

Überwachung von biologisch arbeitenden Rieselfiltern in der Mast Schweinehaltung

Jochen Hahne

In der vorliegenden Arbeit wurden 154 Prüfberichte über einstufige, biologisch arbeitende Rieselfilter in der Schweinemast in Hinblick auf Reinigungsleistung und Funktionssicherheit ausgewertet. Grundlage der Bewertung waren die mit dem Landkreis Cloppenburg erarbeiteten Prüfprotokolle. Wesentliche Prüfkriterien waren Ammoniakabscheidung, Beseitigung produktstypischer Gerüche sowie die Nutzbarkeit der elektronischen Betriebstagebücher (EBTB). Anhand dieser Daten wurden die Verläufe von pH-Wert und Leitfähigkeit im Waschwasser und betriebspezifische Kenndaten wie Frischwasserverbrauch, Abschlammrate und Stromverbrauch auf Plausibilität geprüft. Die Ergebnisse zeigen, dass alle Rieselfilter eine Ammoniakabscheidung von mehr als 70% gewährleisteten. Im Mittel betrug der Abscheidegrad 93%. Nur bei vier Anlagen wurden rohgastypische Gerüche im Reingas festgestellt. 87% der EBTB waren umfassend nutzbar. Der pH-Wert wurde bei 79% der Anlagen innerhalb der geforderten Toleranz gehalten. Die Leitfähigkeit wurde bei 90% der Anlagen unter 25 mS/cm gehalten. Die spezifischen Kenndaten zeigten allerdings eine große Spannweite. Der Frischwasserverbrauch bewegte sich zwischen 0,12 und 10,41 m³/(TP · a) und betrug 1,5 m³/(TP · a) im Mittel, Median = 1,1 m³/(TP · a). Die Abschlammrate bewegte sich zwischen 0,07 und 2,19 m³/(TP · a) und lag im Mittel bei 0,45 m³/(TP · a), Median = 0,39 m³/(TP · a). Der alleinige Stromverbrauch der Abluftreinigungsanlage schwankte zwischen 1 und 51 kWh/(TP · a) und lag im Mittel bei 17,6 kWh/(TP · a), der Median lag bei 15,4 kWh/(TP · a). Gegenüber früheren Untersuchungen sind die Reinigungsleistung und die Funktionssicherheit der Rieselfilter weiter verbessert worden. Optimierungsbedarf besteht bei einigen Anlagen jedoch im Hinblick auf die Einhaltung des geforderten pH-Bereiches sowie im allgemeinen Anlagenbetrieb. Dies zeigt sich beispielsweise an zu hohen Frischwasser- und Energieverbräuchen sowie an zu hohen Abschlammraten. Zu hohe Frischwasserverbräuche können beispielsweise durch die mangelhafte Funktion des Tropfenabscheiders verursacht werden. Hohe Energieverbräuche sind oft auf nicht energieeffiziente Umwälzpumpen oder falsch dimensionierte Düsen im Wasserverteilsystem zurückzuführen. Zu hohe Abschlammraten können sich bei falsch geregelten pH-Steuerungen ergeben, bei denen die Säure- und Laugendosierung gegeneinander arbeiten.

Schlüsselwörter

Rieselfilter, Ammoniak, Geruch, Abscheidung, Funktionssicherheit, Überwachung, Kenndaten, Verbrauchswerte

Eignungsgeprüfte Abluftreinigungsanlagen leisten eine wirksame und überprüfbare Emissionsminderung bei zwangsbelüfteten Schweinehaltungen, wenn sie sachgerecht dimensioniert und ordnungsgemäß betrieben werden. Die sachgerechte Dimensionierung und der ordnungsgemäße Anlagenbetrieb verschiedener Abluftreinigungsanlagen sind u. a. in den DLG-Prüfungen konkretisiert (DLG-PRÜFBERICHTE o. J.). Strittig ist, ob die Abluftreinigungsanlagen in der Praxis auch so gebaut und betrieben

werden, wie es in den Prüfberichten dokumentiert und für die Gewährleistung der im Rahmen der Genehmigung geforderten Reinigungsleistung erforderlich ist. Für die Bewertung des ordnungsgemäßen Anlagenbetriebes wurden entsprechende Prüfprotokolle in Zusammenarbeit mit dem Landkreis Cloppenburg entwickelt (HAHNE und GÜNSTER 2015), die auf der Homepage des Landkreises Cloppenburg verfügbar sind (LANDKREIS CLOPPENBURG o. J.). Aufgrund ihres hohen Marktanteils wurden für die vorliegende Untersuchung einstufige, biologisch arbeitende Rieselbettfilter ausgewählt (UMWELTBUNDESAMT 2016).

