

KWB Air Systems BV

Dreistufige Abluftreinigungsanlage Kombi Luftwäscher

DLG-Prüfbericht 6243



Hersteller und Anmelder

KWB Air Systems BV
Staarten 8
5281 PL Boxtel, Niederlande
Telefon: +31 (0)411 61 41 40
Telefax: +31 (0)411 68 44 55
E-Mail: info@kwb.nl
Internet: www.kwb.nl



DLG e.V.
Testzentrum
Technik und Betriebsmittel

Kurzbeschreibung

- dreistufiger, physikalisch-biologischer Abluftwäscher zur Staub- und Ammoniak-Abscheidung sowie zur Geruchsminimierung in der ein-streulosen Schweinemast
- in der ersten Stufe wird Staub durch eine vorbedünte Waschwand abgeschieden, dabei wird ca. $1,40 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ umgewälzt
- in der biologischen Waschwand der zweiten Stufe wird Ammoniak aus der Stallabluft entfernt, dabei wird ca. $4,05 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ umgewälzt
- die dritte Stufe soll als biologisch arbeitende Waschstufe zur Geruchsminimierung eingesetzt werden; die Berieselungsdichte beträgt ca. $2,23 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$
- im Anschluss an die dritte Stufe befindet sich ein 15 cm dicker Tropfen-abscheider um die Feuchtigkeitsverluste bzw. Tropfenaustrag aus der Abluftreinigungsanlage zu minimieren
- das Waschwasser wird über Zugabe von Schwefelsäure und Natronlauge auf einen pH-Wert zwischen 6,5 und 7,0 geregelt, das Leitfähigkeits-niveau des Waschwassers wird auf 16 mS/cm gehalten, abgeschlämmt wird mit Hilfe einer separaten Pumpe
- die drei Waschwasservorlagen sind durch einen Überlauf miteinander verbunden, die Fließrichtung ist dabei entgegen der Luftströmung
- die Stallanlage wurde mit Oberflurabsaugung betrieben

Vertriebspartner für Deutschland

INOTEC Lüftungs-und Systemtechnik GmbH · West 7 · 48619 Heek
Telefon: +49 (0)2568 93 55 44 · Telefax: +49 (0)2568 93 59 37
E-Mail: info@inotec-systems.com · Internet: www.inotec-heek.de

Beurteilung – kurzgefasst

Übersicht 1:

Abluftreinigungsanlage KWB Kombi Wäscher

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung
Ergebnisse der Emissionsmessungen		
Gesamtstaub (gravimetrisch, vier Messtermine)		
– Sommer: gemittelter Abscheidegrad [%]	72,5	○
– Winter: gemittelter Abscheidegrad [%]	76	○
Feinstaub (gravimetrisch, zwei Messtermine)		
– Sommer		
gemittelter Abscheidegrad PM ₁₀ [%]	71,4	○
gemittelter Abscheidegrad PM _{2,5} [%]*	82,5	+
– Winter		
gemittelter Abscheidegrad PM ₁₀ [%]	76	○
gemittelter Abscheidegrad PM _{2,5} [%]*	90,2	++
Ammoniak (kontinuierlich gemessen)		
– Sommer: Gesamtabscheidegrad gemittelt aus Halbstundenmittelwerten [%]	83,4	+
– Winter: Gesamtabscheidegrad gemittelt aus Halbstundenmittelwerten [%]	92,1	++
N-Bilanzierung		
– Sommer: Wiederfindungsrate des abgeschiedenen Stickstoffs [%]	90,3	++
– Winter: Wiederfindungsrate des abgeschiedenen Stickstoffs [%]	-- **	
Geruch***		
– Sommer	< 300 GE/m ³ und kRW	o. B.
Verbrauchsmessungen (Mittelwerte pro Tag bzw. bezogen auf Tierplätze und Jahr)		
Frischwasserverbrauch		
– Sommer (Hauptmessung) [m ³ /d]/[m ³ /(TP a)]	2,0/1,4	o. B.
– Winter (Hauptmessung) [m ³ /d]/[m ³ /(TP a)]	2,1/1,4	o. B.
– Sommer (Geruchsnachmessung) [m ³ /d]/[m ³ /(TP a)]	5,5/1,1	o. B.
Abschlammvolumen		
– Sommer (Hauptmessung) [m ³ /d]/[m ³ /(TP a)]	0,5/0,4	o. B.
– Winter (Hauptmessung) [m ³ /d]/[m ³ /(TP a)]	0,4/0,3	o. B.
– Sommer (Geruchsnachmessung) [m ³ /d]/[m ³ /(TP a)]	1,0/0,2	o. B.
Säureverbrauch (bezogen auf 100%ige H₂SO₄)		
– Sommer (Hauptmessung) [kg/d]/[kg/(TP a)]	10,0/3,6	o. B.
– Winter (Hauptmessung) [kg/d]/[kg/(TP a)]	6,8/2,4	o. B.
– Sommer (Geruchsnachmessung) [kg/d]/[kg/(TP a)]	8,0/1,6	o. B.
Alkalienverbrauch (bezogen auf 100%ige NaOH)		
– Sommer (Geruchsnachmessung) [kg/d]/[kg/(TP a)]	1,1/0,2	o. B.
Elektrischer Energieverbrauch während der Hauptmessung		
– Abluftreinigung (Pumpen) [kWh/d]/[kWh/(TP a)]	90/61	o. B.
– Ventilatoren Sommer [kWh/d]/[kWh/(TP a)]	65/30	o. B.
– Ventilatoren Winter [kWh]/[kWh/(TP a)]	44/21	o. B.
Elektrischer Energieverbrauch während der Geruchsnachmessung		
– Abluftreinigung (Pumpen) [kWh/d]/[kWh/(TP a)]	163/32	o. B.
– Ventilatoren Sommer [kWh/d]/[kWh/(TP a)]	139/28	o. B.

* 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 PM₁₀ bewirken. Die Partikelfraktion PM_{2,5} ist von diesem Effekt weniger betroffen. Daher wird für diese Partikelfraktion ein höherer Abscheidegrad berechnet als für die Fraktion PM₁₀.

** Wegen einer fehlerhaften Datenerfassung bei der Abschlammung konnte keine N-Bilanz erstellt werden.

*** Die Geruchsabscheidung wurde im Rahmen einer Nachmessung über 8 Wochen nachgewiesen. Die Kriterien für Geruch wurden bis zu einer Filterflächenbelastung von 4.500 m³/(m²h) erfüllt.

