

DLG-Prüfbericht 7226

Big Dutchman International GmbH

Zweistufige Abluft- reinigungsanlage PURO

für die einstreulose Schweinehaltung



GESAMT-PRÜFUNG
BIG DUTCHMAN
ABLÜFTREINIGUNGS-
ANLAGE PURO
DLG-Prüfbericht 7226



Überblick

Ein Prüfzeichen „DLG-ANERKANNT GESAMTPRÜFUNG“ wird für landtechnische Produkte verliehen, die eine umfassende Gebrauchswertprüfung der DLG nach unabhängigen und anerkannten Bewertungskriterien erfolgreich absolviert haben. In dieser Prüfung werden neutral alle aus Sicht des Praktikers wesentlichen Merkmale eines Produkts bewertet.

Die Prüfung umfasst Untersuchungen auf Prüfständen und unter verschiedenen Einsatzbedingungen, zusätzlich muss sich der Prüfgegenstand bei der praktischen Erprobung im Einsatzbetrieb bewähren. Die Prüfbedingungen und -verfahren wie auch die Bewertung der Prüfergebnisse werden von einer unabhängigen Prüfungskommission in einem Prüfrahen 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, das fünf Jahre ab dem Vergabedatum gültig ist.

Zur Erlangung des Prüfzeichens wurden die Abluftreinigungsanlage PURO auf Ihre 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, Stickstoff und Staub zu jeweils mindestens 70 % oder mehr sowie eine Geruchsminderung auf unter 300 Geruchseinheiten pro Kubikmeter Reingas ohne Rohgasgeruch im Reingas. Die Erst-Prüfung dieses Verfahrens fand bereits im Jahr 2009/2010 statt. Im Jahr 2019/2020 wurde eine Nachprüfung durchgeführt, da der Zertifikatsinhaber umfirmiert hat und neben einer biologischen noch eine chemische Waschstufe anerkannt werden soll.



GESAMT-PRÜFUNG
BIG DUTCHMAN
ABLUF TREINIGUNGS-
ANLAGE PURO

DLG-Prüfbericht 7226

Beurteilung – kurz gefasst

Die Abluftreinigungsanlage PURO der Firma Big Dutchman ist ein zweistufiger, chemisch-biologisch arbeitender Abluftwäscher zur Abscheidung von Staub, Ammoniak und Geruch in der einstreulosen Schweinehaltung mit Oberflur-Entlüftung. Nach einer ersten, sauren Waschstufe mit pH 3,3 gelangt die Abluft über einen Tropfenabscheider in die biologische Reinigungsstufe.

In der chemisch arbeitenden Reinigungsstufe werden hauptsächlich Gesamt- und Feinstaub, sowie Ammoniak abgeschieden. Der Tropfenabscheider verhindert ein Austreten von größeren Wassertröpfchen (Aerosolen) in die nächste Stufe. Dort befindet sich die biologische Stufe, die Geruchsstoffkonzentrationen im Abluftstrom reduziert.

In der Prüfung erreichte die Abluftreinigungsanlage PURO im Winter einen Mindestabscheidegrad von 92,4 % beim Feinstaub PM_{2,5} und 70,2 % beim

Feinstaub PM₁₀. Beim Gesamtstaub wurden im Sommer mindestens 73,4 % und im Winter mindestens 77,6 % abgeschieden. Nach der chemischen Waschstufe wurden im Sommer mindestens 77,4 % und im Winter mindestens 84,4 % Ammoniak abgeschieden, während Stickstoff im Winter zu 74,1 % zurückgehalten wurde. Sofern das Berieselungswasser der Biostufe abweichend zur beschriebenen Betriebsweise separat ausgeschleust und verwertet und zusätzlich die Frischwassereinspeisung in der Biostufe auf maximal 20 % der Gesamtfrischwasserzugabe begrenzt wird, kann ein Mindestabscheidegrad für Ammoniak nach der Biostufe von 86,7 % (Winter) bzw. 86,3 % (Sommer) anerkannt werden. Im ordnungsgemäßen Betrieb wurden immer weniger als 300 GE/m³ gemessen und kein Rohgas im Reingas wahrgenommen.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1:

Ergebnisse der Abluftreinigungsanlage PURO im Überblick

PRÜFKRITERIUM	ERGEBNIS	Bewertung*
Ergebnisse der Emissionsmessungen		
Gesamtstaub (gravimetrisch) ^[1]		
Sommer (2 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] ^{[2], [3]}	73,4	■ ■ ■
Winter (2 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] ^{[2], [3]}	77,6	■ ■ ■
Feinstaub PM₁₀ (gravimetrisch) ^[4]		
Winter (2 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] ^[2]	70,2	■ ■ ■
Feinstaub PM_{2,5} (gravimetrisch)		
Winter (2 Messungen), Mindestabscheidegrad [%] ^[2]	92,4	k.B.
Ammoniak (jeweils 4 Wochen kontinuierlich gemessen)		
Sommer		
Mindestabscheidegrad [%] ^[2]	77,4	■ ■ ■
Winter		
Mindestabscheidegrad [%] ^[2]	84,4	■ ■ ■ ■
N-Entfrachtung ^[5]		
Winter [%]	74,1	■ ■ ■
Geruch		
Sommer (2 Messungen)	< 300 GE/m ³ und k.R.w.	✓
Winter (2 Messungen)	< 300 GE/m ³ und k.R.w.	✓
Verbrauchsmessungen (Mittelwerte pro Tag bzw. pro Tierplatz und Jahr) ^[6]		
Frischwasserverbrauch gesamt		
Sommer [m ³ /d] / [m ³ /(TP · a)]	3,2 / 1,06	k.B.
Winter [m ³ /d] / [m ³ /(TP · a)]	1,4 / 0,47	k.B.
Jahresmittel [m ³ /d] / [m ³ /(TP · a)]	2,3 / 0,77	k.B.
Abschlämmvolumen (leitfähigkeitsgesteuert) ^[7]		
Sommer [m ³ /d] / [m ³ /(TP · a)]	0,33 / 0,110	k.B.
Winter [m ³ /d] / [m ³ /(TP · a)]	0,10 / 0,032	k.B.
Jahresmittel [m ³ /d] / [m ³ /(TP · a)]	0,22 / 0,071	k.B.
Säureverbrauch (bezogen auf 96 % Schwefelsäure)		
Sommer [kg/d] / [kg/(TP · a)]	32,6 / 10,85	k.B.
Winter [kg/d] / [kg/(TP · a)]	19,0 / 6,31	k.B.
Jahresmittel [kg/d] / [kg/(TP · a)]	25,8 / 8,58	k.B.
Elektrischer Energieverbrauch		
Abluftreinigung		
Sommer [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	77,7 / 25,8	k.B.
Winter [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	77,7 / 25,7	k.B.
Jahresmittel [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	77,7 / 25,8	k.B.
Ventilatoren		
Sommer [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	79,8 / 26,5	k.B.
Winter [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	43,1 / 14,3	k.B.
Jahresmittel [kWh/d] / [kWh/(TP · a)]	61,5 / 20,4	k.B.

k.B. = keine Bewertung

* Der DLG-Prüfrahmen gibt folgende Bewertungsmöglichkeiten vor: ■ ■ ■ oder besser = erfüllt, übertrifft oder übertrifft deutlich den festgelegten DLG-Standard, ■ ■ = genügt den gesetzlichen Anforderungen für die Marktfähigkeit, ■ = nicht bestanden
 Bewertungsbereich: Anforderung erfüllt (✓) / Anforderung nicht erfüllt (✗)

- [1] 2009 und 2010 wurden bereits vier Gesamtstaubmessungen durchgeführt. Die hier dargestellten Messwerte sind Werte aus der Nachprüfung 2019 und 2020.
- [2] Der Mindestabscheidegrad bezüglich Staub ist der niedrigste Wert, der im Messzeitraum ermittelt wurde. Der Mindestabscheidegrad bezüglich Ammoniak ist der gemittelte Abscheidegrad abzüglich der Standardabweichung.
- [3] Aufgrund begrenzter, technischer Möglichkeiten wurde der Gesamtstaub nur hinter dem Biofilter gemessen.
- [4] 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.
- [5] im Messzeitraum der Sommermessung wurde ein unplausibler Wert für den Wert der N-Entfrachtung erhalten. Ursache war vermutlich die vermehrte Bildung nitroser Gase durch die Rückführung des Wassers aus der Biostufe. Im Praxisbetrieb soll deshalb die Leitfähigkeit im Wasser der Biostufe auf 5 mS/cm begrenzt werden und bei höheren Leitwerten in einen externen Behälter abgepumpt werden.
- [6] Alle Jahresverbrauchsdaten beziehen sich auf eine Betriebsdauer 365 Tagen im Jahr, um einen Vergleich mit anderen Anlagen zu ermöglichen. Aufgrund von Service- und Ruhezeiten kann der Verbrauch in der Praxis geringer ausfallen.
- [7] Es wurde immer bei einer Leitfähigkeit von max. 250 mS/cm abgeschlämmt.

