

# Big Dutchman International GmbH

## Abluftreinigungsanlage HelixX

### DLG-Prüfbericht 5957



**Hersteller und Anmelder**  
Big Dutchman International GmbH  
Postfach 1163  
49360 Vechta  
big@bigdutchman.de  
www.bigdutchman.de



DLG e.V.  
Testzentrum  
Technik und Betriebsmittel

### Kurzbeschreibung

- chemisches Abluftreinigungssystem, bestehend aus bis zu fünf kontinuierlich bedüsten Sprühturm-Gaswäschern und einer Waschwasser-aufbereitung, bestehend aus drei Kammern, wovon zwei der Sedimentation von Feststoffen dienen und eine als Wasservorlage fungiert
- kontinuierlich betriebene, frequenzgeregelte Umwälzpumpe mit einem Vordruck von 4,5 bar und einem Volumenstrom von 2,0 m<sup>3</sup>/h je angeschlossenem Sprühturm-Gaswäscher
- der pH-Wert des permanent umgewälzten Waschwassers ist < 3
- nachgelagerter Tropfenabscheider zur Abscheidung von Aerosolen mit automatischer, zeitgetakteter diskontinuierlicher Hochdruckreinigung mit Frischwasser und einem Betriebsdruck von 100 bar bei einem Volumenstrom von 35 l/min
- leitfähigkeitsgesteuerte Abschlammung ( $\leq 100$  mS/cm) über zwei parallel betriebene Wasserstrahlpumpen mit einer Ansaugmenge von 1250 l/h bei 5,0 bar für die Sedimente und einer Fördermenge von 330 l/h bei 5,0 bar für das Prozesswasser
- zur Verhinderung des Austritts von Waschwasser in den Stall bei niedrigen Luftvolumenströmen dient eine Schmetterlingsklappe, bei hohen Luftvolumenströmen erfolgt die Abscheidung des Waschwassers über eine Leitwendel

# Beurteilung – kurzgefasst

Übersicht 1:  
Abluftreinigungsanlage HelixX

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung
<b>Ergebnisse der Emissionsmessungen</b>		
<b>Gesamtstaub</b> (gravimetrisch, sechs Messtermine)		
– Durchschnittliche Abscheidung aus 6 Messungen [%]	88,6	+
<b>Ammoniak</b> (kontinuierlich gemessen)		
– Gesamtabcheidungswirkungsgrad aus		
Halbstundenmittelwerten [%]	86,0	+
– Wiederfindungsrate des abgeschiedenen Stickstoffs		
(Stickstoff-Bilanz) [%]	> 70	o. B.
<b>Verbrauchsmessungen</b>		
Frischwasserverbrauch Winter [l/Mastplatz und Jahr]	291	o. B.
Frischwasserverbrauch Sommer [l/Mastplatz und Jahr]	1.200	o. B.
Abschlämmvolumen Sommer/Winter		
[l/Mastplatz und Jahr]	139/165	o. B.
Säureverbrauch während der Prüfung Sommer/Winter		
[kg/Mastplatz und Jahr]	6,77/3,69	o. B.
<b>Elektrischer Energieverbrauch</b>		
– Abluftreinigung [kWh/Mastplatz und Jahr]	75,6	o. B.
– Ventilatoren (nur Sommer) [kWh/Mastplatz und Jahr]	96,6	o. B.
<b>Betriebsverhalten</b>		
Technische Betriebssicherheit	Nach umfangreichen Verbesserungsmaßnahmen während des Prüfungszeitraums läuft die Anlage problemlos.	+
Haltbarkeit	kein nennenswerter Verschleiß während der Versuchsperioden	+
<b>Handhabung</b>		
Betriebsanleitung	übersichtliche Betriebsanleitung mit guter Erklärung der durchzuführenden Wartungen und der automatischen Steuerung	+
Bedienung	Die Anlage läuft im bestimmungsgemäßen Betrieb vollautomatisch. Es sind tägliche Funktionskontrollen durchzuführen. Bei Bedarf muss jedoch Entschäumer eingesetzt werden.	○
Wartung	Es kann ein Wartungsvertrag mit dem Hersteller abgeschlossen werden, der eine halbjährliche Wartung vorsieht. Neben der täglichen Funktionskontrolle und daraus evtl. hervorgehenden Arbeiten sind regelmäßige Reinigungsarbeiten der Gesamtanlage mit einem Hochdruckreiniger durchzuführen.	○
Arbeitszeitbedarf für tägliche Kontrollen	ca. 5 Minuten pro Tag	+
Reinigung Tropfenabscheider	Die Reinigung des Tropfenabscheiders erfolgt mit Hilfe eines zeitgetakteten Hochdruckreinigungssystems vollautomatisch.	○
Reinigung der gesamten Anlage	Nach jedem Prozesswasserwechsel ist eine Reinigung der Wasseraufbereitungsstation durchzuführen. Dabei muss diese zusätzlich mit Hilfe eines Hochdruckreinigers gesäubert werden.	○

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung
<b>Dokumentation</b>		
Technische Dokumentation	Anforderungen erfüllt	+
Elektronisches Betriebstagebuch	Anforderungen erfüllt	+
<b>Sicherheit</b>		
Arbeitssicherheit	bestätigt durch DPLF (Deutsche Prüf- und Zertifizierungsstelle für Land- und Forsttechnik)	o. B.
Feuersicherheit	Brandschutzkonzept ist vom Betreiber im Rahmen des Bau-genehmigungsverfahrens für den Gesamtstall zu erstellen.	o. B.
<b>Umweltsicherheit</b>		
Geräuschemission	kein erhöhter Schalldruckpegel durch Abluftreinigungsanlage feststellbar	o. B.
Entsorgung	Lagerung des Abschlammwassers in einem separaten Abschlammbehälter (mindestens für 6 Monate Lagerkapazität). Eine Ausbringung auf landw. Flächen kann erfolgen, jedoch darf eine Mischung des Abschlammwassers mit Flüssigmist erst unmittelbar vor der Ausbringung erfolgen. Die Vermischung darf nicht im tierbesetzten Stall erfolgen.	o. B.
<b>Gewährleistung</b>		
Herstellergarantie	2 Jahre	o. B.

