

Prüfbericht 17.181

RIMU – Agrartechnologie GmbH

1-stufiger biologischer Abluftwäscher System RIMU für die Schweinehaltung



Ingenieurbüro Prof. Dr. Oldenburg

Immissionsprognosen ◦ Umweltverträglichkeitsstudien ◦ Landschaftsplanung
Beratung und Planung in Lüftungstechnik und Abluftreinigung

Osterende 68
21734 Oederquart

Tel. 04779 92 500 0
Fax 04779 92 500 29

Prof. Dr. sc. agr. Jörg Oldenburg

Von der IHK öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Emissionen und Immissionen
sowie Technik in der Innenwirtschaft (Lüftungstechnik von Stallanlagen)

Bestellungskörperschaft: IHK Neubrandenburg
für das östliche Mecklenburg-Vorpommern

www.ing-oldenburg.de

20. September 2017

Prüfung nach dem „Filtererlass II“ des

Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz

Gem. RdErl. d. MU, d. MS u. d. ML vom 02.05.2013 in der Fassung vom 23.09.2015, Aktenzeichen 33—40501/207.1

des Abluftreinigungsverfahrens für die Nutztierhaltung der

RIMU-Agrartechnologie GmbH

Messerschmidtring 19
86343 Königsbrunn

Tel. 08231 9639 0
Fax 08231 9639 23

www.rimu.de

für die Schweinehaltung als 1-stufiger biologischer Abluftwäscher System RIMU

Prüfungsgrundlage ist der Messbericht 20160804-1490 der

LUFA Nord-West
Institut für Boden und Umwelt

Jägerstraße 23 – 27
26121 Oldenburg

Tel. 0441 801 955
Fax 0441 801 863

www.lufa-nord-west.de

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Aufgabe	3
2 Anlass der Prüfung	3
3 Prüfergebnisse	5
3.1 Vom Hersteller zu erfüllende Antragsvoraussetzungen	5
3.2 Durchführungsvoraussetzungen	6
3.3 Messprogramm	7
3.4 Elektronisches Betriebstagebuch (ETBT) und andere Aufzeichnungen	10
3.5 Mindestanforderungen an die Reinigungsleistung	11
4 Die Prüfergebnisse im Einzelnen	11
4.1 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse	12
4.2 Vergleich der Kennzahlen DLG-Prüfbericht 6284 mit Prüfbericht 17.181	18
5 Zusammenfassung	19

1 Aufgabe

Die Aufgabenstellung resultiert aus dem Prüfrahmens des Filtererlasses II des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz als Gem. RdErl. d. MU, d. MS u. d. ML vom 02.05.2013 in der Fassung vom 23.09.2015, Aktenzeichen 33—40501/207.1. Die LUFA Nord-West wurde von der Firma RIMU Agrartechnologie GmbH beauftragt, eine Eignungsprüfung für ihr biologisches Abluftreinigungssystem nach den Kriterien des sog. Filtererlasses II in der Fassung vom 23.09.2015 durchzuführen. Geprüft werden soll die Eignung des zu prüfenden Abluftreinigungssystems hinsichtlich der Einhaltung des o.g. Erlasses in Bezug auf die im Erlass formulierten Anforderungen zur Reduzierung von Ammoniak, Staub und Geruch bei der Reinigung der Abluft aus Schweineställen.

Die Eignungsprüfung besteht erlasskonform aus zwei unabhängigen Gewerken. Dies sind erstens die Durchführung des Messprogramms, welches von der LUFA Nord-West durchgeführt wurde, und zweitens die Begutachtung der Ergebnisse des Messprogramms nach Ziff. 2. b) der Anlage zum o.g. Erlass.

Der Messbericht 20160804-1490 der LUFA Nord-West über die Durchführung von Emissionsmessungen gemäß des Prüfrahmens nach „Filtererlass II“ ist Grundlage dieser Begutachtung.

2 Anlass der Prüfung

Für das zu prüfende Abluftreinigungssystem liegt seit September 2015 der Prüfbericht 6284 der

Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft DLG e.V.
Testzentrum Technik und Betriebsmittel
Max-Eyth-Weg 1
64823 Groß-Umstadt
Tel. 069 24788 600
Fax 069 24788 690
www.dlg.org

vor. Der o.g. Prüfbericht 6284 bescheinigt das Bestehen des sog. DLG SIGNUM TESTS.

Im Rahmen der SIGNUM TESTS der DLG werden die Einsatzgrenzen der geprüften Systeme genannt. Im Falle des von der DLG geprüften Abluftreinigungssystems sind dies (siehe Fazit im Prüfbericht 6284):

- eine Filterflächenbelastung von maximal $2.800 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$,
- ein pH-Wert im Prozesswasser zwischen pH 6,5 und pH 7,2 und
- als Regelparameter für das Abschlammwasser ein maximaler Leitwert von 20 mS cm^{-1} .

Weiter heißt es im Prüfbericht 6284 der DLG auf der dortigen Seite 4: „Eine intermittierende Betriebsweise der eingesetzten Umwälzpumpen zur Berieselung wird nicht zertifiziert, da sonst die Anforderungen des DLG-Prüfrahmens* nicht erfüllt werden“ (*siehe DLG-Prüfrahmen Abluftreinigungssysteme für Tierhaltungsanlagen, Stand 2015, http://2015.dlg.org/fileadmin/downloads/tests/Abluftreinigung_Tierhaltung.pdf).