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, anhand der Auswertung von Prüfberichten nach den Vorgaben des Landkreises Cloppenburg den aktuellen Betrieb von einstufigen Rieselbettfiltern in der Praxis zu beurteilen und weitere Optimierungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Stand des Wissens

Mit einer Auswertung von 265 Literaturquellen liefern MAURER et. al. (2016) einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand von Emissionsminderungstechniken in der Tierhaltung. Die Literatursauswertung ergab beispielsweise für Biofilter Wirkungsgrade von mehr als 66 % für die Abscheidung von Partikeln und flüchtigen organischen Kohlenstoffverbindungen und für Abluftwäscher eine NH_3 -Abscheidung von mehr als 66 %. In dem Artikel wird auf eine Datenbank (IOWA STATE UNIVERSITY o. J.) verwiesen, die für Biofilter eine gute Eignung zur Abscheidung von Schwefelwasserstoff, Geruch, Partikeln und flüchtigen organischen Kohlenstoffverbindungen angibt. Das Potenzial zur Minderung von Ammoniak wird als mittelmäßig angegeben. Abluftwäscher sind hingegen gut zur Abscheidung von Ammoniak, Geruch, Partikeln und flüchtigen organischen Kohlenstoffverbindungen geeignet. Die Literaturzusammenstellung belegt, dass die Abluftwäscher in der Tierhaltung eine wirksame Emissionsminderung gewährleisten können. Offen ist jedoch die Frage, ob die Anlagen in der Praxis dauerhaft funktionieren bzw. so betrieben werden, dass die Emissionsminderung auch langfristig sichergestellt wird.

Ergebnisse zur Überwachung von Abluftreinigungsanlagen sind in der Literatur bislang nur vereinzelt zu finden. In den Jahren 2008, 2009 und 2010 wurden im Landkreis Vechta jeweils 20 % der vorhandenen Abluftreinigungsanlagen (damals 240 Anlagen, 75 % Wäscher, 25 % Biofilter) überprüft (LAMPING 2011). Die Überprüfungen wurden jeweils eine Woche vorher angemeldet. Bei 35 % der überprüften Anlagen wurden keine oder nur geringe Mängel festgestellt, während 45 % der Anlagen erhebliche Mängel und 20 % schwere Mängel aufwiesen oder gar funktionslos waren. Als Hauptursachen wurden mangelnde Wartung durch den Betreiber, mangelnde Unterweisung durch den Anlagenhersteller, die fehlende Wartungsfreundlichkeit sowie zu geringe Materialstandzeiten angeführt. Bei den Abluftwäschern wurden falsche pH-Werte, nicht kalibrierte pH-Sonden, fehlende Säurevorlagen sowie verdeckte bzw. verstopfte Spülleitungen und Düsen als wesentliche Ursachen für die Befunde ermittelt.

Überprüfungen von einstufigen Rieselbettfiltern in den Jahren 2009 bis 2013 im Landkreis Cloppenburg (HAHNE und GÜNSTER 2015) ergaben, dass bei 44 geprüften Anlagen eine mittlere NH_3 -Abscheidung von 75 % gewährleistet wurde, die Geruchsabscheidung jedoch nur in 37 von 44 Fällen bestätigt werden konnte. In 39 von 44 Prüfungen war ein elektronisches Betriebstagebuch (EBTB) vorhanden, das in 13 Fällen umfassend nutzbar war. Defizite in der Datenerfassung wurden vor allem bei der Erfassung des Frischwasserverbrauchs sowie der Abschlammung festgestellt. Im Anlagenbetrieb waren als wesentliche Mängel die Nichteinhaltung des geforderten pH-Bereiches sowie die Überschreitung der zulässigen Leitfähigkeit von 20 mS/cm im Waschwasser zu beklagen.