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

# Beschreibung und Dimensionierung

## Übersicht 2: Abluftreinigungsanlage HelixX

Merkmal	Ergebnis/Wert
<b>Beschreibung</b>	
einstufige, nasschemische Abluftreinigungsanlage (Prinzip Sprühturm-Gaswäscher) mit Waschwasseraufbereitung und zentraler Versorgungspumpe für den Anschluss von maximal 5 Sprühturm-Gaswäschern an eine Waschwasseraufbereitung	
<b>Eignung</b>	
Reinigung von Abluft aus einstreuloser Schweinehaltung durch Minderung von Staub und Ammoniak	
<b>Dimensionierungsparameter Referenzanlage</b>	
Maßangaben Sprühturm-Gaswäscher je Modul	
– Innendurchmesser [mm]	820
– Länge der Behandlungsstrecke [mm]	2000
– Länge der Wasserauffangwendel [mm]	780
– max. Volumenstrom	8.500 m <sup>3</sup> /h
– max. Strömungsgeschwindigkeit [m/s]	4,47
– min. Verweilzeit Behandlungsstrecke [s]	0,45
<b>Tropfenabscheider (Demister)</b>	
– Dicke [mm]	100
– Typ	T01M1
– Reinigung	periodische Hochdruckreinigung mit 35 l/min bei 100 bar mit 2 Reinigungsdüsen des Typs 4002 und 2 Reinigungsdüsen des Typs 4007 stationäre Hochdruckreinigungsanlage Typ 8,5/35-120
<b>Bedüsung (kontinuierlich)</b>	
– Anzahl der Düsenstöcke	8
– Düsen je Düsenstock	4
– Düsentyp	Excenterhohlkegeldüsen Typ 302.408
– Tröpfchengröße [µm]	300 - 400
– Pumpendruck [bar]	min. 4,5
– geförderte Wassermenge zur Bedüsung [l/h]	2.000
– min. Waschwasser [l] je m <sup>3</sup> Abluft	0,24
<b>Dimensionierung Waschwasservorlage (3-Kammer-System)</b>	
– Fassungsvermögen Waschwasservorlagebecken für zwei Sprühturm-Gaswäscher (Helixes)	Kammer 1: 260 l Kammer 2: 45 l Kammer: 3 325 l (plus 550 l Puffervolumen)
– Physikalische Reinigungsstufen (Feststoffabscheidung)	Kammer 1: Sedimentationsstufe Kammer 2: Feinsieb [300 µm]
– Abschlämmrate [l / Mastplatz und Jahr]	165
– pH-Wert des Waschwassers	< 3
– Stickstoffkonzentration [g/l]	≤ 20
– Leitfähigkeit [mS/cm]	≤ 100
<b>Referenzbetrieb für durchgeführte Messungen (Schweinemaststall, Rein/Raus)</b>	
Mastplätze [Stück]	180
max. Tiergewicht [kg LM]	120
Installierte Luftleistung [m <sup>3</sup> /h]	17.000 (2 HelixX á 8.500 m <sup>3</sup> /h bei 140 Pa Druckverlust)
Gesamtdruckverlust (Stall + Abluftreinigung) [Pa]	max. 140 bei 8.500 m <sup>3</sup> /h Abluft je HelixX
Maximalluftfrate im Sommer gemäß DIN 18910 [m <sup>3</sup> /h]	21.420

## Eignung

Die Abluftreinigungsanlage HelixX eignet sich zur Emissionsminderung aus dem Abluftstrom einstreuloser Schweinehaltungsanlagen bei Auslegung der Stalllüftung nach DIN 18910 und bei Einhaltung der beschriebenen verfahrenstechnischen Parameter zur Abscheidung von Ammoniak ( $\geq 70\%$  Abscheidegrad) und zur Abscheidung von Staub ( $\geq 70\%$  Abscheidegrad).

## Beschreibung/Funktion

Die Abluftreinigungsanlage HelixX der Firma Big Dutchman ist ein im Überdruckbetrieb gefahrenes, chemisches System zur Reinigung der Abluft aus einstreulosen Schweineställen. Das System besteht aus bis zu fünf kontinuierlich bedüsten Sprühturm-Gaswäschern und einer Waschwasseraufbereitung. Jede Sprühturm-Gaswäscher-Einheit (HelixX) ist auf einen maximalen Volumenstrom von  $8.500 \text{ m}^3/\text{h}$  je Sprühturm ausgelegt.