Das Produkt

Hersteller und Anmelder

Big Dutchman International GmbH
Auf der Lage 2,
49377 Vechta,
Deutschland

Kontakt:
www.bigdutchman.de
big@bigdutchman.de
Telefon +49 (0)4447-8010
Fax +49 (0)4447-801237

Produkt:
Zweistufige Abluftreinigungsanlage PURO

Zusätzlicher Vertrieb und Service

INNO+ BV,
Maasbreeseweg 50,
5981 NB Panningen
Niederlande

Kontakt:
Telefon +31 (0)77 465 7360
info@inno-plus.nl
www.inno-plussystems.com

Beschreibung und Technische Daten

Die Abluftreinigungsanlage PURO ist ein zweistufiges, chemisch-biologisch betriebenes System zur Reinigung von Ammoniak, Staub und Geruch aus den Ställen einstreuloser Schweinehaltung. Dieses System wird im Druckbetrieb gefahren und ist für die Absaugung oberflur entlüfteter Stallungen geeignet.

Die Abluft gelangt zunächst über eine Vorkammer in die chemische Stufe. Das angesäuerte Waschwasser wird hier mit pH 3,3 permanent im Kreis gefahren. Das Waschwasser wird aus dem Vorlagebecken abgepumpt und über den Füllkörpern verrieselt. In den Füllkörpern wird sowohl Staub als auch Ammoniak abgeschieden. Ammoniak reagiert hierbei zu Ammoniumsulfat und reichert sich als Salz im Waschwasser solange an, bis es durch Abschlammung aus dem System ausgeschleust wird. Im Anschluss an die chemische Reinigungsstufe wird die Abluft durch einen Tropfenabscheider gedrückt, der Wassertröpfchen zurückhalten soll. In der zweiten Stufe befindet sich eine 60 cm dicke Wurzelholzschüttung, welche Geruchsstoffe zurückhält. Die biologische Stufe beinhaltet auf dem Holz Mikroorganismen, die die Geruchsstoffe oxidieren. Nach dieser biologischen Stufe verlässt die gereinigte Abluft den Wäscher und verteilt sich in der Umgebung.

Die Abluftreinigungsanlage PURO arbeitet im Druckprinzip, d.h. die Ventilatoren befinden sich im Sammelkanal des Stalles und drücken die Abluft durch die Abluftreinigungsanlage. Die Ventilatoren werden synchron angesteuert, fördern also alle denselben Abluftstrom. Die Auslegung der Abluftreinigungsanlage darf eine maximale Filterflächenbelastung der Chemostufe von $2.930 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ nicht überschreiten.

Die Chemostufe hat keine separate Vorbedüsung. Das komplette Prozesswasser wird oben auf die Füllkörper aufgegeben und verteilt sich nach unten hin über die Oberfläche.

Die spezifische Oberfläche der Füllkörperpackung von $80 \text{ m}^2/\text{m}^3$ dient zur Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen Stallabluft und Prozesswasser zur wirksamen Abscheidung von Ammoniak und Staub. Reinluftseitig nach der ersten Waschwand ist ein Tropfenabscheider verbaut, der die Abscheidung von stickstoffhaltigen Aerosolen sicherstellt und Wasserverluste reduziert.

Pro Sektion (2,43 m Breite) sind acht Tangential-Vollkegeldüsen, also insgesamt 48 Stück gleichmäßig verbaut, die einen feinen Wassernebel auf die Filterwand aufbringen und so für die Berieselung der Füllkörper sorgen. Die Umwälzpumpen sind mit einem Frequenzumformer ausgestattet und können auf den erforderlichen Volumenstrom eingestellt werden. Um ein Eindringen von Störstoffen zu minimieren, ist saugseitig an jeder Pumpe ein Filter verbaut, der Partikel bis 2 mm zurückhalten soll.

Um ein Ansteigen des pH-Wertes im Prozesswasser während des Betriebes zu verhindern, wird bei Überschreiten des maximal erlaubten pH-Wertes über eine Säuredosiertechnik Säure zur Absenkung des pH-Wertes zudosiert. Für einen ordnungsgemäßen Betrieb muss Säure in ausreichender Menge vorgehalten werden. Eine dauerhafte Säureversorgung muss sichergestellt sein.

Im Gegensatz zu biologisch arbeitenden Abluftreinigungsanlagen ist bei chemisch arbeitenden Systemen eine deutlich höhere Aufsatzung möglich. Sowohl in der Sommer- als auch in der Wintermessung wurde jeweils bei einer Leitfähigkeit von 250 mS/cm ein Teil des Prozesswassers abgeschlämmt und in einen externen Behälter gepumpt. Es erfolgt eine automatische Abschlämmung über eine Tauchpumpe, sobald dieser Leitwert erreicht wird. Die Waschwasserwanne wird anschließend über eine automatisch arbeitende Frischwassereinspeisung bis zum Normfüllstand aufgefüllt.

Da es durch den Wäscherbetrieb auch zu erhöhten Wasserverdunstungen kommt, werden beide Verbrauchswerte (Frischwasser, Abschlämmung) im EBTB aufgezeichnet. Die Kontrolle des Wasserstandes wird mittels eines elektronischen Füllstandsensors durchgeführt, der eine Alarmmeldung an die SPS weiterleitet. Ein zusätzlich eingebauter Schwimmerschalter schützt die eingesetzten Umwälzpumpen vor dem Trockenlaufen.

Die nachgeschaltete biologische Reinigungsstufe besteht aus gerissenem Wurzelholz mit einer Schichtdicke von 0,6 m, welche in einem Rahmengerüst bis auf eine Höhe von 3,17 m aufgefüllt ist. Dieses Wurzelholz wird in Abhängigkeit von Stall- und Umgebungsbedingungen zyklisch mit Düsen befeuchtet, die Frischwasser auf die Biostufe aufbringen.

Die Leitfähigkeit der biologischen Stufe wird permanent gemessen und im EBTB gespeichert. Bis zu einem Leitwert von 5 mS/cm kann das Wasser in das Vorlagebecken der Chemostufe zurückgeführt werden. Bei höheren Leitwerten muss das Wasser in einen externen Behälter abgepumpt werden, um Bildung von nitrosen Gasen zu verhindern.

Zur Sicherstellung der in Tabelle 1 beschriebenen Abscheideleistungen ist es erforderlich, dass die Abluftreinigungsanlage kontinuierlich betrieben wird.

In Bild 2 ist das Verfahren schematisch dargestellt. Wichtige verfahrenstechnische Parameter sind Tabelle 2 zu entnehmen.