Im Jahr 2015 hat die LUFA Nord-West 61 Abluftreinigungsanlagen anhand der Prüfprotokolle des Landkreises Cloppenburg in der damaligen Fassung überprüft (BROER 2015). Bei diesen nicht angekündigten Überprüfungen wurden 10 Check-up-Messungen und 51 Funktionsmessungen ausgewertet. Check-up-Messungen müssen bei hoher Anlagenauslastung durchgeführt werden, während Funktionsmessungen auch bei geringer Anlagenauslastung möglich sind. Lediglich 21 % der geprüften Anlagen haben den Test bestanden, während 79 % der Anlagen bei der Überprüfungsmessung durchgefallen sind. Wesentliche Fehlerquellen waren:

- Rohgas im Reingas wahrnehmbar
- Leitfähigkeitswerte nicht im Sollbereich
- NH_3 -Abscheidung zu gering
- fehlende oder nicht vollständige EBTB-Daten
- pH-Werte nicht im Sollbereich

Die mangelhafte Ammoniakabscheidung sowie die Bildung sekundärer Spurengase (Stickoxide) wurden fast ausschließlich an Rieselbettfiltern festgestellt. Als Gründe hierfür wurden eine fehlende pH-Regelung sowie ein Intervallbetrieb der Umwälzpumpen angeführt. Alle seit 2009 DLG-anerkannten einstufigen Rieselbettfilter müssen jedoch über eine pH-Regelung sowie über eine kontinuierliche Berieselung der Füllkörperpackung verfügen (DLG Prüfberichte 5879, 6178 und 6284). Die festgestellten Mängel sind insofern auf einen nicht ordnungsgemäßen Anlagenbetrieb zurückzuführen.

Material, Methodik und Beurteilungskriterien

Grundlage der vorliegenden Untersuchung sind 154 Prüfberichte zur Funktionsfähigkeit von einstufigen Rieselbettfiltern, die zur Reinigung von Abluft aus der Mastschweinehaltung im Einsatz sind. Die Prüfberichte wurden von drei verschiedenen anerkannten Prüfstellen nach den Vorgaben des Landkreises Cloppenburg erstellt und beziehen sich auf drei Hersteller DLG-anerkannter Technik. Sie enthalten konkrete Messungen am Tag der Überwachung, die Überprüfung der Vorort-Messeinrichtungen sowie die Auswertung von elektronischen Betriebstagebüchern, die den ordnungsgemäßen Anlagenbetrieb zwischen den Messterminen der jährlich stattfindenden Überprüfungen gewährleisten sollen. In diesem Zusammenhang wird zwischen Funktionsprüfungen und Check-up-Messungen unterschieden. Funktionsprüfungen können bei einer Anlagenauslastung von weniger als 60 % durchgeführt werden, während mindestens alle 24 Monate eine Vollastmessung mit einer Anlagenauslastung von mehr als 60 % erfolgen muss. Für die Überprüfung wurden je 77 Funktions- und Check-up-Messungen ausgewertet. Die Anlagenprüfungen fanden in dem Zeitraum zwischen März 2017 und Dezember 2018 statt und wurden zuvor beim Anlagenbetreiber angekündigt. Zur Begrenzung der Kosten für die Überwachungsmessungen wurden die Ammoniak- und Stickoxidmessungen mit Prüfröhrchen durchgeführt. Die Geruchsbewertung, ob Rohgas im Reingas wahrnehmbar war, erfolgte qualitativ durch die einzelnen Prüfstellen. Aufgrund der z. T. negativen Ergebnisse früherer Überprüfungen wurden neben allgemeinen Parametern vor allem folgende Kriterien geprüft:

- Einhaltung der geforderten NH_3 -Abscheidung sowie den qualitativen Anforderungen an die Geruchsminderung
- Vollständigkeit und Plausibilität der elektronischen Betriebstagebücher
- Einhaltung des zulässigen Bereiches für pH-Wert und Leitfähigkeit im Waschwasser
- Spezifische Kenndaten zum Frischwasser- und Stromverbrauch sowie zur Abschlämmrate

Die Auswertung der elektronischen Betriebstagebücher ist die wesentliche Grundlage zur Beurteilung des langfristig ordnungsgemäßen Anlagenbetriebes. Bei der Prüfung der elektronischen Betriebstagebücher muss jedoch bedacht werden, dass die Anforderungen an die Datenerfassung in den letzten Jahren erheblich gestiegen sind und ältere ordnungsgemäß errichtete Anlagen im Regelfall nicht alle heute geforderten Daten erfassen. Dies gilt beispielsweise für Daten wie den kumulativ zu erfassenden Stromverbrauch, den Luftvolumenstrom oder auch die Abschlammung, die bei älteren Anlagen z.T. nicht aufgezeichnet wurden. Bei einstufigen Rieselbettfiltern sind die Einhaltung des pH-Wertes und der Leitfähigkeit sowie die spezifischen Kenndaten zum Frischwasser- und Stromverbrauch sowie zur Abschlammung für den ordnungsgemäßen Anlagenbetrieb maßgeblich.