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung
Betriebsverhalten		
Technische Betriebssicherheit	Es kam zu keinen nennenswerten Störungen am System während den 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.	+
Handhabung		
Betriebsanleitung	Die Betriebsanleitung ist übersichtlich mit guter Erklärung der durchzuführenden Wartungen und der automatischen Steuerung. Die Beschreibung der Wartungsarbeiten wird teilweise durch Fotos unterstützt.	+
Bedienung	Die Anlage läuft im bestimmungsgemäßen Betrieb vollautomatisch. Bei Abschluss eines Wartungsvertrages wird die Anlage einmal im Jahr durch den Hersteller kontrolliert.	○
Wartung	Der Betreiber muss die Anlagensteuerung täglich kontrollieren. Die Anlage muss aufgrund der Biologie kontinuierlich betrieben werden. Ein Wartungsvertrag zwischen Hersteller und Betreiber wird seitens des Herstellers dringend empfohlen (die geforderten Wartungen sind im Rahmen von Werkswartungen abgegolten).	○
Reinigung Filterfläche	Anfallende Reinigungsarbeiten sind mehrmals jährlich durch den Betreiber durchzuführen (siehe Arbeitszeitbedarf). Die erste Filterwand soll mindestens 3mal jährlich mit einem Hochdruckreiniger gesäubert werden. Eine Anweisung dazu befindet sich in der Betriebsanleitung.	○
Reinigung der gesamten Anlage	Zusätzlich zur ersten Stufe sind die Stufen 2 und 3 bei erhöhtem Druckverlust auszubauen und mit Wasser zu reinigen.	○
Füllkörperwechsel	Laut Hersteller ist kein Füllkörperwechsel notwendig.	o. B.
Arbeitszeitbedarf		
tägliche Kontrollen	ca. 5 Minuten pro Tag	○
wöchentliche Kontrollen	ca. 35 Minuten pro Woche	○
Reinigung	ca. 4 Stunden pro Quartal	○
Dokumentation		
Technische Dokumentation	Anforderungen erfüllt	+
Elektronisches Betriebstagebuch	Anforderungen erfüllt	+
Sicherheit		
Arbeitssicherheit	bestätigt durch DPLF (Deutsche Prüf- und Zertifizierungsstelle für Land- und Forsttechnik)	o. B.
Feuersicherheit	Brandschutzkonzept ist vom Betreiber im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens für den Gesamtstall zu erstellen.	o. B.
Umweltsicherheit		
Geräuschemission	Es ist kein erhöhter Schalldruckpegel durch die Abluftreinigungsanlage feststellbar.	○
Entsorgung	Eine pflanzenbedarfsgerechte Verwertung des Waschwassers mit der Gülle ist empfehlenswert. Entsorgung sonstiger Anlagenteile durch anerkannte Verwertungsbetriebe.	○
Gewährleistung		
Herstellergarantie	1 Jahr	o. B.

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

Beschreibung und Dimensionierung

Übersicht 2:

Dreistufige Abluftreinigungsanlage KWB

Beschreibung

dreistufige Abluftreinigungsanlage

- 1. Stufe: Filterwand mit permanenter Vorbedüsung zur Staubabscheidung
- 2. Stufe: Filterwand mit biologischer Reinigung zur NH_3 -Abscheidung
- 3. Stufe: Biofilter zum Geruchsabbau

Eignung

Reinigung von Abluft aus einstreuloser Schweinehaltung durch Minderung von Staub, Ammoniak und Geruch

Dimensionierungsparameter Referenzanlage bei 1 Modul

Maßangaben Filterwand 1 (Entstaubung)

– Filterbreite / Filterhöhe / Filtertiefe [m / m / m]	2,85 / 2,6 / 0,15
– Anströmfläche [m ²] / Filtervolumen [m ³]	7,4 / 1,1
– spezifische Filteroberfläche [m ² /m ³]	300
– min. Verweilzeit bei Sommerlufrate (Kontaktzeit) [sek]	0,12
– maximale Filterflächenbelastung [m ³ /(m ² h)]	4.500
– maximale Filtervolumenbelastung [m ³ /(m ³ h)]	30.273
– Berieselungsmenge kontinuierlich [m ³ /h]	10,4
– Berieselungsdichte [m ³ /(m ² h)]	1,40

Maßangaben Filterwand 2 (N-Abscheidung)

– Filterbreite / Filterhöhe / Filtertiefe [m/m/m]	2,85 / 2,6 / 0,90
– Anströmfläche [m ²] / Filtervolumen [m ³]	7,4 / 6,7
– spezifische Filteroberfläche [m ² /m ³]	125
– min. Verweilzeit bei Sommerlufrate (Kontaktzeit) [sek]	0,72
– maximale Filterflächenbelastung [m ³ /(m ² h)]	4.500
– maximale Filtervolumenbelastung [m ³ /(m ³ h)]	4.970
– Berieselungsmenge kontinuierlich [m ³ /h]	30,0
– Berieselungsdichte [m ³ /(m ² h)]	4,05

Maßangaben Filterwand 3 (Geruchsabbau)

– Filterbreite / Filterhöhe / Filtertiefe [m/m/m]	2,85 / 2,6 / 0,90
– Anströmfläche [m ²] / Filtervolumen [m ³]	7,4 / 6,7
– spezifische Filteroberfläche [m ² /m ³]	125
– min. Verweilzeit bei Sommerlufrate (Kontaktzeit) [sek]	0,72
– maximale Filterflächenbelastung [m ³ /(m ² h)]	4.500
– maximale Filtervolumenbelastung [m ³ /(m ³ h)]	4.970
– Berieselungsmenge kontinuierlich [m ³ /h]	16,5
– Berieselungsdichte [m ³ /(m ² h)]	2,23
– Leitfähigkeit [mS/cm]	≤ 16*

Abschlammung an den beiden Referenzanlagen

– Fassungsvermögen Waschwasservorlagebecken, gesamt (1 Modul / 4 Module) [m ³]	3,9 / 15,6
– Abschlammrate Sommer während der Hauptmessung / während der Nachmessung [m ³ /d]	0,54 / 1,0
– Abschlammrate Sommer während der Hauptmessung / während der Nachmessung [m ³ /TP a]	0,37 / 0,2
– Abschlammrate Winter während der Hauptmessung [m ³ /d]	0,37
– Abschlammrate Winter während der Hauptmessung [m ³ /TP a]	0,25
– pH-Wert des Waschwassers	6,5 bis 7

Referenzbetrieb für durchgeführte Messungen (Nachmessung Geruch)

Schweinemaststall (abteilweise Rein-Raus-Verfahren): Tierplätze [Stück]	1840
durchschnittliches Gesamt-Tiergewicht [kg LM]	75
installierte maximale Luftleistung [m ³ /h]	162.000 (6 Ventilatoren á 27.000 m ³ /h) bei ca. 60 Pa Druckverlust
Druckverlust Abluftreinigung [Pa]	max. 60 bei 122.000 m ³ /h Abluft
Gesamtdruckverlust (Stall + Abluftreinigung) [Pa]	max. 140 bei 122.000 m ³ /h Abluft
Maximalluflrate im Sommer gemäß DIN 18910 [m ³ /h]	162.000 bei Temperaturzone II und Ø 120 kg

* Die Leitfähigkeit betrug während der gesamten Sommermessung 25 mS/cm, in der Wintermessung wurde sie zunächst auf 16 mS/cm, dann auf 11 mS/cm gesenkt um die Abscheideleistung zu erhöhen. Bei einer leitfähigkeitsgesteuerten Abschlammung bei 16 mS/cm wird eine Abscheideleistung (Staub, Ammoniak und Geruch) nach DLG-Prüfrahmen eingehalten.

Prüfergebnisse

Eignung

Die dreistufige 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 Parametern zur Abscheidung von Ammoniak (Abscheidegrad $\geq 70\%$), und zur Abscheidung von Staub (Abscheidegrad $\geq 70\%$) und zur Minimierung von Geruch ($< 300 \text{ GE/m}^3$ im Reingas und kein Rohgasgeruch im Reingas).

Die Stallanlage wurde mit Oberflurabsaugung betrieben.