Die Firma RIMU-Agrartechnologie GmbH hat im Rahmen der technischen Weiterentwicklung des Abluftreinigungssystems gegenüber der im DLG-Prüfbericht 6284 beschriebenen Anlage zwischenzeitlich folgende Veränderungen am System vorgenommen:

- eine höhere Filterflächenbelastung, um so unter sonst gleichen Bedingungen die Investitionskosten für den Anwender senken zu können,
- anstelle einer Dauerberieselung mit immer gleicher Wassermenge eine Dauerberieselung mit variierbaren Wassermengen im sog. „Sinusbetrieb“, um die Energiekosten der Wasserhebung für den Anwender senken zu können (Firmeninformation: *Sinusbetrieb. Die Umwälzpumpe wird über den Frequenzumrichter angesteuert. Dabei wird ein sogenannter Sinusbetrieb gefahren. Der untere Bereich der Sinuskurve wird auf $0,30 \text{ m}^3/\text{h m}^2$, der obere Bereich auf $0,70 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ eingestellt. Der Frequenzumrichter lässt die Pumpe anhand dieser einprogrammierten Daten entlang der Kurve hoch- und runterfahren. Ein Sinusintervall beträgt 10 Minuten.*) und
- eine Anhebung des Regelparameters für das Abschlammwasser auf einem maximalen Leitwert von 30 mS cm^{-1} , um die zu entsorgende Abwassermenge für den Anwender reduzieren zu können.

Eine gegenüber dem DLG-Prüfbericht 6284 so geänderte Abluftreinigungsanlage wurde installiert und in Betrieb genommen auf dem landwirtschaftlichen Betrieb von

Herrn Falk Voß-Hagen

Am Standort Schlagsdorfer Straße, in der Gemarkung Petersdorf in der Flur 4

23769 Fehmarn, auf der Insel Fehmarn in Schleswig-Holstein

Die sich dort in Betrieb befindende Abluftreinigungsanlage wurde für 4.500 Mastschweineplätze mit einem Endgewicht von 120 kg/Tier bei einer Filterflächenbelastung von $3.985 \text{ m}^3 \text{m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ausgelegt (siehe Auszug aus der Auslegungsbescheinigung auf Seite 8 des Messberichtes 20160804-1490 der LUFA Nord-West über die Sommermessungen).

Im Rahmen der durch die LUFA Nord-West vorgenommenen Messungen sollte festgestellt werden, ob die vermessene Anlage die vom Hersteller genannten Ziele erreicht und den Vorgaben des Filtererlasses II des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Kli-

maschutz als Gem. RdErl. d. MU, d. MS u. d. ML vom 02.05.2013 in der Fassung vom 23.09.2015, Aktenzeichen 33—40501/207.1 entspricht.

3 Prüfergebnisse

Die folgende Darstellung der Prüfergebnisse erfolgt nach der Systematik des Filtererlasses II des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz als Gem. RdErl. d. MU, d. MS u. d. ML vom 02.05.2013 in der Fassung vom 23.09.2015, Aktenzeichen 33—40501/207.1, entsprechend der dortigen Anlage zum Erlass.

3.1 Vom Hersteller zu erfüllende Antragsvoraussetzungen

Die folgenden Angaben sind dem Messbericht 20160804-1490 der LUFA Nord-West entnommen.

Tabelle 3.1: Vom Hersteller zu erfüllende Voraussetzungen

Ziff.	Voraussetzung	Prüfergebnis
3.1 a)	Detaillierte Funktionsbeschreibung des Abluftreinigungssystems mit Grundrissen, Schnitten und genauen Abmessungen	Liegt vor.
3.1 b)	Dimensionierungsplan <ul style="list-style-type: none"> - Filterflächenbelastung - Filtervolumenbelastung - Berieselungsdichte - Abschlämmung Technische Sollwerte <ul style="list-style-type: none"> - pH-Wert - Druckverlust - Leitfähigkeit - ... 	$< 3.985 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ $< 2.214 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ $< 1,1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ (durchgängig, Sinusbetrieb) Nach Leitfähigkeit pH 6,5-6,7 $< 100 \text{ pa}$ $< 30 \text{ mS cm}^{-1}$
3.1 c)	Beschreibung des zu untersuchenden Haltungssystems <ul style="list-style-type: none"> - Tierart - Haltungsverfahren - Fütterung - Lüftungsanlage - Medienlagerung - ... 	Schweineaufzucht resp. Schweinemast, 4.500 TP Strohlos, Vollspaltenboden, abteilweise Rein-Raus Flüssigfütterung mit Molkeprodukten Unterdrucklüftung, Zuluft durch Deckenventile.
3.1 d)	Beschreibung des ordnungsgemäßen Betriebes mit Steuerung der maßgeblichen Parameter <ul style="list-style-type: none"> - Benutzerhandbuch - Manuelles Betriebstagebuch - Elektronisches Betriebstagebuch 	Liegt vor. Liegt vor. Liegt vor.
3.1 e)	Revisions- und Wartungsplan	Liegt vor.
3.1 f)	Leistungs- und Dimensionierungsangaben maßgeblicher Anlagenbestandteile <ul style="list-style-type: none"> - Füllkörper - Pumpen - Düsen - Messgeräte - ... 	Liegen vor. Liegt vor. Liegen vor. Liegen vor.