Die Bedüsung der Sprühturm-Gaswäscher erfolgt kontinuierlich über eine Umwälzpumpe mit einem Mindestvordruck von 4,5 bar und einer Mindestwaschwassermenge von  $2,0 \text{ m}^3/\text{h}$  je Sprühturm. Der pH-Wert des Waschwassers muss dabei unter 3 liegen und wird automatisch über eine pH-Wert-Regelung mit Schwefelsäuredosierung eingestellt. Die Umwälzpumpe fördert das Washwasser in den Düsenstock der Behandlungseinheit des Sprühturm-Gaswäschers, wo sich über 8 Etagen insgesamt 32 Excenterhohlkegeldüsen je Sprühturm befinden. Die Düsen der Etage sind abwechselnd mit und gegen den Abluftvolumenstrom angeordnet. Durch diese Anordnung erfolgt eine weitere Feinerstäubung des Waschwassers, da die Spühkegel der Düsen aufeinandertreffen. Die Düsen erzeugen dabei ein insgesamt hochfeines Sprühbild, wodurch die Kontaktfläche zwischen Abluftinhaltsstoffen und Washwasser vergrößert wird. Der pH-Wert  $< 3$  führt zur Erhöhung der Am-

moniak-Aufnahmekapazität des Waschwassers. Durch die Verwendung von Schwefelsäure reagiert der vom Washwasser aufgenommene Ammoniak zu Ammoniumsulfat.

Das Washwasser wird anschließend über eine Leitwendel und eine Wasserauffangrinne aufgefangen und in die Waschwasseraufbereitung abgeleitet. Bei niedrigen Volumenströmen dient eine unterhalb des Düsenstocks installierte, automatisch betriebene Schmetterlingsklappe zur Verhinderung des Waschwasseraustritts in den Stall.

Damit kein fein verdüstes, mit Ammonium, Ammoniumsulfat und Staub verschmutztes Washwasser mit der Abluft nach Außen getragen wird, ist am Abluftaustritt aus dem Sprühturm-Gaswäscher ein Tropfenabscheider (Demister) des Typs T01M1 (Dicke 100 mm, Durchmesser 1200 mm) installiert. Um eine Verstopfung des Tropfenabscheiders im laufenden Betrieb zu verhindern, wird dieser einmal täglich für 120 Sekunden mit einem automatisch arbeitendes Hochdruckreinigungssystem des Typs 8,5/35-120 von unten gereinigt. Bei Überschreitung der vorgegebenen Sollwerte (Druckdifferenz über den Tropfenabscheider) wird das Reinigungsintervall automatisch verkürzt. Sofern die Druckdifferenz, verursacht durch die Verschmutzung des Demisters, für über 6 Stunden größer 100 Pa liegt, so wird über die Steuerung eine automatische Notspülung mit Hilfe des Hochdruckreinigungssystems für 180 Sekunden aktiviert.

Nach der Abscheidung des Waschwassers im Sprühturm läuft dieses drucklos in die Waschwasseraufbereitung. Für zwei Sprühturm-Gaswäscher beträgt das Gesamtvolumen ca. 1.200 Liter. Dieses Volumen teilt sich in drei Kammern. Die erste Kammer dient der Aufnahme des zurückfließenden Waschwassers. Dort können schwere, partikuläre Bestandteile aufgrund der bauartbedingten, hohen Wasser-

säule sedimentieren. Über einen Überlauf mit Feinsieb (Maschenweite  $300 \mu\text{m}$ ) gelangt das Washwasser in die dritte Kammer. Das Feinsieb dient der Abtrennung von Partikeln mit einer geringen Dichte (Fliegen etc.). In der dritten Kammer befinden sich die Versorgungspumpe, der Wasserniveaumelder und die Frischwasserzufuhr. Die abgetrennten Partikel werden über das Sieb in die zweite Kammer geleitet (Volumen 45 l). Der Füllstand der dritten Kammer liegt im Betrieb bei 325 l, zur Pufferung der Waschwassermenge in Stillstandszeiten kann die dritte Kammer zusätzlich bis zu 550 l aufnehmen. Die Waschwasseraufbereitung kann gemäß Herstellerangaben für bis zu fünf Sprühtürme mit einer Gesamtabluftmenge von  $42.500 \text{ m}^3/\text{h}$  ausgelegt werden, an der Referenzanlage geprüft wurde das Abluftreinigungssystem mit zwei angeschlossenen Sprühturm-Gaswäschern (2 HelixX-Einheiten).

Notwendige Bedingung für den Betrieb der Abluftreinigung ist das Vorliegen der erforderlichen Werte für Füllstand und Pumpendruck. Deshalb ist die Druckleitung mit einem Drucksensor versehen (Soll-druck: min. 4,5 bar). Der Pumpendruck wird mithilfe eines Frequenzumrichters gesteuert.

Die Abluftreinigung und die Ventilation können nur parallel betrieben werden. Nach Abschalten der Ventilation wird das im Düsenstock enthaltene Washwasser zur Frost-sicherung automatisch in die Waschwasseraufbereitung rückgeführt. Zur Sicherstellung des Wasserdurchsatzes ist jeder Düsenstock mit einem Durchflusszähler ausgestattet. Sinkt der Durchfluss in der Summe aufgrund verstopfter Düsen o. ä. auf unter  $2,0 \text{ m}^3/\text{h}$ , so gibt es eine Alarmmeldung im Controller.

Zur Vermeidung von Salzanreicherungen wie Ammoniumsulfat und anderen Salzen ist eine Abschlammung von Washwasser notwendig. Die Abschlammung des Wasch-

wassers erfolgt aus der dritten Kammer bei einer maximalen Leitfähigkeit von 100 mS/cm über ein zeitgeschaltetes Magnetventil und eine Wasserstrahlpumpe. Nach Erreichen der 100 mS/cm öffnet das Magnetventil und der Pumpendruck der Umwälzpumpe treibt die Wasserstrahlpumpe an (Treibmedium). Die Abschlämmung ist jeweils für 30 Sekunden aktiviert, es werden jeweils 7,25 l abgeschlämmt (Ansaugmedium). Die Wasserstrahlpumpe ist ansaugseitig so konfiguriert, dass auch Sedimente abgeschlämmt werden können. Das Verhältnis zwischen abgeschlämtem Prozesswasser und Ansaugmedium beträgt 2:3.