Beschreibung/Funktion

Der KWB Kombi Luftwäscher ist ein im Druckbetrieb gefahrenes, physikalisch-biologisches System zur Reinigung der Abluft aus einstreulosen Schweineställen. Das

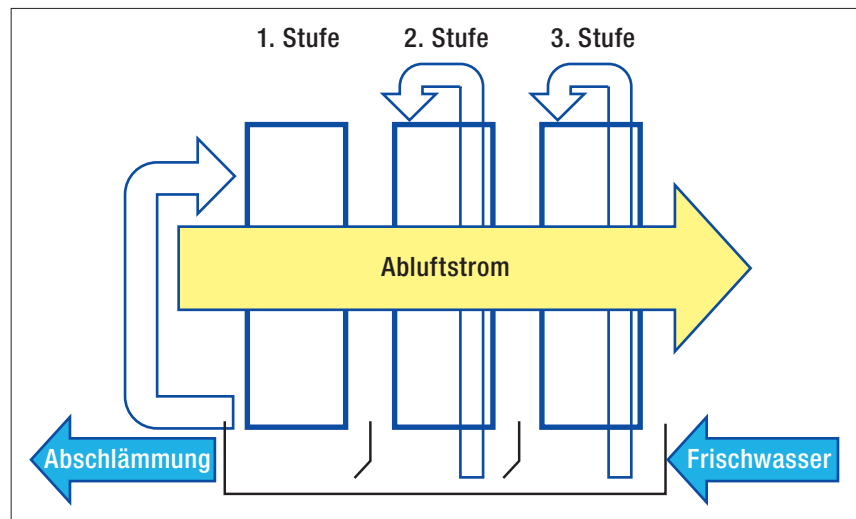


Bild 2:
Schematische Darstellung der Abluftwäsche (Quelle: LUFA)

Prinzip dieses 3-Stufen-Systems beruht auf dem Kontakt der Abluftinhaltsstoffe mit dem im Kreislauf geführten, schwach saurem Waschwasser (pH-Wert 6,5 bis 7,0) und den in den Füllkörpern angesiedelten Mikroorganismen.

Die Ventilatoren saugen die Abluft aus den angeschlossenen Abteilen des Stalles ab und befördern es in die erste Waschwand. Dort wird mit Hilfe einer Vorbedüsungseinrichtung die Abluft vom Staub gereinigt.

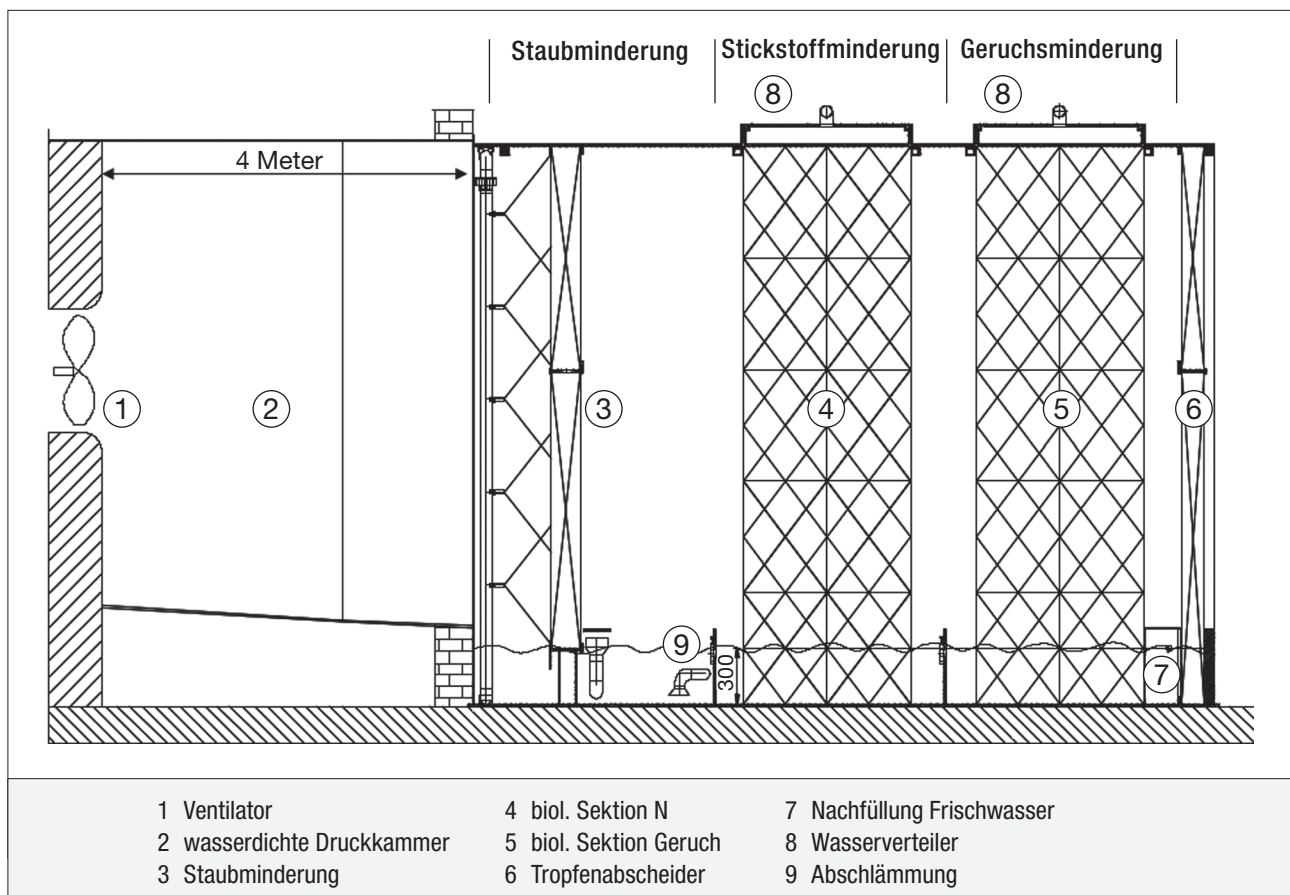


Bild 3:
Profildarstellung des KWB Kombi-Luftwäschers

Der Abstand zwischen den Ventilatoren und der ersten Waschwand beträgt mindestens 4 m (Bild 3). Zudem findet eine erste Vorabscheidung von Ammoniak statt. Hierzu dient eine Vorbedüsung, die etwa $1,40 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ Waschwasser umwälzt. In Bild 2 ist das Schema der Abluftwäsche bei drei Waschstufen dargestellt.

In der zweiten Stufe wird ca. $4,05 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ an schwach saurem Waschwasser umgewälzt um die Abluft vom Ammoniak zu reinigen. Im Anschluss daran gelangt die Abluft in die dritte Waschstufe. Die Umwälzung von ca. $2,23 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ an Waschwasser ermöglicht eine Ansiedlung von Mikroorganismen im schwach sauren Milieu.

Um Verdunstungsverluste und Austragung von Waschflüssigkeit zu kompensieren, wird Frischwasser in Filterstufe 3 zugegeben. In dieser Waschstufe wird Schwefelsäure und Natronlauge direkt in das Vorlagebecken zudosiert. Dort werden die Leitfähigkeit und der pH-Wert über installierte Messsonden gemessen und an die Steuerung übersandt. Diese Werte dienen zum einen der Regelung des Säuregehaltes im Waschwasser (pH-Wert) als auch der Abschlammung des salzreichen Waschwassers aus der ersten Waschstufe. Die einzelnen Waschvorlagen sind über Überläufe miteinander verbunden, die entgegen der Abluftströmung fließen. Insgesamt stand etwa $3,9 \text{ m}^3$ Wasservorlage am Referenzstall in Boekel und $15,6 \text{ m}^3$ am Referenzstall in Deurne zur Verfügung.

Die große spezifische Oberfläche der Füllkörper dient zum Einen der Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen Abluft und Wasser zur 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 Umlaufwasser ausgewaschen und durch nitrifizierende Bakterien zu Nitrit und Nitrat oxidiert. Durch das Umlaufwasser gelangen Bakterien, Staub und Ammoniak in die Wasservorlage, wo zusätzlich ein biologischer Abbau der genann-

ten Stoffe aus der Abluft erfolgt. Die Füllkörper der ersten Stufe sind vom Typ Hewitech CF 12-F (15 cm dick), die Füllkörper der Nitrifikationsstufe und der Geruchsstufe sind jeweils vom Typ Hewitech NC20 (90 cm dick), der nachgeschaltete Tropfenabscheider ist vom Typ Hewitech DE 125 (15 cm dick).

Die Abluftinhaltsstoffe (Staub und Ammoniak) dienen als Energie- und Nahrungsquelle für Mikroorganismen, die in dem Füllkörperblock als Biofilm anhaften und weiterhin in der Wasservorlage leben. An diesen Stellen wird der biologische Abbau vollzogen. Hierbei werden die Stickstoffverbindungen der Abluft entzogen und umgesetzt.