3.2 Durchführungsvoraussetzungen

a) Akkreditierung des Prüflabors: Das Prüflabor, die LUFA Nord-West, Zentrale Jägerstraße 23 – 27, 26121 Oldenburg ist mit ihrem Institut für Boden und Umwelt durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH nach der Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-PL-14165-01-00 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005, Gültigkeitsdauer: 06.06.2017 bis 29.04.2019, Ausstellungsdatum: 06.06.2017, nach Ziff. 1.6.2 Immissionsschutzrechtlich geregelte Tätigkeitsfelder, Gruppe I.1, Aufgabenbereiche, G, P, O; siehe Seite 40 ff. der Urkunde entsprechend den Anforderungen des Filtererlasses II des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz als Gem. RdErl. d. MU, d. MS u. d. ML vom 02.05.2013 in der Fassung vom 23.09.2015, Aktenzeichen 33—40501/207.1 akkreditiert (Quelle: <http://www.dakks.de/as/ast/d/D-PL-14165-01-00.pdf>).

b) Expertise der begutachtenden Stelle (Selbstauskunft): Die begutachtende Stelle, das Ingenieurbüro Prof. Dr. Jörg Oldenburg, namentlich Herr Prof. Dr. Jörg Oldenburg, ist von der IHK öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Emissionen und Immissionen sowie Technik in der Innenwirtschaft (Lüftungstechnik von Stallanlagen), Bestelungskörperschaft: IHK Neubrandenburg für das östliche Mecklenburg-Vorpommern, für die Sachgebiete 7505, 4400 und 4420 (Quelle: <http://svv.ihk.de/svv/content/home/sachverstaendiger.ihk?cid=59>). Prof. Dr. Jörg Oldenburg hat in 1989 über das Thema Geruchs- und Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung promoviert (KTBL-Schrift 333), ist seit 1991 als öffentlich bestellter und vereidigter Gutachter in diesem Bereich tätig, war zwischen 1993 und 2000 als Hochschullehrer für die Fächer Landtechnik und landwirtschaftliche Verfahrenstechnik an der Fachhochschule Neubrandenburg tätig, ist seit 2000 Inhaber des gleichnamigen Ingenieurbüros, war Inhaber eines (mittlerweile abgelaufenen) Patentes zur Abluftreinigung, war bis 2008 geschäftsführender Gesellschafter der Firma AGROFILTER GmbH, Alfstedt und hat in dieser Zeit um die 70 Biofilter für die Abluftreinigung in Tierhaltung und Futtermittel- und Lebensmittelindustrie und Wäscher für die Futtermittel- und Lebensmittelindustrie verantwortlich mit konzipiert, in Verkehr gebracht und regelmäßig kontrolliert.

Unabhängigkeit der begutachtenden Stelle (Selbstauskunft): Prof. Dr. Jörg Oldenburg ist weder verwandt noch verschwägert mit den im hier beantragenden Unternehmen oder dem Prüflabor arbeitenden Personen. Wirtschaftliche Verflechtungen über das reine Auftraggeber-/Auftragnehmer-Verhältnis hinaus bestehen nicht. Anderweitige Interessenskonflikte liegen nicht vor. Der Arbeitszeitanteil dieser Begutachtung an den im Jahr 2017 erwartet zu leistenden Arbeitsstunden im Ingenieurbüro Prof. Dr. Oldenburg insgesamt beträgt näherungsweise unter 1 %. Diese Begutachtung hat keine relevanten Auswirkungen auf die wirtschaftlichen Verhältnisse des Gutachters.

3.3 Messprogramm

Tabelle 3.3.1: Messprogramm diskontinuierlich

Ziff.	Voraussetzung	Prüfergebnis
3.3.1	Messprogramm bei <u>kontinuierlichen</u> Hal- tungsverfahren je achtwöchig im Winter und im Sommer <ul style="list-style-type: none"> - u.a. minimale Besatzdichte im Winter - u.a. maximale Besatzdichte im Sommer 	Es handelt sich bei der untersuchten Schweinemast um ein kontinuierliches Verfahren im Sinne dieser Prüfung. Minimalbesatz am 13. März 2017 mit 2.087 Tieren auf 4.500 Plätzen bei 5,7° C Außentemp., minimale Außentemperatur am 14. Februar 2017 mit -2,9 ° C mit 3.740 Tieren auf 4.500 Plätzen. Maximalbesatz am 5. September 2016 mit 4.489 Tieren auf 4.500 Plätzen bei 26,8° C Außentemp., dies war gleichzeitig der wärmste dokumentierte Tag.
3.3.2	Vollständige und zusammenhängende Durchgänge	Der Bestand wird abteilweise geführt. Es sind durchgängig Tiere im Gesamtstall vorhanden gewesen.
3.3.3	Vor Beginn des Messprogramms 4 Wo- chen fahren der Anlage im Regelbetrieb, Nachweis über ETBT	Ist erfolgt. Sommermessungen: Beginn der Aufzeichnungen des ETBT am 1. August 2016, Beginn der Messungen am 30. August 2016 (erste Geruchsmessung). Ende der Messungen am 14. November 2016 (Randparameter, Staub). ETBT-Werte liegen vor bis 28. November 2016. Die Abluftreinigung war zwischen den Messkam- pagnen durchgängig in Betrieb. Wintermessungen: Beginn der Aufzeichnungen des ETBT am 31. Januar 2017, Beginn der Messungen am 31. Januar 2017 (Randparameter, erste Ge- ruchsmessung). Ende der Messungen am 4. April 2017 (Prozessparameter). ETBT-Werte liegen vor bis 4. April 2017.
3.3 a)	Geruch (wöchentlich)	Bei den Sommermessungen näherungsweise durchgängig (keine Messung am 12. September 2016), zum Teil Abstände zwischen den Messungen von 5 bis 8 Tagen. Bei den Wintermessungen vom 8. Februar 2017 bis zum 27. März 2017 wöchentlich.
3.3 b)	Gesamtstaub (wöchentlich) <ul style="list-style-type: none"> - PM 10 je zweimal im Winter und Sommer - PM 2,5 je zweimal im Winter und Sommer 	8 Messungen wöchentlich bei den Wintermessun- gen, 8 Messungen näherungsweise in wöchentli- chen Abständen bei den Sommermessungen. Daten liegen vor. Daten liegen vor.
3.3 c)	Anzahl und Gewicht der Tiere (wöchent- lich)	Daten liegen vor.
3.3 d)	Temperatur (wöchentlich) im Stall, im Rohgas und	Außentemperaturen liegen vor (Tabelle 1). Stall = näherungsweise Rohgastemperatur.