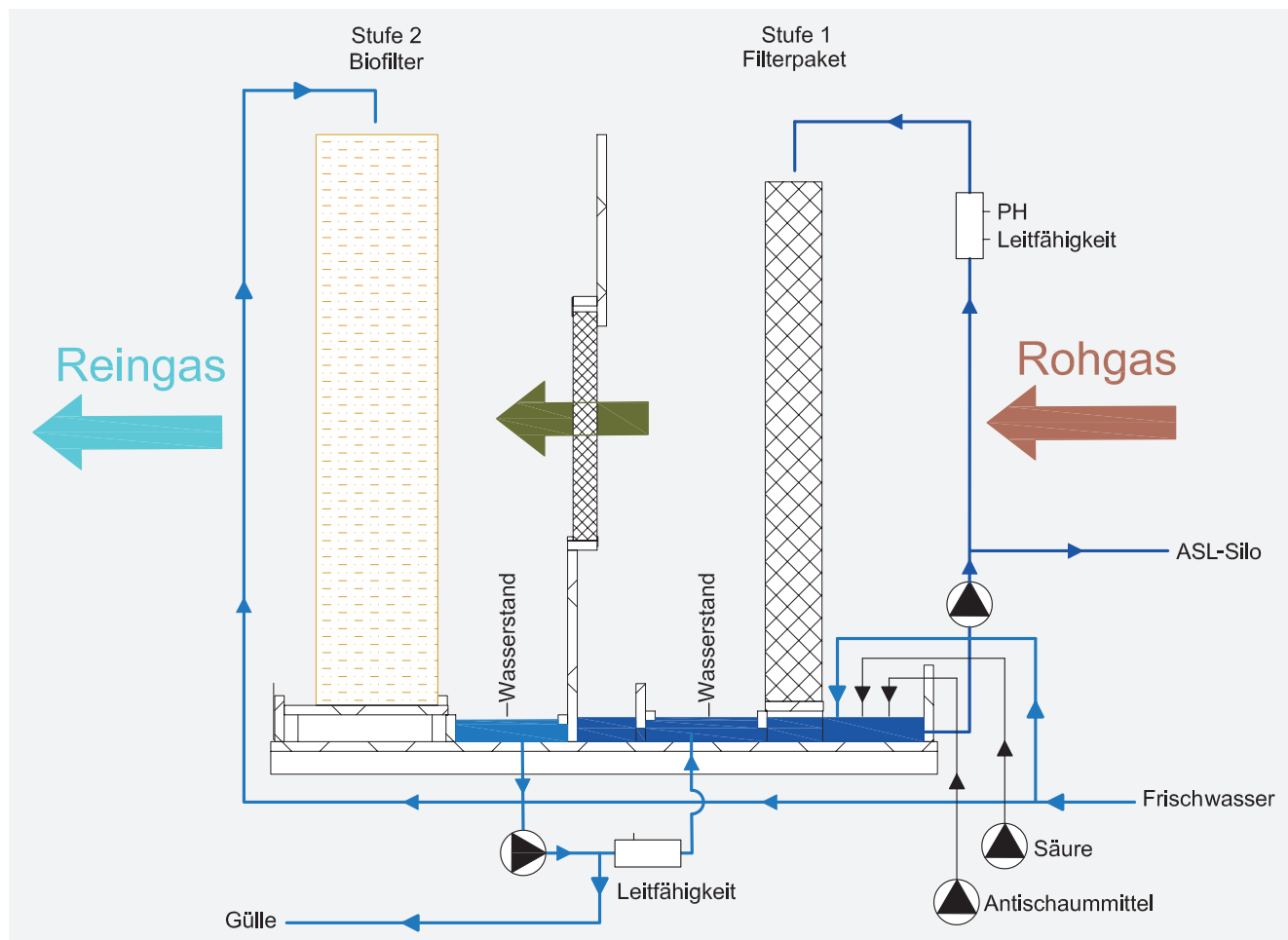


Bild 2:
Funktionsbeschreibung PURO (Prinzipskizze)

Gewährleistung

Der Hersteller gibt eine Garantie von einem Jahr, welche den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage voraussetzt. Auf alle Anlagenteile, die keinem normalen Verschleiß unterliegen, wird eine Gewährleistung von zwei Jahren gegeben.

Die Installation und Wartung muss durch den Hersteller oder einer von ihm autorisierten Fachfirma erfolgen.

Tabelle 2:

Verfahrenstechnische Parameter der Abluftreinigungsanlage PURO

Merkmal	Ergebnis/Wert
Beschreibung	chemisch und biologisch arbeitendes System mit kontinuierlicher Befeuchtung
Eignung	Reinigung von Abluft aus der einstreulosen Schweinehaltung durch Minderung von Geruch, Staub und Ammoniak
Dimensionierungsparameter Referenzanlage nach Herstellerangaben an 6 Sektionen	
Füllkörper/Chemostufe	
Filterlänge/Filterhöhe/Filterdicke [m/m/m]	14,58/2,65/0,30
Anzahl der Tangential-Vollkegeldüsen	48
Anströmfläche [m ²]/Filtervolumen [m ³]	38,64/11,59
minimale Verweilzeit bei Sommerluftstraten [sek]	0,37
maximale Anströmgeschwindigkeit [m/sek]	0,81
maximale Filterflächenbelastung [m ³ /(m ² ·h)]	2.930
maximale Filtervolumenbelastung [m ³ /(m ³ ·h)]	9.775
Berieselungsdichte [m ³ /(m ² ·h)]	2,07
Abstand Filterwand – Tropfenabscheider [m]	0,878
Tropfenabscheider	
Filterlänge/Filterhöhe/Filterdicke [m/m/m]	14,76/1,12/0,12
Anströmfläche [m ²]/Filtervolumen [m ³]	16,5/1,98
minimale Verweilzeit bei Sommerluftstraten [sek]	0,06
maximale Anströmgeschwindigkeit [m/sek]	1,91
maximale Filterflächenbelastung [m ³ /(m ² ·h)]	6.870
maximale Filtervolumenbelastung [m ³ /(m ³ ·h)]	57.220
Abstand Tropfenabscheider – Biofilter [m]	0,658
Wurzelholz/Biostufe	
Filterlänge/Filterhöhe/Filterdicke [m/m/m]	14,58/3,05/0,60
Anströmfläche [m ²]/Filtervolumen [m ³]	44,47/26,68
minimale Verweilzeit bei Sommerluftstraten [sek]	0,71
maximale Anströmgeschwindigkeit [m/sek]	0,85
maximale Filterflächenbelastung [m ³ /(m ² ·h)]	2.550
maximale Filtervolumenbelastung [m ³ /(m ³ ·h)]	4.250
Abschlammung Chemostufe	
Fassungsvermögen Wasserspeicher [m ³]	7,57
Abschlammrate am Referenzbetrieb Sommer/Winter [m ³ /d]	0,33/0,10
Abschlammrate am Referenzbetrieb Sommer/Winter [m ³ /(TP·a)]	0,110/0,032
pH-Wert im Umlaufwasser [-]	3,3
maximale Leitfähigkeit im Umlaufwasser [mS/cm]	250

Merkmal	Ergebnis /Wert/Bewertung*
Abschlammung Biostufe^[1]	
Fassungsvermögen Wasserspeicher [m ³]	6,15
maximale Leitfähigkeit im Umlaufwasser [mS/cm]	5
Referenzbetrieb für durchgeführte Messungen (Mastschweinebetrieb, einstreulos, abteilweise Rein-Raus-Verfahren)	
Tierplätze [Anzahl]	1.250
Einstallgewicht [kg]	40
Ausstallgewicht [kg]	120
maximale Sommerlufrate gemäß DIN 18910 [m ³ /h]	98.750
max. inst. Abluftrate der Abluftreinigungsanlage bei 135 Pa [m ³ /h]	99.250
maximaler Druckverlust ARA bei 97.000 m ³ /h [Pa] ^[2]	43
maximaler Druckverlust Biostufe bei 97.000 m ³ /h [Pa] ^[2]	30
maximaler Druckverlust Stall+ARA bei 97.000 m ³ /h [Pa]	73
Anzahl der Lüfter [Stck]	5
Nutzungsdauer des Biofiltermaterials [Monate]	60
Betriebsverhalten	
Technische Betriebssicherheit	
Während den Versuchsperioden konnten keine nennenswerten Störungen festgestellt werden. Die Ansteuerung der Ventilatoren muss synchron erfolgen. ^[3]	✓
Haltbarkeit	
Während des Untersuchungszeitraumes wurde kein nennenswerter Verschleiß festgestellt.	k.B.
Handhabung	
Betriebsanleitung	
Die Betriebsanleitung ist ausführlich und übersichtlich aufgebaut. Durchzuführende Wartungsarbeiten sowie die automatische Steuerung werden gut beschrieben.	✓
Bedienung	
Die Anlage läuft im bestimmungsgemäßem Betrieb vollautomatisch. Der Anlagenbetreiber muss die Anlagensteuerung täglich kontrollieren. Die Anlage muss kontinuierlich betrieben werden.	✓
Wartung	
Ein Wartungsvertrag zwischen Hersteller und Anlagenbetreiber wird seitens des Herstellers dringend empfohlen. Die Wartung soll mindestens zweimal im Jahr durchgeführt werden. Sie beinhaltet im Wesentlichen die Kalibrierung der eingesetzten Messtechnik und die Kontrolle des Sprühbildes der Füllkörperpackung. Neben der täglichen Kontrolle der Anlagensteuerung sind wöchentliche Sichtkontrollen durchzuführen. Diese Kontrollen sind zu dokumentieren.	k.B.
Reinigung der gesamten Anlage	
Die Anlage ist mit einer Störmeldung ausgerüstet, die dem Anlagenbetreiber mitteilt, wann die Füllkörperpackung zu reinigen ist. Die Reinigung wird erforderlich, wenn ein Druckverlust von 70 Pa über die Abluftreinigungsanlage aufgezeichnet wird.	k.B.

(Fortsetzung nächste Seite)

k.B. = keine Bewertung

* Bewertungsbereich: Anforderung erfüllt (✓) / Anforderung nicht erfüllt (✗)

- [1] An der Referenzanlage wurde das Wasser aus der Biostufe permanent in die chemische Stufe überführt, so dass keine Abschlammung aus der Biostufe festgestellt werden konnte. Das dargestellte Fassungsvermögen des Wasserspeichers beinhaltet nur ein oberirdisch installiertes Wasservorlagebecken, welches je nach Tierzahl bzw. Anzahl an Sektionen ausgelegt wird.
- [2] Der Filterdruckverlust kann in Abhängigkeit von der Betriebsdauer des Filtermaterials und dem Staubeintrag deutlich schwanken. Der Druckverlust der ARA enthält neben der Filterwand und dem Tropfenabscheider auch die Biostufe.
- [3] Die Verwendung und Verwertung des Wassers aus der Biostufe ist auf Seite 5 beschrieben.