In der dritten Stufe (Bio-Stufe) sind Mikroorganismen in der Füllkörperwand angesiedelt, welche die Geruchsstoffe aus der Abluft oxidieren.

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

Da die biologische Aktivität wesentlich für die Funktion des Reinigungssystems ist, ist es zwingend erforderlich, die Anlage kontinuierlich zu betreiben. Ebenso ist eine kontinuierliche Belegung des Stalles erforderlich, um hohe Reinigungserfolge zu gewährleisten. Ein Anfahren der Anlage nach längerer Stillstandszeit erfordert bis zu 8 Wochen Regeneration der Biologie und ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Produktionsbedingte Stillstandszeiten von wenigen Tagen unter Beibehaltung der Berieselung sind hingegen unkritisch.

*Tabelle 1:
Übliche Zusammensetzung und Schwankungsbreite
des Abschlammwassers aus der KWB-Abluftreinigungsanlage
(Messung 2011 und 2012)*

pH-Wert	7,2-7,5
Leitfähigkeit	19-44 mS/cm
Ammonium-Stickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$)	2400-6600 mg/l
Nitrit-Stickstoff ($\text{NO}_2\text{-N}$)	1000-3300 mg/l

Prüfbedingungen/ Referenzstall

Die Funktionsfähigkeit des Kombi Luftwäschers wurde an zwei Referenzanlagen nachgewiesen. Die Hauptmessungen (Ammoniak und Staub) wurden an einer Referenzanlage in Boekel durchgeführt. Hierbei wurden etwa 540 Mastschweine in 6 Abteilungen einstreulos gehalten. Die Nachmessungen (Geruch) fanden an einer Referenzanlage in Deurne statt, wo 1840 Mastschweine in 4 Abteilungen einstreulos gehalten wurden.

Die Abluft wird aus den Abteilen mithilfe von Ventilatoren abgesaugt (Oberflurabsaugung), über einen Abluftkanal gesammelt und durch die Abluftreinigungsanlage geleitet.

Die Messungen für Staub und Ammoniak fanden von August bis November 2011 (Sommermessung) und von Februar bis April 2012 (Wintermessung) statt. Die Nachmessung für Geruch (Sommermessung) wurde von Juni bis August 2014 durchgeführt.

Während der Sommermessung 2011 wurde die Ammoniak-Belastung auf Tierhöhe zeitweise überschritten. Die Anforderung von 20 ppm auf Tierhöhe nach deutschem Recht wurde somit nicht immer eingehalten. Trotz Oberflurabsaugung wurden in den einzelnen Abteilen Konzentrationen bis 25 ppm, teilweise bis zu 30 ppm auf Tierhöhe gemessen. Um die Belastung so gering wie möglich zu halten, wurde eine erhöhte Luftrate gefahren. Dies bedeutet aber auch, dass während der Sommermessung die Verweilzeit im Wäscher absinkt und somit die Abscheidegrade bzgl. Ammoniak und Staub entsprechend geringer

Tabelle 2:

Messergebnisse zur Emissionsminderung (Staub) am KWB Kombi-Luftwäscher
(Sommermessung, August bis November 2011)

Datum	24.08.2011	30.08.11	07./08.09.11	13.09.11	20.09.11	27.-29.09.11	04.10.11
Umgebungs- und Randbedingungen							
rel. Luftfeuchte Umgebung [%]	78	75	65	53	59	62	71
Umgebungstemperatur [°C]	21,0	16,8	18,4	20,0	20,0	24,0	20,0
Rohgas-/Reingasfeuchte [%]	58/100	74/100	73/100	65/100	60/100	69/100	68/100
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	24,5/22,6	23,7/22,2	23,3/17,3	23,0/18,2	22,3/19,8	25,0/22,2	23,5/19,5
Tierzahl im Stall	557	539	538	538	538	538	538
Durchschnittliches Tiergewicht [kg]	18	24	29	35	40	46	50
Luftvolumenstrom Gesamt [m³/h]	12.150	13.460	23.240	31.520	26.140	44.630	36.460
Druckverlust Wäscherpaket [Pa]	13,5	11,5	36	57	64	80	72
Druckverlust über Ventilator [Pa]	--	35	--	--	--	--	--
Gesamtstaub							
Konzentration Rohgas [mg/m³]	--	--	--	1,12	--	--	0,75
Konzentration Reingas [mg/m³]	--	--	--	0,31	--	--	0,21
Abscheidegrad [%]	--	--	--	72	--	--	73
Feinstaub							
Rohgas PM ₁₀ /PM _{2,5} [mg/m³]	--	--	--	--	--	0,24/0,15	--
Reingas PM ₁₀ /PM _{2,5} [mg/m³]	--	--	--	--	--	0,06/0,03	--
Abscheidegrad PM ₁₀ /PM _{2,5} [%]	--	--	--	--	--	73,6/81,3	--

Datum	10.10.11	18./19.10.11	25./26.10.11	01.11.11	02.11.11	21.11.11
Umgebungs- und Randbedingungen						
rel. Luftfeuchte Umgebung [%]	73	83	86	77	84	97
Umgebungstemperatur [°C]	19,1	11,8	11,0	17,2	15,0	6,9
Rohgas-/Reingasfeuchte [%]	69/100	78/100	69/100	68/100	69/100	64/100
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	22,6/21,3	18,8/14,7	19,4/15,1	23,0/18,0	20,9/16,7	18,7/14,3
Tierzahl im Stall	538	538	537	537	537	534
Durchschnittliches Tiergewicht [kg]	56	63	74	78	79	95
Luftvolumenstrom Gesamt [m³/h]	37.860	25.620	37.650	41.190	37.640	34.090
Druckverlust Wäscherpaket [Pa]	90	63	95	94	--	--
Druckverlust über Ventilator [Pa]	155	--	150	--	--	--
Gesamtstaub						
Konzentration Rohgas [mg/m³]	--	1,12	--	--	--	1,28
Konzentration Reingas [mg/m³]	--	0,25	--	--	--	0,42
Abscheidegrad [%]	--	78	--	--	--	67
Feinstaub						
Rohgas PM ₁₀ /PM _{2,5} [mg/m³]	--	--	--	0,68/ 0,45	--	--
Reingas PM ₁₀ /PM _{2,5} [mg/m³]	--	--	--	0,21/ 0,07	--	--
Abscheidegrad PM ₁₀ /PM _{2,5} [%]	--	--	--	69,2/ 83,7	--	--

Tabelle 3:

Messergebnisse zur Emissionsminderung (Staub) am KWB-Kombi-Luftwäscher
(Wintermessung, Februar bis April 2012)

Datum	21.02.12	28.02.12	05.03.12	06.03.12	12.03.12*
Bemerkungen					
	--	--	--	--	Reinigung der Anlage am 09.03.12
Umgebungs- und Randbedingungen					
rel. Luftfeuchte Umgebung [%]	78	82	75	75	74
Umgebungstemperatur [°C]	9,0	8,0	5,0	6,9	12,2
Rohgas-/Reingasfeuchte [%]	55/100	59/100	51/100	55/100	67/100
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	22,0/16,4	22,5/16,0	21,3/14,3	21,7/16,7	22,5/18,0
Tierzahl im Stall	539	539	539	539	539
Durchschnittliches Tiergewicht [kg]	70	80	85	90	90
Luftvolumenstrom Gesamt [m³/h]	19.590	21.660	17.560	20.760	18.250
Druckverlust Wäscherpaket [Pa]	30	37	24	42	35
Druckverlust über Ventilator [Pa]	70	--	--	90	85
Gesamtstaub					
Konzentration Rohgas [mg/m³]	--	1,05	--	--	1,42
Konzentration Reingas [mg/m³]	--	0,27	--	--	0,29
Abscheidegrad [%]	--	75	--	--	80
Feinstaub					
Rohgas PM ₁₀ /PM _{2,5} [mg/m³]	--	--	0,67/0,43	--	--
Reingas PM ₁₀ /PM _{2,5} [mg/m³]	--	--	0,15/0,02	--	--
Abscheidegrad PM ₁₀ /PM _{2,5} [%]	--	--	77,4/96,0	--	--