Ziff.	Voraussetzung	Prüfergebnis
	im Reingas	Roh- und Reingas: Tabellen 6, 7 und 8 (Staub), 9 und 10 (Geruch), 11 und 12 (Ammoniak), 13 (Aerosolaustrag). Reingas: Waschwassertemperatur liegt vor (Tabelle 3 und ETBT). Ablufttemperaturen liegen vor (ETBT).
3.3 e)	Relative Feuchte (wöchentlich) im Stall, im Rohgas und im Reingas	Außenfeuchten liegen vor (Tabelle 1). Stall = näherungsweise Rohgasfeuchte. Roh- und Reingas: Tabellen 6, 7 und 8 (Staub), 9 und 10 (Geruch), 11 und 12 (Ammoniak), 13 (Aerosolaustrag). Reingasfeuchte wurde nicht gemessen. Sollte nahe 100 % liegen.
3.3 f)	Luftvolumenstrom (wöchentlich), zur Kontrolle	Daten liegen vor.
3.3 g)	Druckverlust (wöchentlich)	Daten liegen im ETBT vor.
3.3 h)	Temperatur, pH-Wert und Leitfähigkeitswert im Waschwasser (wöchentlich)	Daten liegen vor.
3.3 i)	Medienverbräuche/Zählerstände (wöchentlich) <ul style="list-style-type: none"> - Frischwasser - Abwasser - Energie - Säure - Lauge - Andere Stoffe 	Daten zu Frischwasser, Abwasser, Energie und Säureverbrauch liegen vor.
3.3.4	Freisetzung von Aerosolen zweimal unter Sommerbedingungen	Daten liegen vor.

Tabelle 3.3.2: Messprogramm online resp. kontinuierlich

Ziff.	Voraussetzung	Prüfergebnis
3.3 A)	Volumenstrom (m ³ /h)	Es handelt sich bei der untersuchten Schweinemast um ein kontinuierliches Verfahren im Sinne dieser Prüfung. Daten liegen vor.
3.3 B)	Ammoniak in Roh- und Reingas (über die gesamte Messzeit), ein Messpunkt auf Tierhöhe	Daten liegen vor (Reparatur der Säuredosierung am 26. und 27. September 2016, Datenlücke wegen Technikausfall vom 24. Februar bis 7. März 2017 und wegen Stromausfall am 11. März 2017). Daten liegen vor (Datenlücke wegen Technikausfall vom 18. bis 24. Oktober 2016 und wegen Stromausfall am 11. März 2017).
3.3 C)	Jeweils im Roh- und Reingas - NO - NO ₂ - N ₂ O	Daten für das Reingas liegen vor. Im Rohgas wurden keine kontinuierlichen Messungen durchgeführt, weil sich bei den diskontinuierlichen Messungen zum Aerosolaustrag im Rohgas jeweils bestätigt hat, dass kein NO ₂ im Rohgas gefunden wurde (siehe Tabellen 13 in den Messberichten).
3.3.5	N-Bilanzierung, mindestens einmal - im Sommer (emissionsträchtiger Zeitraum) - im Winter Nachweis über den Verbleib des Stickstoffs Vermeidung von Sekundäremissionen - Ammonium Wassertropfen - Sekundäre Spurengase Plausibilisierung des Gesamtverfahrens	Daten liegen vor. Ist erfolgt. Wurde durch Messungen bestätigt. Wurde durch Messungen bestätigt Siehe Kapitel 4 dieses Gutachtens.

3.4 Elektronisches Betriebstagebuch (ETBT) und andere Aufzeichnungen

Tabelle 3.4: Messprogramm online resp. kontinuierlich

Ziff.	Voraussetzung	Prüfergebnis
3.4	Speicherung aller relevanten Daten als Halbstunden-Mittelwerte über die letzten drei Jahre	Speicherung der relevanten Daten erfolgt als Halbstunden-Werte.
3.4 a)	Energieverbrauch (kWh/TP a) - Situativ - Kumulativ	Daten liegen vor.
3.4 b)	Medienverbrauch (TP a), kumulativ - Frischwasser - Säure - Lauge - Additive - Sonstige	Daten liegen vor. Es wurde ausschließlich Frischwasser und Säure, jedoch keine Lauge oder sonstige Additive verwendet.
3.4 c)	Tierplatzbezogen und kumulativ - Frischwasser - Abschlammung	Grunddaten zur Berechnung liegen vor.
3.4 d)	Volumenstrom (m ³ /h oder %)	Daten liegen vor.
3.4 e)	Rohlufttemperatur und –feuchte - °Celsius - %	Daten liegen vor.
3.4 f)	Reinlufttemperatur und –feuchte - °Celsius - %	Daten liegen vor.
3.4 g)	Differenzdruck der ARA (Pa)	Daten liegen vor.
3.4 h)	pH-Wert Leitfähigkeit	Daten liegen vor.
3.4 i)	Umwälzmenge des Waschwassers	Daten liegen vor.

3.5 Mindestanforderungen an die Reinigungsleistung sowie sonstige Anforderungen

Der Gem. RdErl. d. MU, d. MS u. d. ML vom 02.05.2013 in der Fassung vom 23.09.2015, Aktenzeichen 33—40501/207.1 formuliert in der dortigen Anlage unter Ziff. 5 folgende Mindestanforderungen, die an zuzulassende Abluftreinigungsanlagen zu stellen sind.