Die Zudosierung des Frischwassers erfolgt nach Beendigung der Abschlämmung über die Wasserniveauregelung in der dritten Kammer. Bei Erreichen des Maximalfüllstandes in der Waschwasservorlage der Stufe 2 läuft das Waschwasser über einen Überlauf in Stufe 1.

Bei starker Schaumbildung muss Entschäumer eingesetzt werden. Die Dosierung erfolgt entweder manuell oder über eine separate Dosiereinrichtung.

### Prüfbedingungen/Referenzstall

Der Referenzstall, an dem die Messungen durchgeführt wurden, besteht aus einem Abteil, in denen bis zu 180 Mastschweine einstreulos gehalten werden. Der Stall wird im Rein-Raus-Verfahren betrieben. Dabei wird die Abluft von oben aus dem Stall abgesaugt und durch die Abluftreinigungsanlage HelixX gedrückt. Die Ventilatoren befinden sich unterhalb der Behandlungseinheit der Abluftreinigung. Somit handelt es sich um ein Überdrucksystem.

Die Stalllüftung wurde gemäß den Vorgaben der DIN 18910 ausgelegt, die Maximalluftfrate muss daraus abgeleitet für Mast im Rein-Raus-Verfahren bei ca. 21.420 m<sup>3</sup>/h betragen (gemäß DIN 18910 Anhang Tabelle A.2, 119 m<sup>3</sup>/h x MP). Die installierten Lüfter ergeben eine Gesamtlüftungsrate von 17.000 m<sup>3</sup>/h bei 140 Pa. Dieser Wert wurde

durch die Aufnahme einer Lüftungskennlinie für das Gesamtsystem Stall plus Abluftreinigungsanlage bestätigt. Eine auffällige Unterlüftung im Stall wurde aufgrund der unterdimensionierten Ventilation nicht festgestellt. Für die Ammoniak- und Kohlendioxidkonzentration im Stall ergaben sich keine Überschreitungen gemäß Nutztierhaltungsverordnung. Die Stalltemperatur überschritt nicht die Vorgaben gemäß DIN 18910.

Die Prüfung wurde mit ersten Sommermessungen im Juli/August 2008 begonnen. Die Wintermessungen fanden im März/April 2009 und im Februar 2010 statt. Weitere Sommermessungen waren im August/September 2009 notwendig. Insgesamt wurden 16 Wochen Sommermessungen und 12 Wochen Wintermessungen durchgeführt.

Die Sommermessung 2008 wurde mit einem anderen Tropfenabscheidersystem begonnen, es stellte sich jedoch schnell heraus, dass eine Freisetzung von Aerosolen damit nicht verhindert werden konnte. Deshalb wurde im Juli 2008 ein neuer Tropfenabscheider (Typ T01M1) installiert. Dieser wurde mit einer Reinigungseinrichtung versehen, die jedoch nicht ausreichte, die Erhöhung des Druckverlustes zu verhindern. Im Winter 2009 wurde daraufhin das Hochdruckreinigungssystem installiert.

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

- Tierzahlen und Tiergewichte (geschätzt)
- NH<sub>3</sub>-Konzentration auf Tierhöhe
- Frischwasser- und elektrischer Energieverbrauch (Zählerstände)
- absoluter Luftvolumenstrom

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

Weiterhin wurde während der ersten Messung festgestellt, dass die Abschlämmung nicht richtig funktionierte. Es lagerten sich nach und nach Sedimente in der Waschwasseraufbereitung an. Dieses Problem wurde beseitigt, was mithilfe einer Staubbilanz bestätigt wurde.

### Staub

Zu Messbeginn wurde vereinbart, dass drei Gesamtstaubmessungen und jeweils einmal PM 10 und einmal PM 2,5 Staubbmessungen je Messzeitraum ausreichen. Die Probenahme erfolgte isokinetisch nach VDI-Richtlinie 2066, die Auswertung fand jeweils einen Tag nach der Probenahme statt, da die Proben zunächst im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet wurden.

Die Messwerte für die Staubabscheidung waren zu Beginn der Sommermessung 2008 jedoch sehr schlecht, weshalb ein neuer Tropfenabscheider installiert und die Bedüsung geändert wurde. Danach wurde die geforderte Staubabscheidung gewährleistet, es lagerten sich jedoch große Mengen Staub in dem neuen Tropfenabscheider ab. Daraufhin wurde innerhalb der Wintermessung 2009 ein neues Reinigungssystem für den Tropfenabscheider installiert.

Bei den weiteren Staubbmessungen im Winter 2009 und im Sommer 2009 waren die Abscheidegrade und auch die Reinigungsleistung des Hochdruckreinigungssystems zufriedenstellend. Die Probenahme erfolgte isokinetisch nach VDI-Richtlinie 2066, die Auswertung fand jeweils einen Tag nach der Probenahme statt, da die Proben zunächst im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet wurden.