Datum	19.03.12	26.03.12	02.04.12	10.04.2012	23.04.12
Bemerkungen					
	--	--	--	--	--
Umgebungs- und Randbedingungen					
rel. Luftfeuchte Umgebung [%]	71	61	56	92	55
Umgebungstemperatur [°C]	11,2	16,0	14,0	12,1	13,1
Rohgas-/Reingasfeuchte [%]	53/100	48/88	58/100	68/100	55/100
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	22,0/17,3	23,4/18,5	22,2/17,4	20,5/15,7	21,4/16,1
Tierzahl im Stall	539	539	539	322	493
Durchschnittliches Tiergewicht [kg]	96	102	105	110	68
Luftvolumenstrom Gesamt [m³/h]	18.560	26.490	23.070	12.250	10.590
Druckverlust Wäscherpaket [Pa]	38	51	43	44	35
Druckverlust über Ventilator [Pa]	--	--	--	--	88
Gesamtstaub					
Konzentration Rohgas [mg/m³]	--	--	1,58/2,77**	--	--
Konzentration Reingas [mg/m³]	--	--	0,44/0,67**	--	--
Abscheidegrad [%]	--	--	72/76**	--	--
Feinstaub					
Rohgas PM ₁₀ /PM _{2,5} [mg/m³]	--	--	--	0,63/0,42	--
Reingas PM ₁₀ /PM _{2,5} [mg/m³]	--	--	--	0,16/0,07	--
Abscheidegrad PM ₁₀ /PM _{2,5} [%]	--	--	--	75,1/84,3	--

* Am 09.03.2012 wurde die Leitfähigkeit von 26 auf 16 mS/cm herabgesetzt, am 12.03.2012 von 16 auf 11 mS/cm.

** Am 02.04.2012 wurden zwei Gesamtstaubmessungen durchgeführt.

Tabelle 4:

Messergebnisse zur Emissionsminderung der dreistufigen Abluftreinigungsanlage KWB Kombi-Wäscher für Ammoniak und verfahrenstechnische Daten während der Sommer- und Wintermessung (ausgewählte Tagesmittelwerte)

Datum	Sommermessung			Wintermessung	
	18.09.11	28.09.11	29.10.11	11.03.12	30.03.12
Lüftungsrate [m³/h]	23.200	42.350	29.980	21.470	19.160
Strömungsgeschwindigkeit* [m/s]	0,87	1,59	1,13	0,81	0,72
Verweilzeit* [sek]	1,03	0,57	0,8	1,12	1,25
Füllkörperflächenbelastung* [m³/(m² h)]	3.135	5.723	4.051	2.901	2.589
Füllkörpervolumenbelastung* [m³/(m³ h)]	3.463	6.321	4.475	3.204	2.860
Berieselungsdichte* 1./2./3.Stufe [m³/(m² h)]	1,35/4,05/1,62	1,35/4,05/1,62	1,35/4,05/1,62	1,35/4,05/1,62	1,35/4,05/1,62
Ammoniak Rohgas [ppm]	20,8	14,6	21,3	17,2	19,2
Ammoniak Reingas [ppm]	2,2	3,7	3,7	2,1	0,6
Abscheidegrad Ammoniak [%]	89,8	74,8	82,5	88,0	97,0

* berechnete Werte

Tabelle 5:

Messergebnisse zur Emissionsminderung (Geruch) am KWB Kombi-Luftwäscher während der Sommermessung

Datum	25.06.14	02.07.14	09.07.14	16.07.14
Umgebungs- und Randbedingungen				
rel. Außenluftfeuchte [%rF]	44	52	100	87
Umgebungstemperatur [°C]	18,8	22,0	16,5	19,7
Rohgas-/Reingasfeuchte [%rF]	67/97	67/98	75/98	82/96
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	24,8/21,3	26,3/21,6	25,2/21,7	25,8/23,1
Tierzahl im Stall	1.840	1.840	1.840	1.835
durchschnittliches Tiergewicht [kg]	52,5	57,5	62,5	70,0
Luftvolumenstrom gesamt [m³/h]	45.500	56.800	43.300	68.800
Geruch **				
Rohgas GE/m³	767	335	310	209
Reingas GE/m³	147	174	191	62
Rohgasgeruch im Reingas wahrnehmbar?	nein***	nein	nein***	nein
Datum	23.07.14	30.07.14	13.08.14	14.08.14
Umgebungs- und Randbedingungen				
rel. Außenluftfeuchte [%rF]	63	76	50	75
Umgebungstemperatur [°C]	26,2	24,0	22,4	19,9
Rohgas-/Reingasfeuchte [%rF]	64/99	58/99	55/95	77/99
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	27,8/23,7	27,4/23,5	28,1/23,1	24,6/22,1
Tierzahl im Stall	1.834	1.833	1.833	1.833
durchschnittliches Tiergewicht [kg]	75,0	85,0	96,7	96,8
Luftvolumenstrom gesamt [m³/h]	122.000	87.000*	117.000*	89.593*
Geruch **				
Rohgas GE/m³	298	189	483	483
Reingas GE/m³	177	67	53	81
Rohgasgeruch im Reingas wahrnehmbar?	nein	nein	nein	nein

* gemessen mit Dynamic Air

** Messwerte dargestellt als geometrische Mittelwerte

*** die Mehrheit des Probandenkollektivs hat bei der olfaktometrischen Untersuchung keinen rohgastypischen Geruch im Reingas wahrgenommen

ausfallen. Vor der anschließenden Wintermessung wurde von KWB ein Konzept erstellt, dass die Stallbelüftung optimiert und für eine tiergerechte Atmosphäre sorgt, unter anderem wurden Windleitbleche eingebaut, Lüftungsöffnungen zum Güllelager im Keller verschlossen und der Hauptgang in zwei Abteilungen aufgeteilt.

Die Berieselung wurde über den gesamten Messzeitraum weitestgehend konstant gehalten, die Durchflussmenge wurde mittels kalibrierten Schwebekörperdurchflussmessern turnusmäßig abgelesen.

Am 09.03.2012 wurde die Anlage von KWB gereinigt (Füllkörper, Becken), am selben Tag wurde auch die Leitfähigkeit im hinteren Vorlagebecken von bisher 26 mS/cm auf 16 mS/cm herabgesenkt. Grund hierfür war, die Abscheideleistung der Anlage noch weiter zu verbessern. Am 12.03.2012 wurde die Leitfähigkeit weiter auf 11 mS/cm gesenkt, wodurch sich die Abscheideleistung weiterhin verbesserte. Der pH-Wert im hinteren Vorlagebecken (Stufe 3) wurde ständig zwischen 6,5 und 7,0 gehalten.

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:

- Tiergewichte (geschätzt) und Tierzahlen
- Frischwasser- und elektrischer Energieverbrauch (Zählerstände)
- absoluter Luftvolumenstrom
- Abschlammvolumen
- Druckverlust über die Anlage,
- Druckverlust über den Ventilator

Weiterhin wurden die Messwerte, die seitens des Herstellers im elektronischen Betriebstagebuchs aufgezeichnet werden, auf Plausibilität überprüft. In Tabelle 1 ist die Zusammensetzung des Abschlammwassers dargestellt.