Tabelle 3.5: Mindestanforderung an die Reinigungsleistung von Abluftreinigungsanlagen

Parameter	Mindestanforderung	Bemerkungen	Prüfergebnis
Ammoniak	70 %	alle HSMW ¹⁾ > 70 %	Wird erreicht.
N-Entfrachtung ²⁾	70 %	Im Winter und im Sommer	Wird erreicht.
Gesamtstaub	70 %	jeder Messwert über 70 %	Wird erreicht.
PM10 und PM 2,5 (Option) ⁵⁾	70 %	jeder Messwert über 70 %	Wird erreicht.
Geruch	Maximal 300 Geruchseinheiten/m ³ im Reingas ³⁾ , k.R.w. ⁴⁾	gilt für jeden Wert gilt für jeden Wert	Wird erreicht. Wird erreicht.

¹⁾ HSMW: Halbstundenmittelwert

²⁾ Unter N-Entfrachtung wird verstanden, dass mindestens 70 % des mit dem Rohgas während des Bilanzzeitraumes eingetragenen Stickstoffs in handhabbarer Form aus dem System entfernt wird (z.B. als Abschlammwasser).

³⁾ Gilt nur für die Schweinehaltung. Der Grenzwert beinhaltet noch keine Messunsicherheit.

⁴⁾ K.R.w.: kein Rohgasgeruch im Reingas wahrnehmbar.

⁵⁾ Der Hersteller kann entscheiden, ob die Messwerte im Messbericht berücksichtigt werden, aber dann sind die Mindestanforderungen einzuhalten.

4 Die Prüfergebnisse im Einzelnen

Tabelle 4.1: Messergebnisse der LUFA Nordwest (Berichts-Nr.: 20160804-1490)

Messkomponente	n	Grenzwert (Konzentration) [GE m ⁻³]	Minimum (Konzentration) [GE m ⁻³]	Maximum (Konzentration) [GE m ⁻³]	Geo. Mittelwert (Konzentration) [GE m ⁻³]
Geruch	48	300	59	288	123
		Geforderte Abscheidung [%]	Minimum (Abscheidung) [%]	Maximum (Abscheidung) [%]	Mittelwert (Abscheidung) [%]
Gesamtstaub	16	70	70	94	81
PM10 – Staub	4	70	75	88	80
PM2,5 - Staub	4	70	86	98	93
Ammoniak	2020	70	72	96	88
N-Entfrachtung	2	70	72	96	88

Tabelle 4.2: Aus dem Messbericht der LUFA Nordwest, den Firmeninformationen und dem ETBT abgeleitete Daten

Parameter	Werte	
Tierplätze (n)	4.500	
	Winter	Sommer
Mittlerer Tierbestand (n)	2.975	2.857
Belegungsdichte	66 % (46,4 - 95,0 %)	63 % (49,0 - 99,8 %)
Umlaufwasser (m ³ h ⁻¹)	47,4	48,7
Berieselungsdichte (m ³ m ⁻² h ⁻¹)	0,47	0,49
pH-Wert Waschwasser	5,7 – 6,3	4,7 - 6,9
Median	6,0	6,2
Mittelwert	6,03	6,23
Standardabweichung	0,37	0,22
	je Tierplatz	je eingestalltem Tier
Wasserverbrauch (m ³ p.a.)	0,54	0,83
Säureverbrauch (l p.a.)	1,40	2,18
Abschlammung (m ³ p.a.)	0,27	0,42
Energieaufwand Wäscher (kWh p.a.)	5,74	8,86
Energieaufwand Lüftung (kWh p.a.)	13,05	20,29

4.1 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse

Die im Gem. RdErl. d. MU, d. MS u. d. ML vom 02.05.2013 in der Fassung vom 23.09.2015, Aktenzeichen 33—40501/207.1 in der dortigen Anlage unter Ziff. 5 formulierten Mindestanforderungen, die an zuzulassende Abluftreinigungsanlagen zu stellen sind, wurden für die hier zu prüfende Anlage ausweislich der zur Verfügung stehenden Unterlagen durchgängig eingehalten.

Stallplatzkapazität vs. Belegung

Im Rahmen des Prüfverfahrens war die Stallanlage eher selten vollständig belegt. Dies ist auch in anderen Stallanlagen üblicherweise der Fall. In diesem Fall gab es jedoch auch Phasen mit relativ geringer Belegungsdichte. Im Zusammenhang mit diesem Prüfverfahren stellt sich die Frage, ob die vorgefundene Belegungsdichte relevante Auswirkungen auf das Prüfergebnis haben kann.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine geringere Belegung zu einer entsprechenden geringeren Luftumwälzung im Stall und, unter sonst gleichen Bedingungen, zu einer geringeren spezifischen Filterflächen- und Filtervolumenbelastung führt.

Um den Unterschied zwischen vorhandener Tierplatzzahl und tatsächlicher Tierzahl im Stall hinsichtlich seiner Auswirkungen auf die erarbeiteten Kennzahlen verdeutlichen zu können, sind in der o.g. Tabelle 4.2 beide Bezüge gewählt worden.

Wechselweise Probenahme für Gerüche

Dass die Messungen innerhalb der Messperioden wechselweise an Stall 1 und Stall 2 stattgefunden haben, ist aus diesseitiger Sicht nicht relevant für die Beurteilung der festgestellten Leistung der untersuchten Abluftreinigungsanlage. Bei Würdigung aller vorliegenden Messdaten werden hier keine signifikanten Diskrepanzen erwartet.

Messperioden der Sommer- und Wintermessungen und Einzelmesstage

Aufgrund von anfänglich nicht vollständiger Datenaufzeichnung im Elektronischen Betriebs-tagebuch ETBT durch Probleme mit einzelnen Sensoren liegen die ausreichend umfangreichen Daten des ETBT nicht schon für die ersten Einzelmesstage bei hohen Zulufttemperaturen im Sommer 2016 vor.