Tabelle 2:

Verfahrenstechnische Parameter der Abluftreinigungsanlage PURO

(Fortsetzung von Seite 7)

Merkmal	Bewertung*
Füllkörperwechsel	
Laut Hersteller ist bei einem ordnungsgemäßen Betrieb und dem regelmäßigem Durchführen der notwendigen Wartungsarbeiten kein Wechsel des Füllkörpermaterials notwendig. Das Material des Biofilters ist alle 60 Monate auszutauschen.	k.B.
Arbeitszeitbedarf (Herstellerangaben)	
tägliche Kontrollen	
ca. 15 Minuten	k.B.
wöchentliche Kontrollen	
ca. 30 Minuten	k.B.
Reinigung der gesamten Anlage	
ca. 6 Arbeitszeitstunden, jährlich gefordert	k.B.
Dokumentation	
Technische Dokumentation	
Anforderungen erfüllt	✓
Elektronisches Betriebstagebuch	
Anforderungen erfüllt	✓
Sicherheit	
Maschinen- und Anlagensicherheit	
Bestätigt durch einen anerkannten Gutachter für Arbeitssicherheit	k.B.
Feuersicherheit	
Ein Brandschutzkonzept ist von Betreiber im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens für den Gesamtstall zu erstellen.	k.B.
Umweltsicherheit	
Das Waschwasser muss in einem dafür vorgesehenen Lagerbehälter gemäß AwSV zwischengelagert werden. Eine pflanzenbedarfsgerechte Verwertung des Waschwassers ist empfehlenswert. Der Nachweis der ordnungsgemäßen Verwertung erfolgt durch den Anlagenbetreiber. Die Entsorgung sonstiger Anlagenteile wird durch anerkannte Verwertungsbetriebe durchgeführt.	k.B.
Gewährleistung	
Herstellergarantie	
1 Jahr Garantie, danach 1 Jahr Gewährleistung auf alle Anlagenteile, die keinem normalen Verschleiß unterliegen	k.B.

k.B. = keine Bewertung

* Bewertungsbereich: Anforderung erfüllt (✓) / Anforderung nicht erfüllt (✗)

Die Methode

Die ersten DLG-Messungen dieses Verfahrens wurden 2009 an einer Referenzanlage in Niedersachsen durchgeführt, wobei die Referenzanlage mit zwei biologischen Reinigungsstufen betrieben wurde. Die Prüfung umfasste eine Sommer- und eine Wintermessung (Prüfbericht 6220).

Aufgrund der Umfirmierung des Anmelders und einiger verfahrenstechnischer Änderungen wurde 2019 eine Nachmessung beantragt, die an einer Referenzanlage in Vechta durchgeführt wurde. Hier wurden 1250 Mastschweine auf Spaltenboden 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 Maximal- Luftfrate sollte daraus abgeleitet bei kontinuierlicher (abteilweise Rein/Raus) Mast 98.750 m^3/h bei einer Druckdifferenz von $< 135 \text{ Pa}$ (Auslegung gemäß Hersteller) betragen. Berechnungsgrundlage für die Auslegung ist ein maximaler Luftvolumenstrom von $79 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{Tier})$ bei abteilweise Rein/Raus-Betrieb. Somit ist die Abluftreinigungsanlage PURO für den Druckbetrieb zugelassen.

Die Messungen fanden von September bis Oktober 2019 (Sommermessung) und von November bis Dezember 2019 (Wintermessung) statt. Aufgrund der bereits vorliegenden Messungen aus den Jahren 2009 und 2010, die an einer vergleichbaren Anlage durchgeführt wurden (Prüfbericht 6220), wurde in einem gemeinsamen Beschluss der DLG-Prüfungskommission ein reduziertes Messprogramm von jeweils 4 Wochen festgelegt.

Zur Beurteilung der Abluftreinigungsanlage wurden folgende Parameter herangezogen:

Staub

Die Probenahme erfolgte nach VDI-Richtlinie 2066, Blatt 1 und nach DIN EN 13284-1. Hierzu wurde ein isokinetisches Probenahmesystem nach Paul Gothe mit Planfilterkopfgerät ($\text{Ø } 50 \text{ mm}$) installiert. Als Abscheidemedium wurde ein Rundfilter aus Glasfaser mit $\text{Ø } 45 \text{ mm}$ ausgewählt.

Die Feinstaubbestimmung (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$) erfolgte nach VDI-Richtlinie 2066, Blatt 10 und nach DIN EN

ISO 23210. Es wurde ein Kaskadenimpaktor Johnas II nach Paul Gothe mit drei Planfiltern ($\text{Ø } 50 \text{ mm}$) eingesetzt. Als Abscheidemedium wurde wieder ein Rundfilter aus Glasfaser, jedoch mit einem Filterdurchmesser von 50 mm , eingesetzt. Die Auswertung erfolgte über die gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung.

Nach DLG-Prüfrahmen darf ein Abscheidegrad von 70 % nicht unterschritten werden. Dies gilt für alle Gesamtstaub- und Feinstaubmessungen (PM_{10} -Fraktion). Als Mindestabscheidegrad wird die kleinste Abscheideleistung anerkannt, die sich aus allen durchgeführten Messungen an den Messtagen ergibt.

Ammoniak

Die Ammoniakmessungen im Roh- und Reingassbereich erfolgten über den gesamten Untersuchungszeitraum kontinuierlich mittels FTIR-Spektroskopie in Anlehnung an die KTBL-Schrift 401 und die DIN EN 15483, wobei die Messungen mit einer Messzelle durchgeführt wurden. Um Kondensation in den gasführenden PTFE-Leitungen zu vermeiden, wurden die Messgasleitungen auf der Reingassseite auf ihrer Gesamtlänge beheizt.

Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf gemessene Werte. Sofern in der Abluft einer Abluftreinigungsanlage weniger als 1,0 ppm gemessen wird, wird dieser Wert auf 1,0 angehoben. Dies hat seine Begründung in der Messunsicherheit des eingesetzten Messgerätes. Unterhalb diesen Wertes ist eine sichere Messung nicht quantifizierbar.

Zum Nachweis der Einhaltung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (max. 20 ppm NH_3 im Tierbereich) wurden bei regelmäßigen Begehungen Messungen im Stall auf Tierhöhe mittels Dräger Prüfröhrchen durchgeführt.

Nach den Bewertungskriterien des DLG-Prüfrahmens muss die Ammoniakabscheidung dauerhaft über 70 % liegen. Der anzuerkennende Abscheidegrad wird aus dem mittleren Abscheidegrad aller Ergebnisse abzüglich deren Standardabweichung ermittelt.

Die Ammoniakabscheidung wird immer auf die erste Reinigungsstufe bezogen. Somit befindet sich der Messpunkt der Absaugung immer hinter dem Tropfenabscheider.

Aerosol-Austrag

Stickstoffhaltige Aerosole werden durch die Befeuchtung der Füllkörperpakete als NH_3 -Aerosole aus den Füllkörpern von Abluftreinigungsanlagen ausgetrieben und vom Abluftstrom mitgerissen. So gelangt der ursprünglich abgeschiedene Stickstoff unbeabsichtigt wieder in die Umgebung.

Zur Ermittlung des N-Austrages mit den Aerosolen wurden während der Winter- eine und während der Sommermessung zwei Messungen mittels Planfilter im Reingas hinter dem Tropfenabscheider durchgeführt. Hierbei wurden zwei Probenahmeeinrichtungen installiert, wobei eine von beiden mit einem Partikelfilter zur Aerosolabscheidung vorgeschaltet wurde. Die Probenahme erfolgte nach VDI 3496-1 (Messen gasförmiger Emissionen). Nach DLG-Prüfrahmen darf der Aerosolaustrag nicht über 0,50 mg Stickstoff pro Normkubikmeter liegen.

N-Bilanz, N-Entfrachtung

Die Ammoniakabscheidung der Abluftreinigungsanlage wurde über eine N-Bilanzierung unter Berücksichtigung der Ammoniak-Frachten (im Roh- und Reingas), des Aerosolaustrages, sowie der im Waschwasser gelösten anorganischen Stickstoffverbindungen verifiziert. Der Bilanzierungszeitraum im Winter lag bei 28 Tagen.

Bei Bilanzierungen an chemisch betriebenen Wäschern wird das Prozesswasser nur hinsichtlich der NH_4 -N-Konzentration untersucht, da in der Regel keine biologische Oxidation stattfindet.

Zur Bestimmung der eigentlichen N-Entfrachtung wird die entnommene anorganische N-Masse mit der rohgasseitig eintretenden N-Fracht ins Verhältnis gesetzt.

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

- alle relevanten Stickstoffverbindungen und deren Verbleib nachgewiesen werden,
- der Stickstoffgehalt des Abschlammwassers bekannt und dessen Düngewert quantifiziert wird.

Nach DLG-Prüfrahmen muss die N-Entfrachtung innerhalb der Stickstoffbilanz während der Sommer- und Wintermessung jeweils mindestens 70 % betragen. Die Wiederfindungsrate an Stickstoff (N-Bilanz) muss laut Prüfrahmen mindestens 80 %, höchstens jedoch 120 % betragen.