Staub

Es wurde zu Beginn der Messphase vereinbart, dass pro Messzeitraum vier Gesamtstaubmessungen und zwei Feinstaubmessungen ($PM_{10}/PM_{2,5}$) durchzuführen sind (siehe Tabellen 2 und 3). Durch den dreistufigen Aufbau wird tendenziell davon ausgegangen, dass die Anforderungen an den Abscheidegrad (dauerhaft über 70 %) erfüllt werden.

Die Probenahme erfolgte isokinetisch nach VDI-Richtlinie 2066 und nach DIN EN 13284-1.

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass in der Sommermessung durchschnittlich 72,5 % Gesamtstaub abgeschieden wird. In der Wintermessung werden im Durchschnitt 76 % abgeschieden (Tabelle 3). Bei einstreulosen Schweinehaltungsverfahren ist mit dem KWB Kombi-Luftwäscher somit eine effektive Staubabscheidung dauerhaft über 70 % möglich. Die Abscheidegrade bezüglich PM_{10} -Feinstaub liegen gemittelt bei 71,4 % (Sommer) und 76 % (Winter). Für $PM_{2,5}$ ergab sich durchweg ein Abscheidegrad von über 80 %. 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_{10} bewirken. Die Partikelfraktion $PM_{2,5}$ ist von diesem Effekt weniger betroffen. Daher wird für diese Partikelfraktion ein höherer Abscheidegrad berechnet als für die Fraktion PM_{10} .

Ammoniak

Während des gesamten Untersuchungszeitraumes wurden die Ammoniak-Konzentrationen im Roh- und Reingas kontinuierlich gemessen. Die Messgasleitungen wurden sämtlich beheizt, um Kondensation zu vermeiden. Die Konzentrationen wurden mit einem FTIR-Analysator gemessen.

Die Rohgaswerte im Sommer zeigen eine Bandbreite zwischen 10 und 40 ppm und wurden im Kombi-Luftwäscher auf < 5 ppm redu-

ziert (Bild 4). In der Wintermessung schwanken die Rohgaskonzentrationen um 20 ppm und verlassen den Wäscher mit < 4 ppm (Bild 5). Eine wirkungsvolle Ammoniak-Abscheidung bei einstreulosen Schweinehaltungsverfahren und ordnungsgemäßem Betrieb ist bei den beschriebenen Betriebsbedingungen somit sichergestellt (Übersicht 1). Bei einer maximalen Filterflächenbelastung von 4.500 $m^3/(m^2 \cdot h)$ kann Ammoniak dauerhaft über 70 % sicher abgeschieden werden.

Zur Überprüfung der Ammoniak-Konzentration in der Stallluft wurden bei regelmäßigen Begehungen Messungen im Stall auf Tierhöhe durchgeführt. Aufgrund einer anfangs ungeeigneten Lüftungsführung in den Abteilen wurden während der Sommermessung teilweise erhöhte Werte auf Tierhöhe festgestellt. Durch Optimierungsmaßnahmen wurde dieser Sachverhalt in der Wintermessung abgestellt (siehe Kapitel „Prüfbedingungen/Referenzstall“). Eine Übersicht ausgewählter Daten der Ammoniakabscheidung ist der Tabelle 4 zu entnehmen.

Geruch

Der Nachweis der effektiven Geruchsminimierung wurde im Rahmen einer DLG-Nachmessung an einem landwirtschaftlichen Betrieb in Deurne, Niederlande an einer Anlage mit vier Modulen erbracht. Es wurden unter Sommerbedingungen insgesamt 8 x 3 Proben jeweils im Roh- und Reingas genommen und anschließend olfaktometrisch von einem geschulten Probandenkollektiv ausgewertet. Probenahme und Auswertung erfolgten nach DIN EN 13725, das Olfaktometer war vom Typ T07.

Bewertungsrelevant ist die Geruchsstoffkonzentration und ob rohgastypischer Geruch im Reingas wahrgenommen wird. Bei der Geruchsstoffkonzentration darf ein Wert von 300 GE/ m^3 im Reingas nicht überschritten werden.

Die Ergebnisse der im Rahmen des DLG-Prüfverfahrens genommenen Geruchsproben sind in Tabelle 5 dargestellt. Bei allen Proben

wurden die Kriterien hinsichtlich Geruch (300 GE/m³ und kRw) eingehalten. Bis zu einer gemessenen Filterflächenbelastung von 4.500 m³/(m² h) kann die Abluftreinigungsanlage der Firma KWB Geruchsstoffe gemäß der DLG-Kriterien minimieren.

Die Rohgaskonzentrationen während der Geruchsnachmessung lagen zwischen 189 und 767 GE/m³.

Aerosolaustrag

Stickstoffhaltige Aerosole werden als NH₃-Aerosole aus den Vorlagebecken von Abluftreinigungsanlagen ausgetrieben und vom Abluftstrom mitgerissen. So gelangt der ursprünglich abgeschiedene Stickstoff unbeabsichtigt wieder in die Umgebung. Im Kombi-Luftwäscher der Firma KWB wurden die Aerosole bestimmt, die aus dem dritten Wasserbecken ausgetreten sind. Die NH₃-Aerosole werden durch die Differenz von filtrierter und unfiltrierter Probenahme bestimmt, anhand der Stickstofffrachten im Washwasser werden die anorganischen Stickstoffanteile der Aerosole bestimmt (Tabelle 6). Es wurden bei Sommerbedingungen zwei Aerosol-Messungen mittels Impinger durchgeführt.

Insgesamt sind die Werte für Aerosol an der KWB-Anlage relativ niedrig.

Stickstoff-Bilanz

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

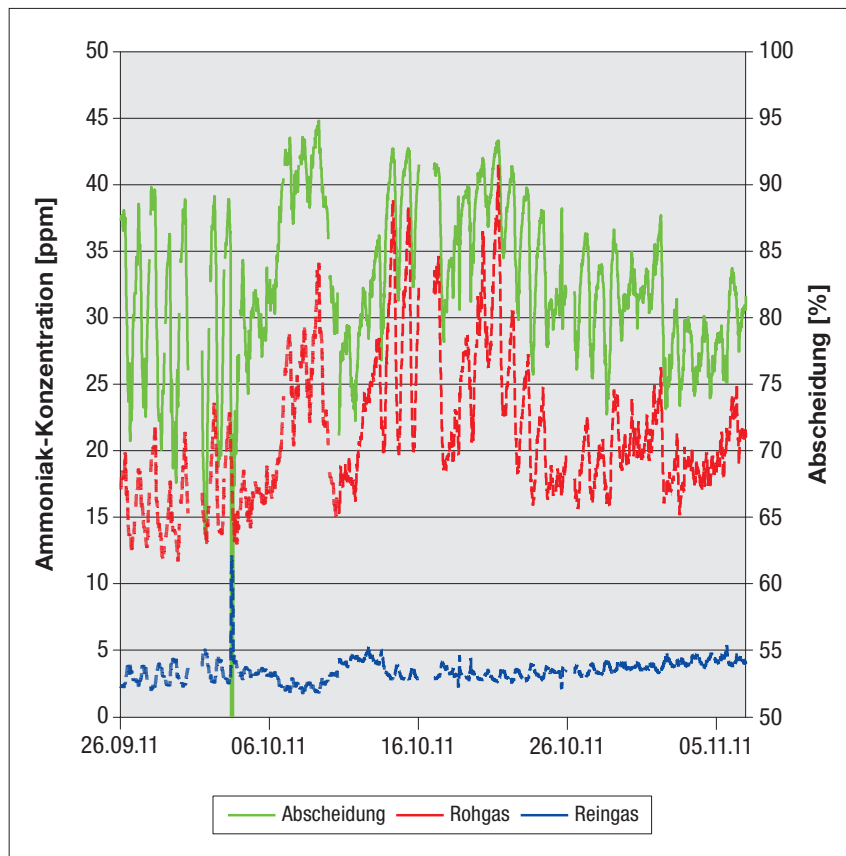


Bild 4: Abscheidegrad und Verlauf (beispielhaft) der Ammoniak-Konzentrationen im Roh- und Reingas während der Sommermessung