Wie aus Tabelle 1 (Seite 7) hervorgeht, lagen die Abscheidegrade für Gesamtstaub an allen 6 Messungen > 70%. Die durchschnittliche Abscheidung aus sechs Messungen betrug 89%, so dass mit der Abluftreinigungsanlage HelixX eine wirkungsvolle Staubabscheidung bei

Tabelle 1:

Randbedingungen und Messergebnisse der Abluftreinigungsanlage HelixX für Staub (Gesamtstaub)

Datum	06.08.2008	08.08.2008	14.08.2008	31.03.2009	15.04.2009	01.09.2009
<b>Umgebungs- und Randbedingungen</b>						
rel. Luftfeuchte Umgebung [%]	65	75	62	53	51	62
Umgebungstemperatur [°C]	23,7	18,1	21,2	12,0	20,7	24,9
Rohgas-/Reingasfeuchte [%]	77/100	73/100	70/100	71/100	50/100	62/100
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	24,3/22,7	21,7/18,0	21,0/18,2	21,7/19,0	24,7/19,3	25,7/22,0
Tierzahl im Stall	176	176	176	189	189	183
Durchschnittliches Mastgewicht [kg]	95	95	100	95	100	105
Luftvolumenstrom Gesamt [m³/h]	15.600	12.000	17.000	4.200	9.000	17.000
<b>Ergebnisse Staub</b>						
Konzentration Rohgas [mg/m³]	3,49	1,95	1,65	2,75	1,43	0,78
Konzentration Reingas [mg/m³]	0,42	0,03	0,32	0,58	0,11	0,05
Abscheidegrad [%]	88,0%	98,5%	80,6%	78,9%	92,3%	93,6%

\* Mittelwert aus drei Messungen

Tabelle 2:

Messergebnisse zur Emissionsminderung der Abluftreinigungsanlage HelixX für Ammoniak und verfahrenstechnische Daten während der Sommer- und Wintermessung (ausgewählte Tagesmittelwerte)

Datum	02.08.2009	22.08.2009	12.09.2009	09.02.2010
Luftvolumenstrom je HelixX [m³/h]	7.400	7.450	7.600	1.300
Strömungsgeschwindigkeit* [m/s]	3,89	3,92	4,00	0,68
Verweilzeit* [sek]	0,51	0,51	0,50	2,92
min. Waschwasser je Abluft [l/m³]	0,27	0,27	0,26	1,54
Ammoniak Rohgas** [mg/m³]	5,34	11,24	12,64	13,82
Ammoniak Reingas [mg/m³]	0,69	1,27	1,45	1,87
Abscheidegrad Ammoniak [%]	87,0	88,5	88,4	86,2

\* berechnete Werte aus Messwerten

\*\* Es wurden nur Werte nach der Modifizierung des Demisters berücksichtigt

einstreulosen Schweinehaltungsverfahren möglich ist. Bei den insgesamt sechs Messungen von PM 10 lag der Abscheidegrad zwischen 72,4% und 88,6%, für die sechs Messungen von PM 2,5 wurden Abscheidegrade zwischen 68,4% und 83,1% ermittelt.

Aufgrund der zu Messbeginn mangelnden Abschlammung von sedimentierten Stoffen wurden zwei Staubbilanzen durchgeführt. Dabei wurde das gesamte abgeschlammte Wasser gesammelt und auf die Feststoffe abzüglich des Ammoniumsulfats hin untersucht.

Die Staubbilanz im Winter 2010 ergab, dass die Abschlammung nun hinreichend große Mengen an Feststoffen aus dem System entfernte.

## Ammoniak

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

Tabelle 2 und Bild 2 (Seite 8) zeigen ausgewählte Tagesmittelwerte bzw. Halbstundenmittelwerte der Ammoniakkonzentration, die typisch für den Messzeitraum sind. Während der Sommer- und Wintermessungen schwankten die Rohgaswerte zwischen 5 und 18 mg/m³. Durch die Abluftreinigungsanlage konnte die Konzentration dauerhaft auf < 1,9 mg/m³ gesenkt werden.

Die Ammoniakabscheidung betrug beispielsweise im Zeitraum vom 31.8.2009 bis zum 18.9.2009 über 80% (siehe Bild 2, Seite 8). Im Durchschnitt beträgt die Abscheidewirkungsgrad aller Sommer- und Wintermessungen 86%. Eine wirkungsvolle Ammoniakabscheidung bei einstreulosen Schweinehaltungsverfahren und ordnungsgemäßem Betrieb ist bei den beschriebenen Betriebsbedingungen mit großen Schwankungsbreiten sichergestellt. Zur Überprüfung der Ammoniakkonzentration in der Stallluft wurden bei regelmäßigen Begehungen Messungen im Stall auf Tierhöhe durchgeführt. Bezogen auf die Schweinehaltungsverordnung wurden dabei keine überhöhten Ammoniakkonzentrationen festgestellt.