Der pH-Wert im Waschwasser soll durch eine geeignete pH-Regelung und ausreichende Wassermwälzung möglichst zwischen pH 6,5 und pH 7,0 gehalten werden (Abbildung 1, grün). Zwischen pH 6,0–6,5 sowie 7,0–7,5 befinden sich zwei Toleranzbereiche (gelb), bei denen noch eine sichere Ammoniakabscheidung möglich ist, aber das Risiko eines nicht mehr ausreichenden Abscheidegrades steigt. Oberhalb eines pH-Wertes von 7,5 ist eine dauerhafte Ammoniakabscheidung mit einem Abscheidegrad von mindestens 70 % nicht mehr unter allen Umständen gewährleistet (rot). Unterhalb von pH 6 ist unter Umständen mit steigenden und unerwünschten NO_x -Emissionen aus dem Zerfall von Nitriten im Waschwasser zu rechnen (rot). Der pH-Wert sollte im Rücklauf aus der Füllkörperpackung gemessen werden.

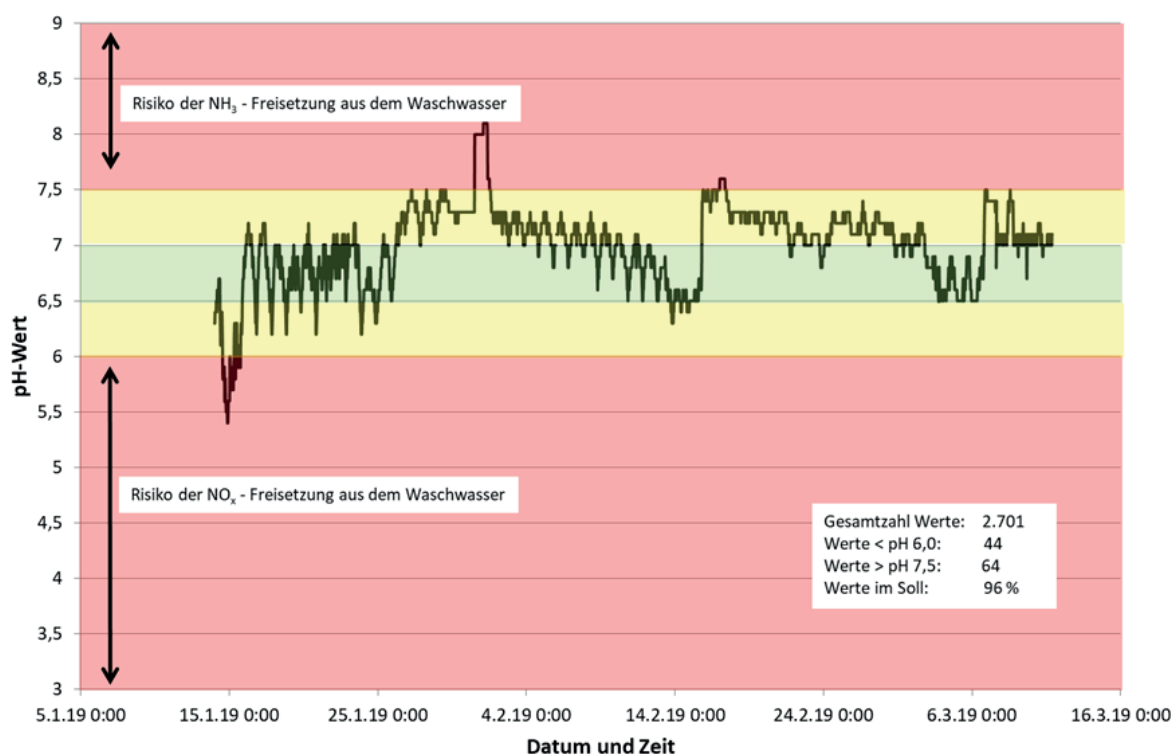


Abbildung 1: Toleranzbereiche für den pH-Wert im Waschwasser bei biologisch arbeitenden Rieselbettfiltern