Für die Sommermessungen konnten einzelne Messtage im August und September 2016 durchgeführt werden (30.08.2016 und 05.09.2016). Diese Messtage sind hinsichtlich aller benötigten Parameter vollständig dokumentiert. Die durchgängigen Aufzeichnungen im ETBT beginnen jedoch erst ab dem 19.09.2016, 0.00 Uhr und reichen bis zum 14.11.2016, 24.00 Uhr. Aus diesseitiger Sicht ist diese Verschiebung des Messzeitraumes mit einer Verlagerung bis in den November 2016 hinein im Hinblick auf die Aussagekraft des Messprogramms wegen der umfangreich dokumentierten Einzelmesstage vor Beginn der vollständigen Aufzeichnungen im ETBT unproblematisch. Die Aussagekraft und Belastbarkeit der vorgelegten Messergebnisse wird nach diesseitiger Einschätzung dadurch nicht beeinträchtigt.

Während der Wintermessperiode vom 31.01.2017, 0.00 Uhr bis zum 27.03.2017, 24 Uhr lagen alle Einzelmesstage innerhalb des Aufzeichnungszeitraumes des ETBT.

Berieselungsdichte

Die ausgelegte Berieselungsdichte in Höhe von 0,3 und 0,7 m³ m² h⁻¹ führt kalkulatorisch zu einer mittleren Berieselungsdichte von im Mittel 0,5 m³ m² h⁻¹.

Die im untersuchten Betrieb zur Hebung und Verteilung des Waschwassers verbaute Pumpe ist eine „MUNSCH Cantilever-Vertikalpumpe, Typ TPC-B 100-65-200“, ausgelegt für einen Förderstrom von bis zu 55 m³ h⁻¹. Die Nennleistung des antreibenden Elektromotors beträgt ausweislich des Datenblattes 4 kW. Laut ETBT betrug die mittlere Leistungsaufnahme der Pumpe während der Wintermessperiode ca. 3,0 kW und während der Sommermessperiode ca. 2,9 kW.

Ausweislich des ETBT betrug die Fördermenge der Pumpe im Durchschnitt $47,9 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Daraus errechnet sich eine tatsächliche Berieselungsdichte während der Wintermessungen in Höhe von $0,47 \text{ m}^3 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$ und während der Sommermessungen von $0,49 \text{ m}^3 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$.

Eingesetzte Füllkörper

Nach den vorliegenden Firmeninformationen werden in der untersuchten Anlage folgende Füllkörper eingesetzt:

Tabelle 4.3: Aufbau und Typ der eingesetzten Füllkörper und Düsen

Max. Filterflächenbelastung	3.985	m^3/h und m^2
eingesetzter Füllkörpertyp 1. Lage: 0,30 m	NET 150 (Walutech)	
Material Füllkörper	PP	
spezifische Oberfläche Füllkörper	150	m^2/m^3
eingesetzter Füllkörpertyp 2. Lage: 0,30 m	CF 327 (Walutech)	
Material Füllkörper	PP	
spezifische Oberfläche Füllkörper	120	m^2/m^3
eingesetzter Füllkörpertyp 3.-6.Lage: 1,20 m	CF 312 (Walutech)	
Material Füllkörper	PP	
spezifische Oberfläche Füllkörper	240	m^2/m^3
Eingesetzter Tropfenabscheider	TEP260 (Walutech)	
Höhe Tropfenabscheider	260	mm
Material Tropfenabscheider	PP	
eingesetzte Wasserdüsen	Tangential Vollkegeldüse	
Anzahl Wasserdüsen	144	Stück
Wasserleistung/Düse (0,5 bar Vordruck)	13	l/min
Anzahl Düsen pro m^2 Wäschergrundfläche	ca. 1,45	Stück/ m^2

Bei den eingesetzten Düsen handelt es sich um die Baureihe 422/423 der Firma LECHLER.

Geruchsminderung bei maximalem Emissionsmassenstrom

Trotz der nicht durchgängig vollständigen Belegung aller Stallabteile war es gleichwohl im Rahmen des Messprogramms möglich, die für eine Abluftreinigung grundsätzlich kritische Situation z.B. bei einer maximalen Befrachtung mit zu reinigenden Stoffen messtechnisch zu erfassen. Diese Situation war am Messtag unter Sommerbedingungen, dem 5. September 2016, der Fall: bei einer für den Standort Fehmarn außergewöhnlich hohen Außentemperatur von $26,8 \text{ °Celsius}$, einer Stallbelegung von 4.489 Tieren auf 4.500 Stallplätzen mit einem Durchschnittsgewicht von $92,4 \text{ kg Tier}^{-1}$ (was näherungsweise einer Situation entspricht, wenn die Stallanlage vollständig in Rein-Raus-Belegung betrieben würde, was bei einer Stallanlage dieser Größe üblicherweise niemals der Fall ist) lief die Lüftungsanlage erwartungsgemäß unter Vollast. Auch in dieser Situation wurde kein Rohgasgeruch im Reingas gefun-

den (siehe Tabelle 15 des Messberichtes 20160804-1490 der LUFA Nordwest). Die gemessene Reingaskonzentration lag in dieser Situation mit 104 GE m^{-1} deutlich unter der zulässigen Zielgröße von 300 GE m^{-1} .