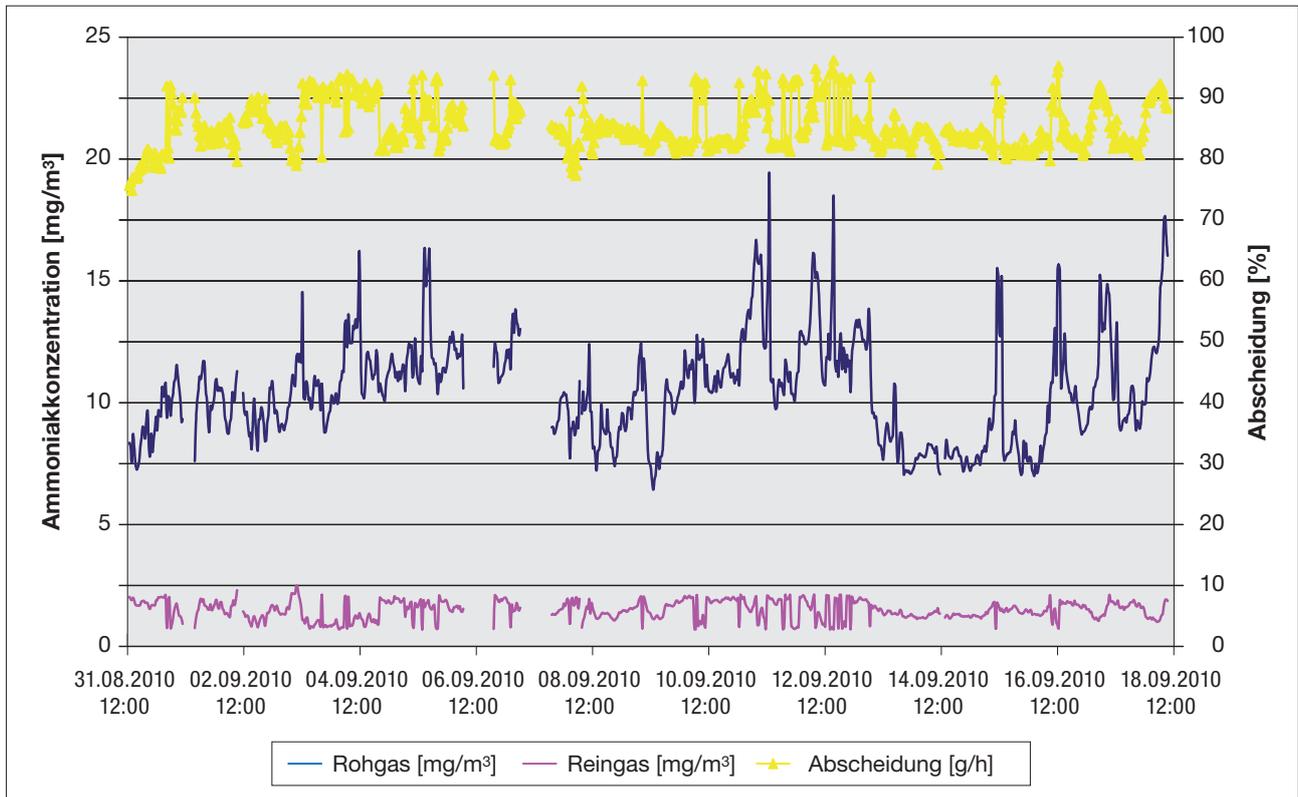


Bild 2:  
Verlauf der Ammoniakkonzentrationen im Roh- und Reingas und des Abscheidegrades zwischen dem 31.08.2009 und dem 18.09.2009

## Stickstoff-Bilanz

Die Stickstoffabscheidung der Abluftreinigungsanlage wurde über eine N-Bilanzierung unter Berücksichtigung der Ammoniakfrachten (Roh- und Reingas), des Aerosolaustrages (Reingas), der im Roh- und Reingas enthaltenen Stickoxide sowie der im Waschwasser gelösten Stickstoffverbindungen jeweils zweiwöchig während der Sommermessung und der Wintermessung verifiziert (Bild 3, Seite 9). Das bedeutet, dass der durch die Abluftreinigungsanlage abgeschiedene Stickstoff nachgewiesen wurde. Eine Bilanzierung der Ströme des Stickstoffs innerhalb der Anlage ist deshalb wichtig, weil

- alle relevanten Stickstoffverbindungen und deren Verbleib nachgewiesen wird.
- festgestellt wird, ob in der Anlage klimarelevante Gase wie NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub> entstehen. Dies würde ein Anlagenbetrieb zur Emissionsminderung ad absurdum führen.

- bei biologischen System zur Nitrifikation etwaige Fehlfunktionen erkannt und behoben werden können.
- der Stickstoffgehalt des Abschlammwassers bekannt und deren Düngewert quantifiziert wird.

Gemäß dem DLG-Prüfrahmen muss die Wiederfindungsrate des Stickstoffs innerhalb der Stickstoffbilanz während der Sommer- und Wintermessung jeweils > 70% betragen. Die Wiederfindungsrate aus den in Abbildung 4 ersichtlichen Frachten ergab sich in der Sommermessung 2009 zu 112% ± 19,0% und in der Wintermessung zu 101% ± 17,0%. Diese Gesamt-Messunsicherheit beinhaltet die Messunsicherheiten gaseitig von 8,6% und wasserseitig von 8,2%.

## Verbrauchswerte

### Wasserverbrauch

Abgeschlammtes Waschwasser sowie verdunstetes Wasser muss

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

Der Frischwasserverbrauch wurde im Messzeitraum über einen Wasserdurchflusszähler ermittelt. Die Auswertung der einzelnen Zählerstände ergab für die Sommermessung einen durchschnittlichen Verbrauch von 1.200 l pro Mastplatz und Jahr und für die Wintermessung wurde 291 l pro Mastplatz und Jahr festgestellt.

Für das Abschlammvolumen ergab sich während der Sommermessung ein Wert von durchschnittlich 139 l pro Mastplatz und Jahr und für die Wintermessung wurde 165 l pro Mastplatz und Jahr festgestellt.

### Verbrauch an elektrischer Energie

Die mit Abstand größten Verbraucher des Abluftreinigungssystems sind die Berieselungspumpen (quasikontinuierlich betriebene