Geruch

Die Ermittlung der Geruchsstoffkonzentration wurde mittels dynamischer Olfaktometrie in Anlehnung an DIN EN 13725 nach dem Ja/Nein-Verfahren durch Verdünnung bis zur Geruchsschwelle durchgeführt.

Die Probenentnahme auf der Roh- und Reingasseite wurden mittels Unterdruckprobennehmer (CSD-30) durchgeführt. Die Geruchsprobenauswertung fand an einem Olfaktometer T08 der Firma Ecoma GmbH statt.

Die Überprüfung der Probanden mit Standardgeruchsstoff (n-Butanol) wurde an jedem Messtermin durchgeführt. Zum Nachweis der Geruchsabscheidung wurden zweimal pro Messperiode Geruchsproben gezogen. Nach DLG-Prüfrahmen muss die Geruchsstoffkonzentration im Reingas bei jeder Messung bei $\leq 300 \text{ GE/m}^3$ liegen und es darf kein typischer Rohgasgeruch (Schwein) in der Probe vorhanden sein (k.R.w.).

Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung

Der Verbrauch von Frischwasser, der Anfall von Abschlammwasser sowie der Verbrauch an elektrischer Energie wurde über die Erfassung der entsprechenden Zählerstände bestimmt (Stromzähler für die Abluftreinigung und separat für die Lüftung). Die Säure- und Antischaumverbräuche wurden mittels Wiegesystemen (Kraftaufnehmer bzw. Wiegezelle oder Waage) ermittelt.

Während den Messungen wurden die Umgebungsbedingungen (Temperatur außen/innen), relative Luftfeuchte außen/innen) erfasst, an den Messtagen der Staub- und Geruchsstoffkonzentrationen wurden zusätzlich folgende Parameter dokumentiert

- Tiergewichte (geschätzt) und Tierzahlen
- Frischwasser- und elektrischer Energieverbrauch (Zählerstände)
- absoluter Luftvolumenstrom (kalibrierte Messventilatoren und separate Lüfterkennlinie)
- Druckverlust über die Anlage sowie der Druckverlust über den Ventilator
- pH-Wert und Leitfähigkeit im Prozesswasser

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

Betriebssicherheit und Haltbarkeit

Die Betriebssicherheit und Haltbarkeit wurde beurteilt. Eventuell aufgetretene Störungen an der Gesamtanlage sowie an technischen Komponenten wurden im Prüfungszeitraum dokumentiert.

Betriebsanleitung, Handhabung und Arbeitszeitbedarf, Wartungsaufwand

Eine detailgenaue Funktionsbeschreibung der Anlage mit einer bildlichen Darstellung sowie eine klare Beschreibung der regelmäßigen Wartungsarbeiten wurden geprüft und aus Anwendersicht beurteilt. 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 als Halbstundenmittelwerte oder Halbstundenwerte zu erfassen und abzuspeichern

- Druckverlust über die Anlage (in Pa)
- Luftdurchsatz (in m³/h)
- Pumpenlaufzeit (Umwälzung, Abschlammung) (in Std.)
- Berieselungsmenge (in m³/h)
- Gesamtfrischwasserverbrauch der Anlage (in m³), kumulativ
- Abschlammmenge (in m³), kumulativ
- Roh- und Reingastemperatur (in °C)
- pH-Wert des Prozesswassers (-) und elektrische Leitfähigkeit der Chemo- und der Biostufe (in mS/cm), jeweils als Halbstundenmittelwerte
- Stromverbrauch (in kWh), kumulativ

Des Weiteren sind Sprühbildkontrollen, Wartungs- und Reparaturzeiten, sowie Kalibrierungen der pH-Wertsonde zu erfassen. Nachweise über den Verbrauch von chemischen Betriebsstoffen (Säure, Antischaummittel) als Additive sind zu erbringen.

Diese Daten dienen dem Nachweis eines ordnungsgemäßen Betriebes der Abluftreinigungsanlage und wurden an der Referenzanlage überprüft.

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 Prozesswasser sowie die 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 Anlagensicherheit kontrolliert.

Die Testergebnisse im Detail

Staub

Bei dem geprüften Verfahren wurde entschieden, dass die Staubabscheidung unabhängig von der Betriebsweise der ersten Reinigungsstufe (biologisch oder chemisch) beurteilt werden kann. Da die Staubabscheidung schon in einer früheren Prüfung nachgewiesen wurde (Prüfbericht 6220), konnte für die aktuell geprüfte, chemisch-biologisch betriebene Anlage über die DLG-Prüfungskommission ein verkürztes Messprogramm vereinbart werden. Somit wurden in der Wintermessung insgesamt zwei Gesamtstaubmessungen, und in der Sommermessung ebenfalls zwei Gesamtstaubmessungen durchgeführt. Aufgrund technischer und physikalischer Gegebenheiten konnten zunächst keine verwertbaren Feinstaubmessungen (PM₁₀ und PM_{2,5}) durchgeführt werden. In einer nachträglich durchgeführten Messkampagne unter Winterbedingungen konnten zwei Feinstaubmessungen realisiert werden.

Durch den Aufbau der Anlage und deren Dimensionierung wurde prinzipiell davon ausgegangen, dass Abscheideleistungen von über 70 % dauerhaft erreicht werden, was auch in den Messungen bestätigt wurde. Im Sommer wurde ein Mindestabscheidegrad von 73,4 % bei Gesamtstaub erreicht. Im Winter wurde mindestens 77,6 % Gesamtstaub abgeschieden. Die Feinstaubabscheidung lag bei mindestens 70,2 % (PM₁₀) bzw. 92,4 % (PM_{2,5}). Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt. Da die Messwerte der Gesamtstaubmessung nach der Biowand bewertet wurden, ist diese Anlage nur mit Biostufe für Staub zertifiziert.

Tabelle 3:

Messergebnisse zur Emissionsminderung (Gesamt- und Feinstaub) an der Abluftreinigungsanlage PURO

Datum	Sommermessung			Wintermessung		
	27.09.19	08.10.19	28.11.19	08.01.20	16.11.20	17.11.20
Bemerkungen	--	--	--	--	Nachmessung	Nachmessung
Messposition	hinter Biostufe	hinter Biostufe	hinter Biostufe	hinter Biostufe	vor Biostufe	vor Biostufe
Umgebungs- und Randbedingungen ^[1]						
rel. Außenluftfeuchte [%rF]	96	83	89	78	84	91
Umgebungstemperatur [°C]	14,0	16,0	11,0	12,0	12,0	10,0
Rohgas-/Reingasfeuchte [%rF]	78/97	75/96	80/95	74/95	62/100	58/100
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	20,3/18,7	20,7/19,1	17,5/16,1	19,1/17,8	18,6/15,0	18,0/14,8
Tierzahl im Stall [Stck]	1.134	--	1.102	--	1.158	1.158
mittleres Tiergewicht [kg]	70	--	80	--	80	80
Luftvolumenstrom gesamt [m ³ /h]	81.370	63.260	60.620	62.680	64.735	54.350
Druckverlust ARA [Pa] ^[2]	--	--	--	--	--	--
Druckverlust Stall+ARA [Pa] ^[2]	--	--	--	--	--	--
Gesamtstaub (normiert)						
Rohgas [mg/m ³]	3,1	0,9	2,7	1,3		
Reingas [mg/m ³]	0,1	0,2	0,2	0,3		
Abscheidegrad [%] ^[3]	95,5	73,4	93,2	77,6		
mittlerer Abscheidegrad [%] ^[3]		84,5		85,4		
Mindestabscheidegrad [%]		73,4		77,6		
Feinstaub PM₁₀/PM_{2,5} (normiert)						
Rohgas [mg/m ³]					0,539/0,249	0,331/0,175
Reingas [mg/m ³]					0,128/0,014	0,099/0,013
Abscheidegrad [%] ^[3]					76,3/94,5	70,2/92,4
mittlerer Abscheidegrad [%] ^[3]						73,3/93,5
Mindestabscheidegrad PM ₁₀ /PM _{2,5} [%]						70,2/92,4

[1] Daten wurden zum Zeitpunkt der Staubmessung erhoben.

[2] Zum Zeitpunkt der Staubmessung können keine Druckverluste angegeben werden.

Aufgrund des reduzierten Messaufwandes an dieser Anlage wurden nur Handmessungen zur Überprüfung durchgeführt.

[3] Mögliche Abweichungen ergeben sich durch Rundungsungenauigkeiten.

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 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.

Ammoniak

Eine mindestens den Anforderungen entsprechende Ammoniakabscheidung durch die chemische Reinigungsstufe (Stufe 1) kann nur sichergestellt werden, wenn das Prozesswasser bei einem maximalen Leitwert von 250 mS/cm abgeschlämmt und der pH-Wert bei 3,3 eingeregelt wird.

Es lagen im Sommer 1654 und im Winter 2348 Wertepaare als Halbstundenmittelwerte zur Bewertung vor. Die regelmäßige Überprüfung der Ammoniakkonzentration auf Tierhöhe ergab im Schnitt einen Wert von etwa 7 ppm. Die Anforderungen der TierSchNutzTV hinsichtlich Ammoniak wurden an jedem Messtag sicher eingehalten.

