weiteren Leistungsbereich erfolgt jedoch nicht. Da der Luftdurchsatz gemäß Prüfraumen absolut in  $\text{m}^3/\text{h}$  angegeben werden soll, muss vor Inbetriebnahme eine Kennlinie der gesamten Lüftungsanlage (Stall +

Abluftreinigung) aufgenommen werden und in das elektronische Betriebstagebuch eingepflegt werden. Die Kennlinie sollte aus mindestens fünf unterschiedlichen Stützstellen zwischen einer Lüfrate von 0 und 100% bestehen.

### Umweltsicherheit

Das abgeschlämpte Wasser kann über die anfallende Gülle verwertet werden, da es sich bei dem enthaltenen Stickstoff um einen wertvollen Düngergrundstoff handelt. Waschwasser mit pH-Werten  $> 6$  kann problemlos mit der Gülle gelagert werden.

Die Demontage und Entsorgung sonstiger Anlagenteile kann laut Hersteller durch anerkannte Wertungsbetriebe erfolgen.

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

### Sicherheitsaspekte

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

Der beschriebene BioCombie-Luftwäscher der Firma Uniqfill wurde durch die Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG) begutachtet. Gegen die Verwendung der Anlage bestehen aus arbeitssicherheitstechnischer Sicht keine Bedenken.

## Fazit

Der BioCombie-Luftwäscher der Firma Uniqfill Air BV 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 Parametern zur Abscheidung von Ammoniak (Abscheidegrad  $\geq 70\%$ ), zur Abscheidung von Staub (Abscheide-

grad  $\geq 70\%$ ) und Geruchsminimierung (auf  $< 300 \text{ GE}/\text{m}^3$  ohne Rohgasgeruch im Reingas). Der BioCombie ist geeignet für Stallabluft aus Oberflur-Absauganlagen.

# 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

## Labor- und Emissionsmessungen

LUFA Nord-West, Jägerstraße 23-27  
26121 Oldenburg

## DLG-Prüfrahmen

SignumTest „Abluftreinigungssysteme für Tierhaltungsanlagen“  
(Stand 10/2010)

## Fachgebiet

Erneuerbare Energien

## Projektleiter

Dipl.-Ing. Jozo Drmić

## Prüfingenieur(e)

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

## Prüfungskommission

*prüfungsbegleitend*

Dr. Jochen Hahne, TI Braunschweig;  
Friedrich Arends, LWK Niedersachsen;  
Andreas Schlichting, TÜV Nord Hamburg

*beratend*

Gerd Franke, LLH Kassel; Prof. Dr. Eberhard Hartung, Uni Kiel; Ewald Grimm, KTBL Darmstadt

*Verwaltungsvollzug*

Vertreter der LK Cloppenburg

\* Berichterstatler

# Die DLG

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

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

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

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

## Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel

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

führender Prüf- und Zertifizierungsdienstleister für unabhängige Technik-Tests. Mit modernster Messtechnik und praxisnahen Prüfmethode stellen die DLG-Prüfingenieure Produktentwicklungen und Innovationen auf den Prüfstand.

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

2010-00333, aktualisiert Dezember 2024  
© 2024 DLG



DLG e.V.

Testzentrum Technik und Betriebsmittel

Max-Eyth-Weg 1, 64823 Groß-Umstadt

Telefon +49 69 24788-600, Fax +49 69 24788-690

tech@DLG.org · www.DLG.org

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