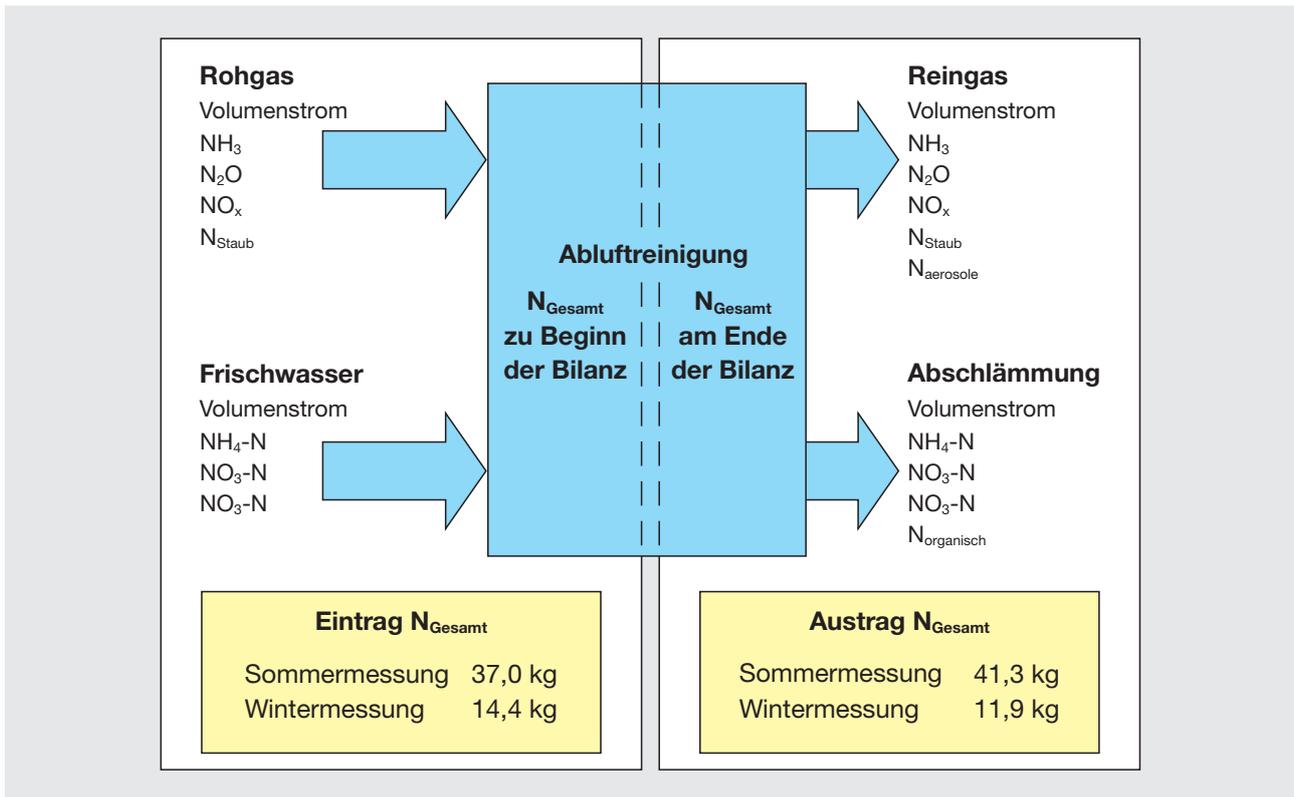


Bild 3:  
In- und Output-Stickstoffströme der Stickstoffbilanz

Umwälzpumpen) sowie die Ventilatoren, welche aufgrund des Druckverlustes des Abluftreinigungssystems größer dimensioniert sein müssen als bei reiner Stalllüftung. Im Mittel wurden während des gesamten Messzeitraums (Sommer und Winter) folgende Werte aufgezeichnet:

*Abluftreinigung (Gesamt):*  
75,5 kWh/Mastplatz und Jahr

*Ventilatoren (Gesamt):*  
96,6 kWh/Mastplatz und Jahr

*Sonstige Verbrauchswerte*

Zur Gewährleistung des pH-Wertes < 3 wird an der Anlage eine automatische Säuredosierung zur pH-Wert-Regelung bereitgestellt. Während der Messungen ergab sich zur festgestellten Ammoniakabscheidung von durchschnittlich 86,0% ein sommerlicher Säureverbrauch von 12,77 kg pro Mastplatz und Jahr gemessen und im Winter wurde 3,69 kg pro Mastplatz und Jahr festgestellt.

### Betriebssicherheit und Haltbarkeit

Im Prüfungszeitraum wurden an der Anlagentechnik mehrmals Veränderungen an der Anlagenkonfiguration. Im jetzigen Entwicklungsstand ist die Betriebssicherheit unter Einhaltung der Wartungsintervalle gegeben.

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

### Dokumentation

Die aufgezeichneten Daten des elektronischen Betriebstagebuchs sind in Übersicht 3 (siehe Seite 10) aufgeführt.

Die Speicherzeit muss mindestens 5 Jahre betragen.

### 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 ist die Handhabung der Anlage als einfach anzusehen, da die Abluftreinigungsanlage im Regelbetrieb vollautomatisch läuft und lediglich eine tägliche Kontrolle der Betriebsdaten am Controller durchzuführen ist.

Bei Fehlermeldungen der Steuerung sind in der Bedienungsanleitung jeweils Anweisungen zur Kontrolle der jeweiligen Anlagenteile beschrieben.

Jedweder Eingriff des Betreibers in die Anlagenkonfiguration wird, sofern überhaupt möglich, im elektronischen Betriebsprotokoll automatisch vermerkt und hilft dem Betreiber bei der Rückverfolgung von Änderungen. Zur Vereinfachung der Handhabung und zur Verringerung

Übersicht 3:

Erfüllung der Anforderungen an das elektronische Betriebstagebuch der Abluftreinigungsanlage

	voll erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt	Bemerkungen
<b>Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage</b>	X			Elektronische Differenzdrucksensoren vor und hinter der Abluftreinigung und über den Tropfenabscheider mit Alarmauslösung und Speicherung des Alarms in der Steuerung
<b>Luftdurchsatz</b>	X			Aufzeichnung und Speicherung des Luftvolumenstroms erfolgt in m³/h
<b>Pumpenlaufzeit/Bedüsung</b>	X			Es erfolgt die Aufzeichnung des stündlichen Durchflusses der Düsenstöcke je Sprühturm [l/h].
<b>Pumpendruck</b>	X			Der Pumpendruck wird stündlich aufgezeichnet.
<b>Füllstand der Waschwasseraufbereitung</b>	X			Der Füllstand der Waschwasseraufbereitung wird stündlich aufgezeichnet.
<b>pH-Wert</b>	X			stündliche Aufzeichnung des pH-Wertes
<b>Füllstand der Säurebereitstellung</b>	X			Der Füllstand der Säurebereitstellung wird stündlich aufgezeichnet.
<b>Kalibrierung pH-Sonde</b>	X			Die Kalibrierung der pH-Sonde erfolgt durch den Servicetechniker im Rahmen des Rahmenvertrages alle vier Monate
<b>Gesamtfrischwasserverbrauch des Wäschers</b>	X			Der Frischwasserverbrauch wird mithilfe eines Wasserzählers mit Impulsgeber im elektronischen Betriebstagebuch protokolliert.
<b>Abgeschlammte Wassermenge und Verbleib</b>	X			Die Abschlammung wird mithilfe eines Wasserzählers mit Impulsgeber im elektronischen Betriebstagebuch protokolliert.
<b>Sprühbildkontrolle</b>	X			Bei Abnahme des Wasserdurchflusses durch die Düsenstöcke können Veränderungen des Düsenzustandes erkannt werden.
<b>Wartungs- und Reparaturzeiten</b>		X		Tägliche und wöchentliche Wartungen bzw. Kontrollen müssen im Betriebsbuch vermerkt werden.

des Arbeitszeitbedarfs wird empfohlen, einen Wartungsvertrag mit dem Hersteller abzuschließen.

Der Füllstand der Schwefelsäurevorlage wird über einen Sensor erfasst und kann im Controller abgelesen werden.

### **Wartungsaufwand**

Bei Abschluss des Wartungsvertrages werden jährlich zwei Wartungen im halbjährlichen Rhythmus durch den Hersteller durchgeführt. Hierbei werden alle Messgeräte, Ventile und Pumpen überprüft und die Messgeräte neu kalibriert. Defekte Teile werden kostenpflichtig ausgetauscht. Ebenso erfolgen eine Kontrolle des Demisters und eine Sichtkontrolle der Gesamtanlage. Bei Bedarf kann eine kostenpflichtige Reinigung der Anlage durch den Hersteller durchgeführt werden.

Bei den täglichen Kontrollgängen ist die Steuerung zu kontrollieren und eventuelle Störungen müssen sofort behoben werden. Dabei sind insbesondere die Kontrollen des pH-Werts und der Leitfähigkeit des Prozesswassers, die Füllstände der Schwefelsäurevorlage und des Entschäumers und die Druckerhöhung durch den Tropfenabscheider wichtig. Bei Fehlermeldungen der Anlagensteuerung sind gemäß Bedienungshandbuch gesonderte Kontrollen durchzuführen.

### **Betriebsanleitung**

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

Das elektronische Betriebstagebuch inklusive des elektronischen Betriebsprotokolls ermöglicht eine lückenlose Aufzeichnung der für den sicheren Anlagenbetrieb erforderlichen Daten. Die Aufzeichnung erfolgt automatisch und die Daten werden über 5 Jahre gespeichert.

### **Umweltsicherheit**

Das abgeschlammte Wasser muss in einem separatem Abschlammbehälter mit einer Mindestlagerzeit von 6 Monaten zwischengelagert werden.

Der Abschlammbehälter muss für das Abschlammwasser (pH-Wert < 3) geeignet sein.

Unmittelbar vor der Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen kann das Abschlammwasser außerhalb des Stalles mit Flüssigmist gemischt werden.

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

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

### **Sicherheitsaspekte**

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

Die beschriebene Anlage HelixX der Firma Big Dutchman wurde durch die Deutsche Zertifizierungs- und Prüfstelle für Land- und Forsttechnik (DPLF) begutachtet. Gegen die Verwendung der Anlage bestehen aus arbeitssicherheitstechnischer Sicht keine Bedenken.

### **Gewährleistung**

Der Hersteller gibt eine Herstellergarantie von zwei Jahren auf die Abluftreinigungsanlage.

Die Garantie setzt den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage voraus, welches auch die korrekte Führung des Betriebstagebuches und die Durchführung der Wartungsarbeiten durch den Betreiber beinhaltet.

### **Umfrageergebnis**

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

Die Prüfung wurde gemäß dem DLG-Prüfrahmen „Abluftreinigungssysteme für Tierhaltungsanlagen“ (Stand 06/2009) durchgeführt.

Die Messungen wurden an einer Referenzanlage bei Schüttorf durchgeführt, die Prüfungsdauer betrug insgesamt 16 Monate.

## Prüfungsdurchführung

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

## Labor- und Emissionsmessungen

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

## Praktischer Einsatz

Landwirtschaftlicher Hof  
van Bebber, Schüttorfer Straße 7,  
48465 Samern

## Berichterstatter

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

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

## DLG-Prüfungskommission für Abluftreinigungstechnik

*prüfungsbegleitend:*

Friedrich Arends,  
LWK Niedersachsen

Dr. Jochen Hahne,  
vTI Braunschweig

*beratend:*

Andreas Schlichting,  
TÜV Nord Hamburg

Gerd Franke, LLH Kassel

Ewald Grimm, KTBL Darmstadt

Prof. Dr. Eberhard Hartung, Uni Kiel

Peter Seeger, Landwirt,  
Nieder-Klingen

Vertreter des Landkreises  
Cloppenburg (Verwaltungsvollzug)

## Herausgegeben

mit Förderung durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und Verbraucherschutz



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

08-418  
September 2010  
© DLG



DLG e.V. – Testzentrum Technik und Betriebsmittel

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

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