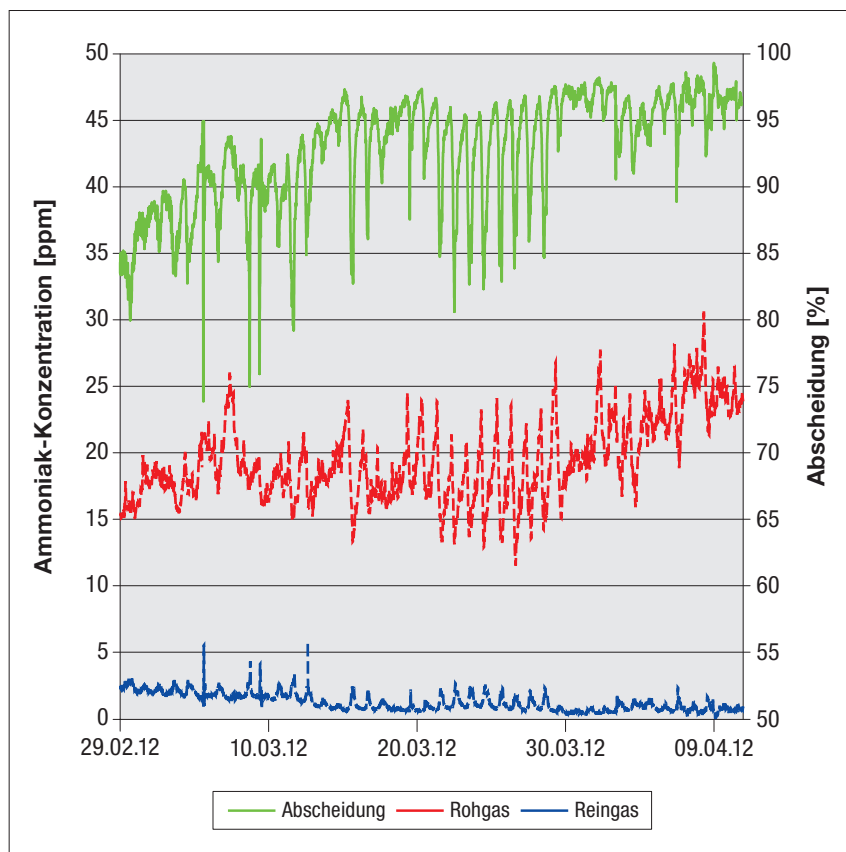


Bild 5: Abscheidegrad und Verlauf (beispielhaft) der Ammoniak-Konzentrationen im Roh- und Reingas während der Wintermessung

Tabelle 6:
Gemittelte Werte aus der Aerosol-Bestimmung
im dritten Waschbecken

Sommermessung	
NH ₃ -Aerosole	0,125 mg NH ₃ /m ³
Aerosol anorganisches N	0,132 mg N/m ³

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, NO₂ oder N₂O entstehen, dies würde ein 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. In der Sommermessung (Hauptmessung in Boekel) wurde eine Wiederfindungsrate von 90,3 % erreicht. Während der Wintermessung ergeben sich aufgrund eines defekten Messgerätes unplausible Abschlammwerte.

Wegen der fehlerhaften Erfassung des Abschlammvolumens konnte keine N-Bilanzierung bei den Wintermessungen durchgeführt werden.

Verbrauchswerte

Wasserverbrauch

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.

Der Frischwasserverbrauch während der Hauptmessung in Boekel wurde im Messzeitraum über eine Wasseruhr ermittelt. Die Auswertung der einzelnen Zählerstände ergab in der Sommermessung einen durchschnittlichen Verbrauch von etwa 2,1 m³ Frischwasser pro Tag. Bezogen auf Tierplatz und Jahr sind das 1,4 m³/(TP a). Im Zeitraum der Wintermessung wurden im Mittel etwa 2 m³ Frischwasser pro Tag zugeführt, das entspricht einem Verbrauch von 1,37 m³/(TP a).

Bei der Nachmessung in Deurne wurden 5,5 m³/d bzw. 1,1 m³/(TP a) im Sommerzeitraum gemessen.

Während der Sommermessung in Boekel wurden gemittelt etwa 0,5 m³ Waschwasser pro Tag abgeschlammmt. Das entspricht einem Volumen von 0,37 m³/(TP a). Für den Winterzeitraum ergab sich ein Abschlammvolumen von 0,4 m³ pro Tag, bzw. 0,25 m³/(TP a).

Bei der Nachmessung in Deurne wurden 1,0 m³/d bzw. 0,2 m³/(TP a) abgeschlammmt.

Aufgrund der stufenweisen Absenkung der Leitfähigkeit von 26 mS/cm auf 11 mS/cm in der Wintermessung sind hier höhere Verbrauchswerte zu erwarten als bei der ursprünglichen Leitfähigkeits-Einstellung.

Verbrauch an elektrischer Energie

Als größte elektrische Verbraucher an der eigentlichen Abluftreini-

gungsanlage lassen sich die kontinuierlich betriebenen Umwälzpumpen, sowie die diskontinuierlich betriebene Abschlammpumpe ausmachen.

Die größten Verbraucher im Stall sind die Ventilatoren, welche aufgrund des zusätzlichen Druckverlustes des Abluftreinigungssystems größer dimensioniert sein müssen als bei reiner Stalllüftung. Die installierten Stromzähler zeigten folgende Verbrauchswerte an der Referenzanlage in Boekel auf:

- Pumpen (gesamt): 90,0 kWh/Tag bzw. 61,0 kWh pro Tierplatz und Jahr
- Ventilatoren im Sommer: 64,7 kWh/Tag bzw. 44,0 kWh pro Tierplatz und Jahr
- Ventilatoren im Winter: 30,4 kWh/Tag bzw. 20,6 kWh pro Tierplatz und Jahr

An der Referenzanlage in Deurne wurden während der Sommermessung (Geruchsnachmessung) folgende Verbrauchswerte gemessen:

- Pumpen (gesamt): 163 kWh/d bzw. 32,4 kWh/(TP a)
- Ventilatoren: 138,6 kWh/d bzw. 27,6 kWh/(TP a)

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 Säure- und Laugendosierung bereitgestellt. Mit dieser Säuredosierung wird der pH-Wert im dritten Vorlagebecken geregelt. Generell sollte der pH-Wert den Bereich von 6,5 bis 7,0 nicht über- oder unterschreiten. Die Säure wird an der dritten Füllkörperwand zudosiert.

Der Säureverbrauch wurde in der Prüfungsphase mittels Wäge-

system ermittelt. Während der Messphasen wurden folgende Säureverbräuche gemittelt aufgezeichnet:

- Säureverbrauch im Sommer (Hauptmessung):
10,0 kg/Tag bzw. 6,8 kg pro Tierplatz und Jahr
- Säureverbrauch im Winter:
3,6 kg/ Tag bzw. 2,4 kg pro Tierplatz und Jahr
- Säureverbrauch im Sommer (Nachmessung):
8,0 kg/Tag bzw. 1,6 kg/(TP a)

Die Werte beziehen sich auf Schwefelsäure mit einer Reinheit von 100%. Während der Sommermessung wurde an der Referenzanlage 37 %ige, während der Wintermessung 65 %ige Schwefelsäure dosiert. In der Nachmessung wurde 50 %ige Schwefelsäure zugegeben.

- Laugenverbrauch im Sommer (Nachmessung):
1,06 kg/Tag bzw. 0,21 kg pro Tierplatz und Jahr, bezogen auf 100 %ige Natronlauge.

Betriebssicherheit und Haltbarkeit

Im Prüfungszeitraum wurden an der Anlagentechnik keine nennenswerten Störungen festgestellt.