Im Rahmen der Erstellung dieses Prüfberichtes wurden die spezifischen Geruchsemissionen aus der untersuchten Anlage über die gemessenen Rohgaskonzentrationen berechnet. Diese Kalkulation ist aufgrund der vorliegenden Datenlage nur näherungsweise möglich. Auf Basis der vorliegenden Daten errechnet sich eine spezifische mittlere Geruchsemission in Höhe von $44 \text{ GE s}^{-1} \text{ GV}^{-1}$. Der in der VDI-Richtlinie 3894, Blatt 1 (2011) genannte aus der KTBL-Schrift 333 (1989) zitierte spezifische Emissionsmassenstrom beträgt für vergleichbare Stallsysteme $50 \text{ GE s}^{-1} \text{ GV}^{-1}$. Man kann daher davon ausgehen, dass die Rohgasemissionen der untersuchten Stallanlage im Rahmen des für diese Stallanlagen üblichen Emissionsverhaltens für Gerüche liegen.

Ammoniakemissionsminderung

Während bei Geruch im Reingas kein Rohgasgeruch vorkommen darf und die maximale Emissionskonzentration mit 300 GE m^{-3} festgelegt ist, sind bei allen anderen Stoffen Mindestabscheidungsgrade vorgegeben.

Die Ammoniakminderung betrug in allen untersuchten und dokumentierten Situationen $> 70 \%$. Speziell bei den Stickstofffraktionen kann es während des Reinigungsprozesses durch chemische Umsetzungen innerhalb der Abluftreinigungsanlage zur Bildung von Sekundärgasen, insbesondere nitrosen Gasen, ergo oxydierten Stickstoffformen kommen.

Es besteht grundsätzlich die Gefahr, dass sich ein hoher mathematischer Wirkungsgrad bei der Reduzierung von Ammoniakemissionen nicht durch ein Zurückhalten von Ammoniak im Waschwasser, sondern durch eine Umwandlung der Stickstoffverbindungen in flüchtige nitrose Gase ergibt. Auch wenn es für nitrose Gase derzeit keine belastbaren Emissionsgrenzwerte gibt (die in der TA-Luft 2002 unter Ziff. 5.2.4 in Klasse IV genannten Emissionsgrenzen sind im Regelfall auf Stallanlagen wegen der Mengenschwellen nicht begrenzend anwendbar), soll beim Einsatz von Abluftreinigungen grundsätzlich vermieden werden, durch die Abluftreinigung Sekundäremissionen in Form von nitrosen Gasen zu erzeugen.

Deshalb wird im Rahmen des Messprogramms zur Feststellung der grundsätzlichen Eignung einer Abluftreinigungsanlage zusätzlich die N-Entfrachtung insgesamt ermittelt. Im hier vorliegenden Fall weist der Messbericht eine N-Entfrachtung in Höhe der Ammoniakreduktion aus. Man kann daher trotz der geringen Anzahl der Messungen näherungsweise davon ausgehen, dass eine Umwandlung von Ammoniak in nitrose Gase an der untersuchten Abluftreinigungsanlage im Messzeitraum eher nicht stattgefunden hat.

Im Rahmen der Erstellung dieses Prüfberichtes wurden die spezifischen Ammoniakemissionen aus der untersuchten Anlage über die gemessenen Rohgaskonzentrationen berechnet. Diese Kalkulation ist aufgrund der vorliegenden Datenlage nur näherungsweise möglich: auf Basis der vorliegenden Daten errechnet sich für den Rohgasstrom eine spezifische mittlere Ammoniakemission in Höhe von $\sim 1,87 \text{ kg NH}_3 \text{ Tier}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Der in der VDI-Richtlinie 3894, Blatt 1 (2011) genannte aus der TA-Luft 2002 zitierte spezifische Emissionsmassenstrom beträgt für vergleichbare Stallsysteme $3,64 \text{ kg NH}_3 \text{ Tierplatz}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Der in der TA-Luft 2002 genannte Emissionsfaktor ist damit, davon ausgehend dass Stallanlagen im Mittel immer weniger als zu 100 % belegt sind, mehr als doppelt so hoch wie in der fraglichen Stallanlage im Rahmen des hier durchgeführten Messprogramms ermittelt wurde (die Ursachen hierfür werden im Bereich der Fütterung und der Luftführung im Stall oberhalb der Gülleoberflächen liegen, werden in diesem Verfahren jedoch nicht genauer untersucht).

Da sich hohe Wirkungsgrade bei hohen Rohgaskonzentrationen erfahrungsgemäß leichter einstellen als bei niedrigen Rohgaskonzentrationen, ist die an der untersuchten Abluftreinigungsanlage festgestellte Reinigungsleistung entsprechend (als sehr gut) einzuschätzen.

Staubemissionen

Die im Abluftreinigungserlass geforderten Minderungsgrade werden ausweislich des Messberichtes sowohl für PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ und auch für Gesamtstaub deutlich eingehalten.

Energieaufwand für den Wäscher

Da der Wäscher unabhängig von der Stallbelegung und von der Jahreszeit und damit vom jeweils aktuellen Luftwechsel im Stall im Sinusbetrieb berieselt wird, ist der Elektroenergieverbrauch auf die Stallplatzkapazität und nicht auf den tatsächlichen Tierbestand zu beziehen. Der Energieaufwand für den Wäscher ist von der abzureinigenden Fracht und den Strömungswiderständen im Wäscher unabhängig. Der Energieaufwand für den Wäscher ergibt sich ausschließlich aus der für die Wasserpumpe notwendigen Elektroenergie.

Energieaufwand für die Lüftung

Weil die geförderte Luftmenge zur Belüftung der Tiere im Stall und damit für die Versorgung der Tiere mit Frischluft und zur Abfuhr der Raumlasten vor allem vom tatsächlichen Tierbestand abhängig ist, ist der Elektroenergieverbrauch auf den tatsächlichen Tierbestand zu beziehen und nicht auf die Stallplatzkapazität. Es ist jedoch zu beachten, dass der Energieaufwand für die Lüftung nicht nur vom Strömungswiderstand in der Abluftreinigungsanlage, sondern auch vom Anlagenwiderstand der Lüftungsanlage im Stall abhängig ist. Deshalb ist

ein Vergleich dieser Kennzahl mit anderen Prüfberichten mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet.