Im Sommer wurde ein Ammoniak-Mindestabscheidegrad von 77,4 % erreicht. Im Winter konnte ein Mindestabscheidegrad von 84,4 % nach der Chemostufe erreicht werden. Bei Anlagen, bei denen das Wasser aus der Biostufe separat ausgeschleust und verwertet wird, kann ein Mindestabscheidegrad nach der Biostufe von 86,7 % unter Winter- und 86,3 % unter Sommerbedingungen angegeben werden. In diesem Fall würden sich die Verbrauchsdaten für Frischwasser und Abschlammung entsprechend erhöhen.

In Bild 3 sind die Ammoniakkonzentrationen am Beispiel der Sommermessung grafisch dargestellt. Hierbei wurden alle Messwerte korrigiert (Werte kleiner als 1,0 ppm wurden auf 1,0 ppm angehoben).

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

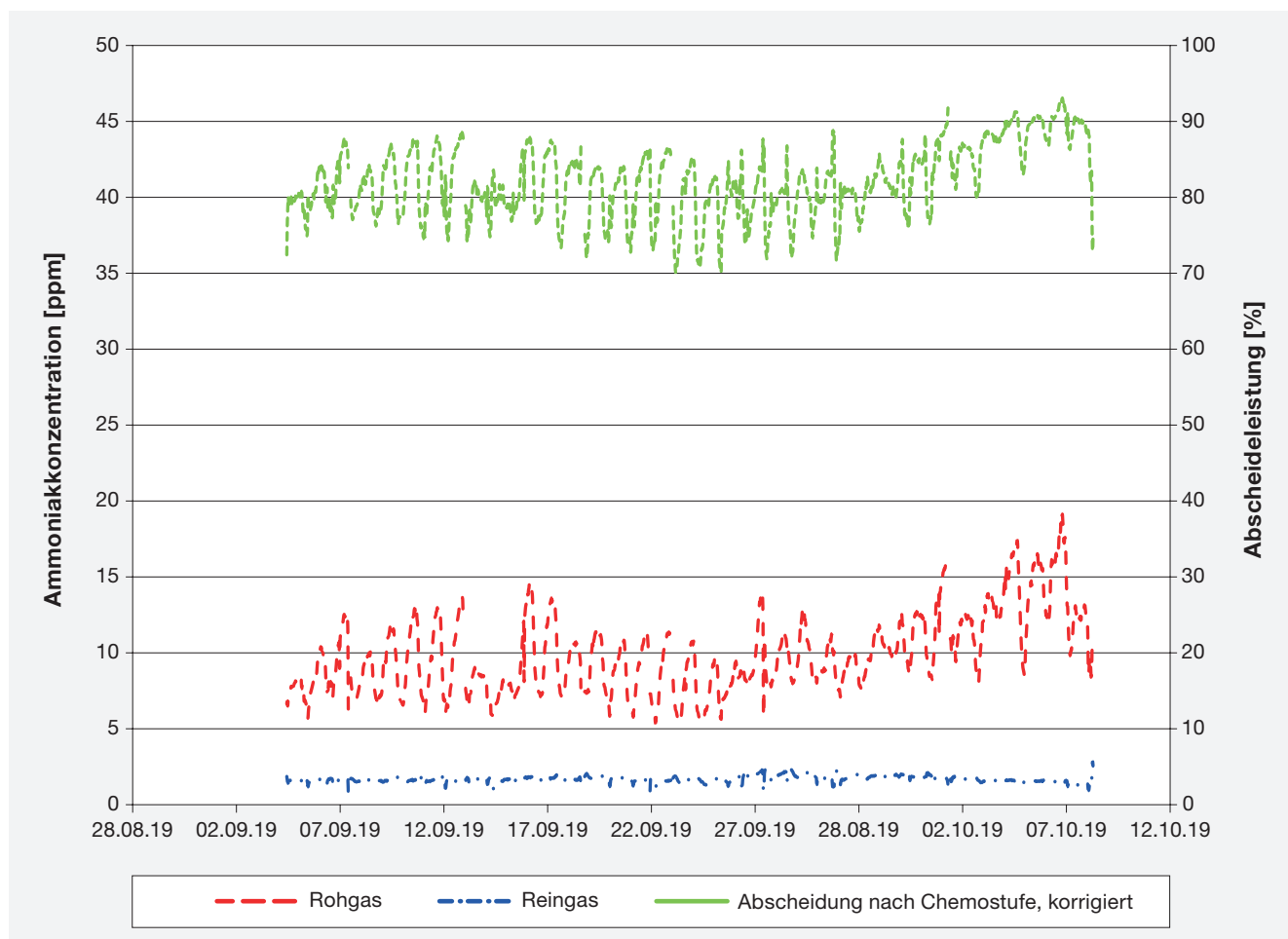


Bild 3:
Abscheidegrad und Verlauf der Ammoniakkonzentrationen im Roh- und Reingas (Sommermessphase)

Geruch

Die Ergebnisse der im Rahmen des DLG-Prüfverfahrens genommenen Geruchsproben sind in Tabelle 4 dargestellt. In der Sommermessung wurden insgesamt zwei Proben gezogen, wobei alle die Kriterien (300 GE/m³ und kRw) eingehalten haben. Bei allen Proben hat das Probandenkollektiv oder eine Mehrheit des Probandenkollektives kein Rohgasgeruch im Reingas wahrgenommen.

Im Winter wurden ebenfalls zwei Geruchsproben genommen, wobei auch hier alle Kriterien (300 GE/m³ und kRw) eingehalten wurden.

Über die insgesamt vier Geruchsmessungen hinaus wurde eine weitere Beprobung bei einer Teilausstellung durchgeführt. Diese ergab mit 5.943 eine deutlich erhöhte Geruchsstoffkonzentration im Rohgas. Durch die Abluftreinigung wurde diese weitgehend auf 348 GE/m³ reduziert. Allerdings wurden bei der Teilausstellung rohgastypische Gerüche durch die Abluftreinigung nicht beseitigt.

Alle Ergebnisse erfüllten bei ordnungsgemäßigem Betrieb die Anforderungen des DLG-Prüfverfahrens.

Tabelle 4:

Messergebnisse zur Emissionsminderung (Geruch) an der Abluftreinigungsanlage PURO

Datum	Sommer		Winter	
	23.09.19	02.10.19	05.12.19	16.12.19
Bemerkungen	--	--	--	--
Bedingungen ^[1]				
rel. Außenluftfeuchte [%rF]	87	57	96	88
Umgebungstemperatur [°C]	17,0	16,0	1,0	6,0
Rohgas-/Reingasfeuchte [%rF]	65/99	67/96	69/99	71/99
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]	21,4/18,5	20,4/19,5	16,5/8,8	16,6/11,5
Tierzahl im Stall [Stck]	1.134	1.021	1.102	1.102
mittleres Tiergewicht [kg]	65	75	85	85
Luftvolumenstrom gesamt [m ³ /h]	89.800	77.100	33.200	36.300
Filterflächenbelastung 1. Stufe [m ³ /(m ² ·h)]	2.324	1.995	859	939
Filterflächenbelastung 2. Stufe [m ³ /(m ² ·h)]	2.019	1.734	747	816
Geruch ^[2]				
Rohgas [GE/m ³]	1.405	927	2.904	2.561
Reingas [GE/m ³]	220	180	197	236
Rohgas-Geruchsmassenstrom [Mio GE/h]	126,1	71,5	96,4	93,0
Reingas-Geruchsmassenstrom [Mio GE/h]	19,8	13,9	6,5	8,6
spez. Geruchsmassenstrom Rohgas [GE/(GV·s)]	238	130	143	138
spez. Geruchsmassenstrom Reingas [GE/(GV·s)]	37	25	10	13
Rohgasgeruch im Reingas wahrnehmbar?	nein	nein	nein	nein

[1] Daten zum Zeitpunkt der Geruchsmessung erhoben

[2] geometrischer Mittelwert aus 3 Einzelmessungen

Aerosol-Austrag

Die Ergebnisse der Aerosol-Messungen sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Der Aerosol-Austrag im Winter lag bei 0,16 mg NH₄-N/m³. Im Sommer wurden 0,21 mg NH₄-N/m³ (gemittelt über zwei Messungen) ausgetragen. Die Anforderungen nach DLG-Prüfrahmen wurden somit eingehalten.

Tabelle 5:

Ergebnisse des Aerosolaustrages an der Abluftreinigungsanlage PURO

Datum	Sommermessung		Wintermessung
	08.10.19	29.10.19	08.01.20
Luftvolumenstrom [m ³ /h]	63.260	64.050	62.680
Ammoniak mit Aerosol [mg/m ³]	1,03	0,98	0,99
Ammoniak ohne Aerosol [mg/m ³]	0,78	0,72	0,8
NH ₃ -Aerosolaustrag [mg/m ³]	0,25	0,26	0,19
Aerosolanteil NH ₄ -N [mg/m ³]	0,2	0,21	0,16

Stickstoffbilanz/N-Entfrachtung

Die Ergebnisse der Stickstoffbilanz und der sich ergebenden N-Entfrachtung sind in Tabelle 6 angegeben.