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 (HDPE) hergestellt.

Dokumentation

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

Wenn Stallentlüftung und Abluftreinigungsanlage von unterschiedlichen Herstellern installiert werden, wird seitens des Herstellers der Ab-

luftreinigung 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 m³/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 5 unterschiedlichen Stützstellen (0...100 % Lufrate) bestehen.

Handhabung und Arbeitszeitbedarf

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

Nach erfolgter Inbetriebnahme und ausreichender Einlaufphase ist die Handhabung der Anlage dagegen als einfach anzusehen, da die Abluftreinigungsanlage im Regelbetrieb vollautomatisch läuft und lediglich eine tägliche Kontrolle der Betriebsdaten und eine wöchentliche Kontrolle der gesamten Abluftreinigungsanlage einschließlich der Düsen durchzuführen sind. Bei Fehlermeldungen der Steuerung sind in der Bedienungsanleitung jeweils Anweisungen zur Kontrolle der jeweiligen Anlagenteile beschrieben. Zur Vereinfachung der Handhabung und zur Verringerung des Arbeitszeitbedarfs empfiehlt sich der Abschluss eines Wartungsvertrages mit dem Hersteller.

Wartungsaufwand

Bei Abschluss eines Wartungsvertrages wird frühestens eine Woche nach Inbetriebnahme der Anlage und spätestens eine Woche vor der ersten Ausstellung die erste Wartung durchgeführt. Bei kontinuierlichem Stallbetrieb erfolgt die erste Wartung drei Monate nach Inbetriebnahme. Anschließend wird

halbjährlich 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 Ammoniakkonzentrationen im Roh- und Reingas überprüft. Die Wartungen werden in einem Prüfbuch dokumentiert.

Sofern die Druckdifferenz bei konstantem Volumenstrom (in Abhängigkeit von der Ventilator Kennlinie) über den Füllkörper ansteigt, muss eine Reinigung des Füllkörpers erfolgen. Die Reinigung erfolgt durch den Betreiber.

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. Diese müssen daher wöchentlich kontrolliert werden und ggf. gereinigt werden. Diese Tätigkeit muss im Betriebstagebuch vermerkt werden.

Die pH-Wert-Sensoren müssen monatlich kalibriert werden und alle 18 Monate erneuert werden, der Leitfähigkeitssensor muss 2mal jährlich kalibriert werden.

Die Umwälzpumpen und die Dosierpumpe müssen jährlich kontrolliert werden. Es wird empfohlen, diejenigen Bauteile dabei zu erneuern, die mit Säure oder Lauge in Kontakt kommen, sowie Pumpenmembranen und Schläuche auszutauschen.

Betriebsanleitung

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

Übersicht 3:

Erfüllung der Anforderungen an das elektronische Betriebstagebuch des Kombi-Luftwäschers

	voll erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt	Bemerkungen
Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage	X			elektronische Differenzdrucksensoren vor und hinter dem Filter mit Alarmauslösung und Speicherung des Alarms in der SPS
Luftdurchsatz	X			Aufzeichnung und Speicherung des Luftvolumenstromes in m³/h
Pumpenlaufzeit	X			Aufzeichnung und Speicherung des elektrischen Verbrauchs der Pumpen, die Pumpen sind gegen überhöhte Stromaufnahme gesichert
pH-Wert und Leitfähigkeit	X			automatische Säure- und Alkaliendosierung
Kalibrierung pH-Sensoren	X			bei Wartungsvertrag seitens Hersteller, ansonsten durch Betreiber
Berieselungsintervalle und Berieselungsmenge		X		Berieselung erfolgt permanent und ist durch den Anwender nicht editierbar, bei Pumpenausfall Alarmmeldung und Speicherung in Steuerung; die Berieselungsmenge wird über die Pumpenkennlinie aufgezeichnet und berechnet
Gesamtfrischwasserverbrauch des Wäschers	X			Frischwasserverbrauch wird mithilfe eines Wasserzählers mit Impulsgeber im elektronischen Betriebstagebuch protokolliert
Abgeschlammte Wassermenge	X			Abschlammung wird mithilfe eines Wasserzählers mit Impulsgeber im elektronischen Betriebstagebuch protokolliert
Roh- und Reingastemperatur	X			Erfassung der Temperaturen im Abluftkanal und unmittelbar nach dem Tropfenfänger
Sprühbildkontrolle	X			regelmäßige, manuelle Eintragung im Betriebstagebuch vorgeschrieben
Wartungs- und Reparaturzeiten	X			regelmäßige, manuelle Eintragung im Betriebstagebuch vorgeschrieben
Säure- und Alkaliverbrauch		X		Nachweis über Einkaufsbelege
elektrischer Stromverbrauch ARA		X		Erfassung der momentanen elektrischen Leistung, Umrechnung auf kWh möglich

Anlage in täglichem, wöchentlichem und jährlichem Turnus durchzuführen hat.

Das elektronische Betriebstagebuch 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 mittels SD-Karte und einem Konvertierungsprogramm ausgelesen und in ein gängiges Tabellenprogramm überführt werden. Das Konvertierungsprogramm ist auf dem System fest installiert und konvertiert die Daten automatisch.

Im Bedienungshandbuch finden sich Fotos der Anlagenteile, um die Bedienung besser verständlich zu machen. Der Vorgang des Auslesens der SD-Speicherkarte sowie die Reinigung der ersten Filterwand sind anschaulich dargestellt.

Umweltsicherheit

Das abgeschlammte Wasser kann über die anfallende Gülle verwertet werden, da es sich bei dem ent-

haltenen 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 Verwertungsbetriebe erfolgen.

Für den Anlagenbetrieb wird Säure und Lauge benötigt. Die Handhabung der Säure und Lauge 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 Kombi-Luftwäscher der Firma KWB wurde durch die Deutsche Prüf- und Zertifizierungstelle für Land- und Forsttechnik (DPLF) begutachtet. Gegen

die Verwendung der Anlage bestehen aus arbeitssicherheitstechnischer Sicht keine Bedenken.

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.

Umfrageergebnis

Eine Umfrage bei Besitzern typen gleicher 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 10/2010) durchgeführt.

Die Messungen hinsichtlich Staub und Ammoniak wurden an einer Referenzanlage im niederländischen Boekel bei einem maximalen Abluftvolumenstrom von 46.000 m³/h durchgeführt, die Prüfung umfasste eine Sommer- und eine Wintermessung.

Die Messung zur Einhaltung der Geruchskriterien wurde im niederländischen Deurne bei einer maximalen Filterflächenbelastung von 4.500 m³/(m² h) durchgeführt. Die Prüfung umfasste eine Sommermessung.

Prüfungsdurchführung

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

Labor- und Emissionsmessungen

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

Praktischer Einsatz

van Dijk, Peelsehuis 5, Boekel, NL;
landwirtschaftlicher Betrieb in
Deurne, NL

Berichterstatter

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

Dipl.-Ing. (FH) T. Pfeifer,
DLG-Testzentrum Groß-Umstadt

Herausgegeben

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

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

Christian Haskamp, Landwirt,
Steinfeld

Christian Dohrmann, Landwirt,
Steyerberg

Vertreter des Landkreises
Cloppenburg
(Verwaltungsvollzug)



ENTAM – European Network for Testing of Agricultural Machines, ist der Zusammenschluss der europäischen Prüfstellen. Ziel von ENTAM ist die europaweite Verbreitung von Prüfergebnissen für Landwirte, Landtechnikhändler und Hersteller.

Mehr Informationen zum Netzwerk erhalten Sie unter **www.entam.com** oder unter der E-Mail-Adresse: **info@entam.com**

10-615 und 14-117 (ersetzt Prüfbericht 6098)

Oktober 2012, Nachmessung Juni 2014

© DLG



DLG e.V. – Testzentrum Technik und Betriebsmittel

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

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