Die Leitfähigkeit im Waschwasser bei den bisher DLG-anerkannten Rieselbettfiltern ist auf 20 mS/cm begrenzt und darf ein Maximum von 25 mS/cm nicht überschreiten. Bei Überschreitung dieses Wertes ist eine ausreichende Stickstoffabscheidung nicht mehr in allen Betriebszuständen gewährleistet. Länger anhaltende Werte über 25 mS/cm stellen einen schweren Mangel dar. Mindestens 90% der Leitfähigkeitswerte sollten bei maximal 20 mS/cm liegen.

Die spezifischen Kenndaten wie Frischwasser- und Stromverbrauch sowie die Abschlammung werden aus den Aufzeichnungen der EBTB errechnet. Hierfür werden die im Prüfzeitraum aufgezeichneten Verbrauchswerte auf ein Jahr normiert und anschließend unter Berücksichtigung der genehmigten Tierplätze zu tierplatzbezogenen Daten umgerechnet. Wurde beispielsweise für einen Maststall mit 1.000 genehmigten Tierplätzen im EBTB für einen Zeitraum von 387 Tagen ein kumulativer Frischwasserverbrauch von 1.586,7 m³ aufgezeichnet, so wird dieser Verbrauch zunächst auf 365 Tage umgerechnet ($1.586,7 \text{ m}^3 \cdot 365 \text{ d}/(a \cdot 387 \text{ d})$). Hieraus ergibt sich der Jahresverbrauch von 1.496,5 m³/a. Dieser wird anschließend durch die Anzahl der genehmigten Tierplätze dividiert ($1.496,5 \text{ m}^3/\text{a} : 1.000$) und ergibt gerundet einen Frischwasserverbrauch von 1,5 m³/(TP · a).

Die sichere N-Abscheidung bei biologisch arbeitenden Rieselbettfiltern setzt eine ausreichende Abschlammung voraus. Diese ergibt sich aus Gleichung 1:

$$\text{Abs.} = \frac{\text{Anz. TP} \cdot \text{spez. E-Faktor} \cdot F \cdot \text{kalk. WG}}{\text{N-Konz. WW}} \quad (\text{Gl. 1})$$

mit

Abs.: Abschlammung in m³/a

Anz. TP: Anzahl Tierplätze

Spez. E-Faktor: Spezifischer Emissionsfaktor der betrachteten Produktionsrichtung für Ammoniak in kg/(TP · a), für die konventionelle güllebasierte Schweinemast = 3,64 kg/(TP · a) mit Oberflurenlüftung

F: Faktor Umrechnung NH₃-N/NH₃ = 14/17 = 0,824

Kalk. WG: Kalkulierter Wirkungsgrad (z. B. 70/100)

N-Konz. WW: N-Konzentration im Waschwasser in kg/m³ (z. B. 3,34 kg/m³ bei 20 mS/cm)

Für einen Tierbestand mit 1.000 Mastschweinen ergibt sich beispielsweise eine erforderliche Abschlammung von 628,2 m³/a (Abbildung 2). Da der Emissionsfaktor für die Schweinemast in Höhe von 3,64 kg/(TP · a) bereits in der TA Luft aus dem Jahre 2002 dokumentiert ist und inzwischen vermutlich mit einer deutlichen Verbesserung der bedarfsgerechten Fütterung gerechnet werden kann, wurde eine Toleranz von 30% bei der Bestimmung der Mindestabschlammung zugrunde gelegt. In dem Beispiel würde die Mindestabschlammung dann 440 m³/a betragen (gerundet).