In der Wintermessung ergab sich eine Wiederfindungsrate von 85,2 %. Im Prozesswasser und im Abschlammwasser wurden 74,1 % des Stickstoffs bezogen auf den gasförmigen N-Eintrag wiedergefunden (N-Entfrachtung).

Tabelle 6:

Ergebnisse der Abscheideleistung und N-Entfrachtung an der Abluftreinigungsanlage Pura

Messzeitraum	Wintermessung
	12.12.19 bis 09.01.20
NH ₃ -N Rohgas-Eintrag [kg]	176,0
NH ₃ -N Reingas-Austrag [kg]	14,1
Differenz [kg]	161,9
Abscheideleistung NH ₃ -N [%]	92,0
pH-Wert [-]	3,3
Leitfähigkeit [mS/cm]	26,5 - 250
N-Aerosol-Austrag [kg]	5,5
N-Umlaufwasser-Austrag [kg]	120,9
N-Abschlammung-Austrag [kg]	9,5
N-Austrag Wasser [kg]	130,4
Wiederfindungsrate N [kg]	85,2
N-Entfrachtung ^{[1], [2]}	74,1

[1] Die N-Entfrachtung wurde ohne Berücksichtigung des Aerosolaustrages berechnet.

[2] Die N-Entfrachtung im Sommer konnte nicht berücksichtigt werden, da durch Rückführung des Wassers aus der Biostufe in die Chemostufe nitrose Gase entstanden.

Eine mögliche Erklärung, warum die Bilanz im Sommer zu keinen verwertbaren Ergebnissen führte, könnte sein, dass im Sommer deutlich mehr Frischwasser über den Biofilter eingebracht (und damit auch in die Waschstufe zurückgeführt) wurde als im Winter. Insbesondere Nitrite werden bei der Rückführung in schwefelsaure Waschlösung teilweise in nitrose Gase umgewandelt, die den Wäscher mit dem Reingas verlassen. Im Sommer ist dieses Problem deutlich stärker als im Winter. Auch die letztendlich geringe N-Entfrachtung im Winter ist höchstwahrscheinlich auf die Rückführung des Wassers aus der Biostufe zurückzuführen. Um dieses Phänomen im Praxiseinsatz zu minimieren, muss die Leitfähigkeit in der Biostufe auf 5 mS/cm begrenzt werden und bei höheren Leitfähigkeiten in einen externen Behälter abgepumpt werden.

Verbrauchswerte, Umgebungsbedingungen und Anlagenbelastung

Die im Prüfbericht (Tabelle 1) angegebenen Verbrauchswerte pro Messzeitraum (Winter/Sommer) sind auf Jahresverbrauchswerte (365 Tage) normiert, um einen Vergleich mit Daten anderer Hersteller zu ermöglichen. Da sich diese zum Teil deutlich unterscheiden (Winter-/Sommerunterschiede) wird nachfolgend nur auf den durchschnittlichen Verbrauch (Mittelwert der Verbrauchsdaten Winter und Sommer) eingegangen. Die Umrechnung auf die Verbräuche pro Tierplatz und Jahr beziehen sich auf den genehmigten Tierbestand von 1.250 Mastschweine im Stallgebäude.

Die angegebenen Verbräuche müssen als Richtwerte verstanden werden, die sich je nach Standort, Haltungsverfahren, Betriebsmanagement und dem jeweiligen Emissionsmassenstrom für Ammoniak und Staub verändern können.

Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch richtet sich nach der Abschlämmrate und der Verdunstung. Je mehr abgeschlämmt wird und je mehr verdunstet, desto mehr Frischwasser muss zugegeben werden, um die Prozesswassermenge im System konstant zu halten. Die Abschlämmrate richtet sich nach dem Stickstoffeintrag über den Abluftstrom sowie dem Grenzwert für die Leitfähigkeit im Prozesswasser. Dieser lag im Messzeitraum bei 250 mS/cm.

An der Abluftreinigungsanlage PURO wurde Frischwasser sowohl in der Chemo- als auch in der Biostufe zugegeben. Der Gesamtverbrauch liegt gemittelt bei 2,3 m³/d bzw. 0,77 m³/(TP · a) und entspricht somit üblichen Werten anderer Anlagen.

Verbrauch an elektrischer Energie

Der größte elektrische Verbraucher an der Abluftreinigungsanlage PURO ist die kontinuierlich betriebene Umwälzpumpe. Im Stallbereich sind die Ventilatoren die größten Verbraucher. Im Referenzbetrieb wurden 5 druckstabile Abluftventilatoren eingesetzt. Alle Ventilatoren waren an einem Frequenzumrichter angeschlossen, um die Drehzahl der Ventilatoren an den zu fördernden Abluftvolumenstrom anzupassen.

Die anzuerkennende Filterflächenbelastung liegt bei 2.930 m³/(m²·h) für die Chemostufe. Die maximal ermittelten Druckverluste über das Reinigungssystem lagen bei 43 Pa, wovon 30 Pa auf die Biostufe fallen. Einschließlich Stall und Abluftreinigungsanlage wurde ein Druckverlust von 73 Pa gemessen. Somit müssen die Ventilatoren mit mindestens 80 Pa für den Betrieb des Stalles und der Abluftreinigungsanlage ausgelegt werden.

Im Jahresmittel wurde 61,5 kWh/d für die Ventilatoren verbraucht. Bezogen auf Tierzahl und Jahr wären dies 20,4 kWh. Hierbei ist zu beachten, dass im Sommer deutlich mehr an elektrischer Energie verbraucht wurde. Für den Betrieb der Abluftreinigungsanlage wurde 77,7 kWh/d verbraucht. Die Verbräuche im Winter und Sommer waren hierbei identisch. Umgerechnet entspricht das einem Verbrauch von 25,8 kWh/(TP · a).

Sonstige Verbrauchswerte

Eine sichere Anlagenfunktion mit den dargestellten Wirkungsgraden ist in der Chemostufe nur mit einer ordnungsgemäß betriebenen pH-Wert-Regelung bei 3,3 sowie einer Abschlämmung bei maximal 250 mS/cm möglich. Daher muss an der Anlage eine automatische Säuredosierung sowie eine Leitfähigkeitserfassung in allen Reinigungsstufen ordnungsgemäß installiert und betrieben werden. Zur Absenkung des pH-Wertes wurde Schwefelsäure mit einer Reinheit von 96 % eingesetzt.

Im Jahresdurchschnitt wurde ein Säureverbrauch von 8,58 kg/(TP · a) ermittelt, wobei im Sommer 10,85 kg/(TP · a) und im Winter 6,31 kg/(TP · a) verbraucht wurden.

Für den reibungslosen Betrieb ist zudem der Einsatz von Antischaum-Mitteln notwendig. Im Sommer wurden 0,11 kg/d bzw. 0,04 kg/(TP · a) eingesetzt. Im Winter kamen 0,67 kg/d bzw. 0,22 kg/(TP · a) zum Einsatz.

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 modulares Komplettsystem fast vollständig aus Kunststoff hergestellt. Die Haltbarkeit konnte nur über die Dauer der Prüfung/Messung beobachtet werden.

Betriebsanleitung, Handhabung und Arbeitszeitbedarf, Wartungsaufwand

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 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 Abschluss eines Wartungsvertrages mit dem Hersteller.

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

Dokumentation

Das elektronische Betriebstagebuch ermöglicht eine regelmäßige und den Anforderungen entsprechende Aufzeichnung der für den sicheren Anlagenbetrieb erforderlichen Daten, die als Halbstundenmittelwerte bzw. Halbstundenwerte abgespeichert werden müssen. Die Aufzeichnung erfolgt automatisch und die Daten müssen über 5 Jahre aufbewahrt werden. Diese Daten können durch den Landwirt, den Hersteller, aber auch durch Behörden per Fernwartung oder mittels USB-Anschluss ausgelesen und in ein gängiges Tabellenprogramm überführt werden. Eine detaillierte Darstellung der aufgezeichneten Daten findet sich in Tabelle 7.

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 Prüfrahmen und den Anforderungen der TA Luft absolut in m³/h angegeben werden soll, muss vor Inbetriebnahme eine Kennlinie der gesamten Lüftungsanlage (Stall plus 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.