Eine Kennziffer, die in diesem Zusammenhang belastbarer zu nutzen ist, ist der Lüftungswiderstand der Abluftreinigungsanlage bei maximaler Belastung. Das ETBT weist hier bei einer Auslastung von 100 % einen Lüftungswiderstand in der Abluftreinigungsanlage von ca. 45 Pascal aus.

Es ist jedoch auch zu beachten, dass der jeweilige Strömungswiderstand nicht nur vom jeweiligen Luftdurchsatz und den verwendeten Füllkörpern, sondern auch vom Biofilm auf den Füllkörpern abhängig ist. Der jeweilige Biofilm entwickelt sich in Abhängigkeit von Temperatur, pH-Wert und der in die Abluftreinigungsanlage eingetragenen Stoffen. Letztere hängen vor allem von den verwendeten Futtermitteln ab. Je nach Stärke des aktuellen Biofilms kann der jeweilige Strömungswiderstand sehr unterschiedlich sein.

Da insbesondere die Fütterung in verschiedenen Stallanlagen sehr unterschiedlich sein kann, ist es kaum möglich, im Rahmen der hier beurteilten Messungen allgemeingültige Aussagen zu den Strömungswiderständen zu treffen.

4.2 Vergleich der Kennzahlen DLG-Prüfbericht 6284 mit Prüfbericht 17.181

In der hier zu prüfenden Abluftreinigungsanlage wurden nach Aussage der Beteiligten die gleichen Füllkörpermaterialien eingesetzt, wie sie im Rahmen der DLG-Prüfung verwendet worden sind. Im Rahmen der DLG-Prüfung wurden zwei Füllkörpertypen eingesetzt. Die untersten Füllkörperlagen haben die Aufgabe, die Anströmung in den Wäscher zu vergleichmässigen. Die zweite Lage ist der eigentliche Wäscherfüllkörper.

Das Füllkörperpaket weist in den Anlagen, die im Rahmen der DLG-Prüfung untersucht worden sind, ausweislich des DLG-Prüfberichtes 6284 eine Höhe von 1,5 m auf, zuzüglich eines Tropfenabscheiders mit einer Höhe von 0,14 m.

Der dieser Prüfung zu Grunde liegende Messbericht 20160804-1490 der LUFA Nordwest weist eine Höhe des Füllkörperpaketes von 1,8 m aus, der Tropfenabscheider weist eine Bauhöhe von 0,26 m auf.

Im Vergleich zur im DLG-Bericht 6284 geprüften Anlage ist die Bauhöhe des Filterpaketes der hier zu prüfenden Anlage einschließlich Tropfenabscheider bei gleichem Füllkörpertyp mit 2,06 m zu 1,64 m um 26 % höher, die maximale spezifische Filterflächenbelastung ist von $2.800 \text{ m}^3 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$ auf $3.985 \text{ m}^3 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$ um 42 % gestiegen, die maximale spezifische Filtervolumenbelastung (kalkulatorisch ohne Tropfenabscheider) ist von $1.866 \text{ m}^3 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$ auf $2.214 \text{ m}^3 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$ um 19 % gestiegen. Gleichwohl ist der im Messzeitraum festgestellte Lüftungswiderstand mit 45 Pascal bei maximaler Belastung etwa gleich hoch wie im DLG-Prüfbericht 6284 beschrieben. Dies deutet auf eine in den jeweiligen Betrieben und Messzeiträumen jeweils unterschiedlich hohe Beladung der untersuchten Füllkörper mit einem Biofilm und/oder auf eine unterschiedliche Verschmutzung hin.

Der zweite wesentliche Unterschied ist neben der höheren Filterflächenbelastung die andere Form der Berieselung. Im zu prüfenden Fall mit der durchgängigen Dauerberieselung im sog. „Sinusbetrieb“ wurde an der untersuchten Anlagen im Untersuchungszeitraum ein Energieaufwand von $5,7 \text{ kWh TP}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ermittelt, im Vergleich zu einem mittleren Energieaufwand in Höhe von $18,2 \text{ kWh TP}^{-1} \text{ a}^{-1}$, wie er bei der vorherigen Form der Berieselung im DLG-Prüfbericht 6284 genannt wurde.

5 Zusammenfassung

Die von der LUFA Nordwest untersuchte Abluftreinigung der Firma RIMU Agrartechnologie GmbH, installiert an einem Schweinemastbetrieb auf der Ostseeinsel Fehmarn, erfüllte unter den genannten Rahmenbedingungen alle Vorgaben, die aus dem Prüfrahen des Filtererlasses II des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz als Gem. RdErl. d. MU, d. MS u. d. ML vom 02.05.2013 in der Fassung vom 23.09.2015, Aktenzeichen 33—40501/207.1 resultieren.

Die begutachtete Abluftreinigung ist damit geeignet, die im Erlass formulierten Anforderungen zur Reduzierung von Ammoniak, Staub und Geruch bei der Reinigung der Abluft aus Schweineställen zu erfüllen. Die im Erlass genannten Mindestanforderungen wurden mit dem Einsatz einer Dauerberieselung im sog. „Sinusbetrieb“ und bei einer spezifischen Filterflächenbelastung von bis $3.729 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ erreicht.

Das Gutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

Oederquart, den 20. September 2017


(Prof. Dr. sc. agr. Jörg Oldenburg)