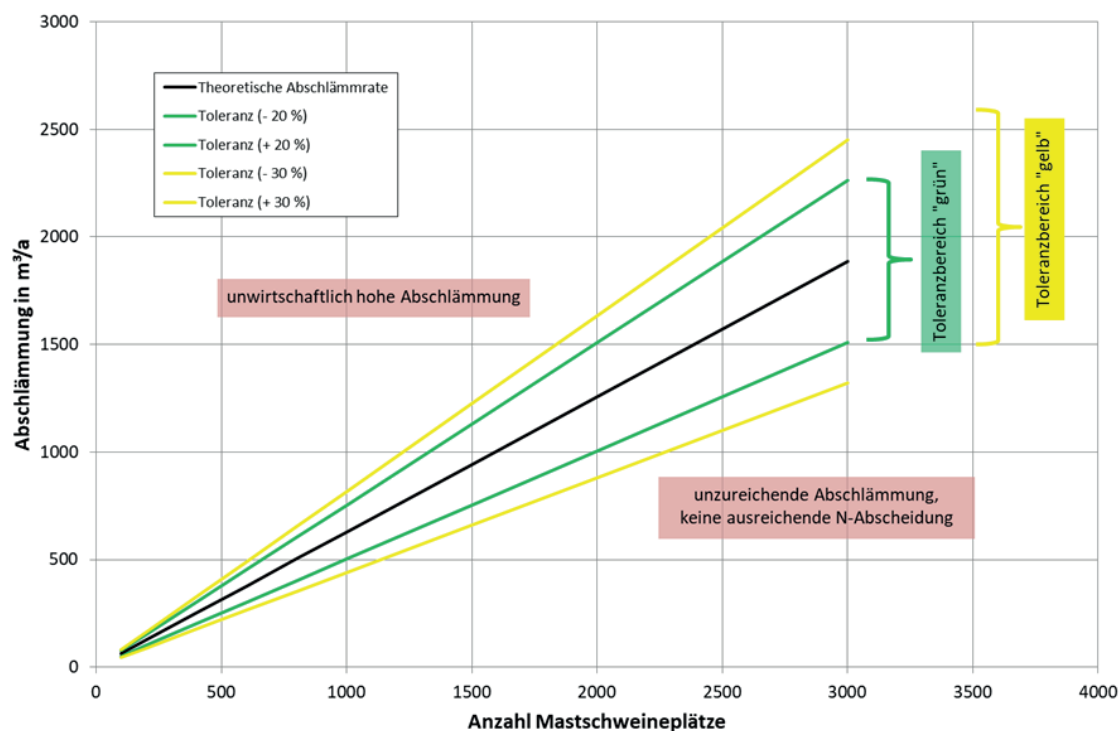


Abbildung 2: Erforderliche Abschlammrate bei biologisch arbeitenden Rieselfiltern mit einer maximal zulässigen Leitfähigkeit von 20 mS/cm in Abhängigkeit von der Anzahl der Mastschweineplätze

Ergebnisse

Die untersuchten Abluftreinigungsanlagen sind für 297 bis 4.800 Schweinemastplätze und maximale Volumenströme von 26.000 bis 360.000 m³/h ausgelegt. Im Mittel der 152 verfügbaren Betreiberangaben betrug der Tierbestand zum Zeitpunkt der Messungen 89% der genehmigten Tierplatzzahl. Die Filterflächenbelastung der Rieselfilter zum Zeitpunkt der Messungen schwankte bei 131 verwertbaren Angaben zwischen 424 und 5.500 m³/(m² · h) und betrug im Mittel 2.570 m³/(m² · h). Bei den Funktionsprüfungen lag die mittlere Auslastung der Rieselfilter bei 44% und bei den Check-up-Messungen bei 80% der maximalen Luftrate nach Herstellerangabe.

Ein Vergleich ausgewählter Ergebnisse bei Funktions- und Check-up-Messungen zeigt trotz unterschiedlicher Anlagenauslastung nur geringe Unterschiede (Tabelle 1). So ergab die Auswertung, dass die mittlere NH₃-Abscheidung bei den Funktionsmessungen mit 94% nur geringfügig besser war als die bei den Check-up-Messungen mit durchschnittlich 92%. Der Grund hierfür dürfte in der hohen Elastizität der Abluftreinigungsanlagen aufgrund der wechselnden tages- und jahreszeitlichen Schwankungen bei der Anlagenauslastung der Rieselfilter liegen. Daher werden bei den nachfolgenden Ausführungen die Ergebnisse der Funktions- und Check-up-Messungen nicht weiter differenziert.