Tabelle 7:

Erfüllung der Anforderungen an das elektronische Betriebstagebuch der Abluftreinigungsanlage PURO

	voll erfüllt	nicht erfüllt	Bemerkungen
Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage	X		wird für Gesamt-ARA und Biofilterwand getrennt mittels einer elektronischen Differenzdruckdose erfasst und gespeichert
Luftdurchsatz Abluftreinigungsanlage	X		wird über ein 0-10V-Signal und einer hinterlegten Kennlinie erfasst und gespeichert
Pumpenlaufzeit	X		ermittelt über den Stromverbrauch der Pumpen und der Abspeicherung in kWh
Berieselungsintervalle und Berieselungsmenge	X		wird über einen Durchflusszähler erfasst und gespeichert
Frischwasserverbrauch des Filters	X		wird für Chemo- und Biostufe getrennt mittels Wasserzähler aufgezeichnet
Abgeschlammte Wassermenge	X		wird über einen Wasserzähler erfasst und gespeichert
Roh- und Reingastemperatur	X		die Roh- und Reingastemperaturen werden aufgezeichnet, zusätzlich wird die Außentemperatur über Thermofühler erfasst
Sprühbildkontrolle	X		nachweisbar über ein manuell geführtes Betriebstagebuch (Wartungsprotokoll)
Wartungs-und Reparaturzeiten	X		nachweisbar über ein manuell geführtes Betriebstagebuch (Wartungsprotokoll)
pH-Wert und Leitfähigkeit im Prozesswasser	X		wird erfasst und gespeichert
Leitfähigkeit im Wasser der Biostufe	X		wird erfasst und gespeichert
Kalibrierung der pH-Wert-Sensoren	X		ein Alarmprotokoll erinnert an die Sensorwartung, erst nach der Kalibrierung kann der Alarm quittiert werden
Nachweis Verbrauch an Additiven (Säure, Antischaum)	X		Säureverbrauch und Verbrauch an Entschäumer wird über Einkaufsbelege nachgewiesen; Software erkennt Leerstand des Säuregebundes
elektr. Stromverbrauch ARA	X		Stromverbrauch des Wäschers wird über geeigneten Stromzähler erfasst und gespeichert

Umweltsicherheit

Das Prozesswasser chemisch arbeitender Abluftreinigungsanlagen enthält in erster Linie Ammoniumsulfat ((NH₄)₂SO₄). Mikrobiologische Prozesse, die zur Bildung von Nitrit und Nitrat führen, finden im Regelfall nicht statt.

Ammoniumsulfat ist ein wassergefährdender Stoff und wird der Wassergefährdungsklasse WGK 1 (schwach wassergefährdend) zugeordnet.

Der Lagerzeitraum richtet sich nach der aktuellen Düngeverordnung, die den Lagerzeitraum von Flüssigmist vorschreibt. Die Zulaufleitung in den Abschlammbehälter und der Lagerbehälter selbst müssen für das Abschlammwasser geeignet sein. Hier ist länderspezifisch die Verwaltungsvorschrift für wassergefährdende Stoffe (Ammoniumsulfat) einzuhalten. Unmittelbar vor Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen kann das abgeschlammte Wasser außerhalb des Stalles mit Flüssigmist gemischt werden. Eine pflanzenbedarfsgerechte landwirtschaftliche Verwertung unter Berücksichtigung des Stickstoff- und Schwefelgehaltes ist aus fachlicher Sicht erforderlich.

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

Für den Anlagenbetrieb wird Säure benötigt. Der Umgang mit dieser Chemikalie ist durch eine Betriebsanweisung seitens des Herstellers zu erklären und gemäß den EG-Sicherheitsdatenblättern für 96 %ige Schwefelsäure durchzuführen und liegt im Verantwortungsbereich des Anlagenbetreibers. Alle dazugehörigen Sicherheitseinrichtungen (Augendusche, Ganzkörperdusche, Schutzkleidung) sind vorzuhalten. Eine Säurevorlage in Form eines IBC-Containers ist empfehlenswert.

Sicherheitsaspekte

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

Die Maschinen- und Anlagensicherheit des beschriebenen Abluftwäschers der Firma Big Dutchman International GmbH wurde durch einen anerkannten Gutachter begutachtet. Gegen die Verwendung der Anlage bestehen aus arbeitssicherheitstechnischer Sicht keine Bedenken.

Fazit

Das Abluftreinigungssystem PURO der Firma Big Dutchman International GmbH eignet sich zur Emissionsminderung von Staub, Ammoniak (einschließlich Stickstoff-Entfrachtung) und Geruch aus dem Abluftstrom von einstreulosen Schweinehaltungsanlagen mit Oberflurlüftung.

Das System wird im Druckprinzip betrieben. Für eine sichere Anlagenfunktion darf die Filterflächenbelastung von maximal $2.930 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ nicht überschritten werden. Der pH-Wert in der Chemostufe muss auf 3,3 eingeregelt sein und die Leitfähigkeit darf in der Chemostufe maximal 250 mS/cm und in der Biostufe höchstens 5 mS/cm betragen.

Bei Einhaltung der beschriebenen verfahrenstechnischen Parameter werden die Mindestanforderungen des DLG-Prüfrahmens zur Staub-, Ammoniak- und Geruchsreduktion eingehalten und zum Teil übertroffen.

Die anerkannten Mindestabscheideleistungen für Staub liegen bei 73,4 % (Gesamtstaub), 70,2 % (PM_{10}) und 92,4 % ($\text{PM}_{2,5}$), die für Ammoniak liegen bei 77,4 % (Sommer) und 84,4 % (Winter). Die N-Entfrachtung kann mit 74,1 % angegeben werden. Geruch wurde immer auf $\leq 300 \text{ GE/m}^3$ reduziert, Rohgasgeruch wurde im ordnungsgemäßen Betrieb nie wahrgenommen.

Weitere Informationen

Prüfungsdurchführung

DLG TestService GmbH, Standort Groß-Umstadt
Die Prüfungen werden im Auftrag des DLG e.V. durchgeführt.

Labor- und Emissionsmessungen

SGS Institut Fresenius GmbH,
Im Paesch 1a, 54340 Longuich
BUB Braunschweiger Umwelt-Biotechnologie GmbH,
Hamburger Straße 273a, 38114 Braunschweig
LUFÄ Nord-West, Jägerstraße 23-27,
26121 Oldenburg

Anlagen- und Maschinensicherheit

Gutachter Klaus Ahlendorf GmbH,
Von-Loe-Straße 40a, 47906 Kempen

DLG-Prüfrahmen

DLG-Gesamtprüfung „Abluftreinigungssysteme
für Tierhaltungsanlagen“ (Stand 03/2016)

Fachgebiet

Erneuerbare Energien

Projektleiter

Dr. Ulrich Rubenschuh

Prüfingenieur(e)

Dipl.-Ing. (FH) Tommy Pfeifer*

Prüfungskommission

Friedrich Arends, LWK Niedersachsen
Christian Dohrmann, Landwirt
Doris Düsing, LK Cloppenburg
Bernhard Feller, LWK Nordrhein-Westfalen
Ewald Grimm, KTBL Darmstadt
Dr. Jochen Hahne, TI Braunschweig
Andreas Schlichting, TÜV Nord Hamburg
Thomas Üffing, Landwirt

* Berichterstatler

DLG. Offenes Netzwerk und fachliche Stimme.

Die DLG e.V. (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1885 von Max Eyth gegründet, ist eine Fachorganisation der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Leitbild ist der Wissens-, Qualitäts- und Technologietransfer zur Förderung des Fortschritts. Dabei fungiert die DLG als offenes Netzwerk und fachliche Stimme in der Agrar- und Ernährungswirtschaft.

Als eine der führenden Organisationen ihrer Branche organisiert die DLG internationale Messen und Veranstaltungen in den Kompetenzfeldern Pflanzenbau, Tierhaltung, Land- und Forsttechnik, Energieversorgung und Lebensmitteltechnologie. Ihre Qualitätsprüfungen für Lebensmittel sowie Landtechnik und Betriebsmittel erfahren weltweit hohe Anerkennung.

Ein weiteres wichtiges Leitmotiv der DLG ist es seit über 130 Jahren den Dialog zwischen Wissenschaft, Praxis und Gesellschaft über Fach- und Ländergrenzen hinweg zu fördern. Als offene und unabhängige Organisation erarbeitet ihr Expertennetzwerk mit Praktikern, Wissenschaftlern, Beratern, Fachleuten aus Verwaltung und Politik aus aller Welt zukunftsorientierte Lösungen für die Herausforderungen der Agrar- und Ernährungswirtschaft.

Test-Kompetenz in Agrartechnik und Betriebsmitteln

Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel ist mit seinen Methoden, Prüfrahmen und Auszeichnungen führend in der Prüfung und Zertifizierung von Agrartechnik und Betriebsmitteln. Die Methoden und Testprofile sind praxisbezogen, herstellerunabhängig und von neutralen Prüfungskommissionen erarbeitet. Sie beruhen auf modernsten Mess- und Prüfverfahren, auch internationale Standards und Normen werden berücksichtigt.

Interne Prüfnummer DLG: 2019-00086

Copyright DLG: © 2022 DLG



DLG TestService GmbH

Standort Groß-Umstadt

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