Tabelle 1: Ausgewählte Ergebnisse von Funktions- und Check-up-Messungen bei einstufigen, biologisch arbeitenden Rieselbettfiltern in der Schweinemast (Mittelwerte aus je 77 Prüfungen)

Parameter	Funktionskontrolle	Check-up-Kontrolle
Anlagenauslastung in %	44	80
Temperatur (Rohgas/Reingas) in °C	22/20	24/20
Relative Feuchte (Rohgas/Reingas) in %	67/95	66/96
NH ₃ -Konzentration (Rohgas/ Reingas) in ppm	15/0,9	13/0,9
NO _x -Konzentration (Reingas) in ppm	0,5	0,2
Rohgasgeruch im Reingas bei Zahl der Anlagen	2	2

Aufgrund vergleichbarer Anforderungen in Hinblick auf Anlagenbetrieb und Reinigungsanforderungen wird auf eine differenzierte Darstellung und Bewertung der Verfahren der einzelnen Hersteller verzichtet. Stichprobenvergleiche zeigen, dass die Ergebnisschwankungen der Funktions- und Check-up-Messungen eines Herstellers größer sein können als die Unterschiede zwischen den Herstellern.

Die wesentlichen Messergebnisse, die von den Prüfstellen am Tag der Messung vor Ort erhoben worden sind, sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Im Mittel der 154 Prüfungen wurde die Rohgastemperatur durch die Abluftreinigung im Rieselbettfilter um 2,4 °C reduziert. Die relative Feuchte wurde durchschnittlich von 66,6 auf 95,8% erhöht. Im Hinblick auf den Druckverlust gab es eine enorme Bandbreite zwischen 1 und 191 Pa, wobei sich im Mittel ein Wert von 39,9 Pa ergab (Median = 27,5 Pa). Ein Druckverlust von wenigen Pa ist bei den üblichen Filterflächenbelastungen nicht realistisch und ein möglicher Hinweis auf eine fehlerhafte Messwerterfassung. Der pH-Wert lag am Tag der Überprüfungs-messung im Mittel bei 6,9, wobei ein Minimum von 5,8 und ein Maximum von 7,6 gemessen wurde. Die Leitfähigkeit im Waschwasser lag im Mittel bei 19,7 mS/cm und wies eine Schwankungsbreite von 13,2 bis 29,0 mS/cm auf. Bei NH₃-Konzentrationen von 6,0 bis 31,0 ppm im Rohgas und 0,0 bis 5,0 ppm im Reingas betrug der minimale Abscheidegrad 70,6% und der maximale Abscheidegrad 100%. Im Mittel lag der NH₃-Abscheidegrad bei 93,2%. Ein gewisser Anteil des im Rieselbettfilter abgeschiedenen Ammoniaks wird über biochemische Prozesse als sekundäres Spurengas freigesetzt. Aus diesem Grund wird auch die NO_x-Konzentration im Reingas gemessen, die im Mittel bei nur 0,3 ppm lag. Bei 107 von 149 verfügbaren Daten wurde kein NO_x im Reingas nachgewiesen, bei 28 Anlagen lag die NO_x-Konzentration bei maximal 1 ppm und bei 14 Anlagen bei maximal 4 ppm. Bei Feststellung einer Konzentration von mehr als 2 ppm ist nach dem Prüfprotokoll Handlungsbedarf gegeben, um mit geeigneten Maßnahmen die Freisetzung dieser sekundären Spurengasemissionen zu reduzieren. Geeignete Maßnahmen sind die Erhöhung der Berieselungsdichte und die Anhebung des pH-Wertes. In einigen Fällen, insbesondere auch bei erhöhten Druckverlusten, ist die Reinigung der Füllkörperpackung empfehlenswert.

Tabelle 2: Ergebnisse der Vorortmessungen an einstufigen, biologisch arbeitenden Rieselbettfiltern (n = 154)

Parameter	Wert bzw. Angabe		
	Minimum	Maximum	Mittelwert
Rohgastemperatur in °C	12,4	30,0	22,7
Reingastemperatur in °C	12,7	26,0	20,3
Temperatur, Waschwasser in °C	10,6	25,2	18,6
Relative Feuchte, Rohgas in %	23,5	84,0	66,6
Relative Feuchte, Reingas in %	85,0	100	95,8
Druckverlust in Pa	1,0	191,0	39,9
pH-Wert	5,8	7,6	6,9
Leitfähigkeit in mS/cm	13,2	29,0	19,7
NH ₃ -Konzentration, Rohgas in ppm	6,0	31,0	14,0
NH ₃ -Konzentration, Reingas in ppm	0,0	5,0	0,9
NH ₃ -Abscheidegrad in %	70,6	100	93,2
NO _x -Konzentration, Reingas in ppm	0,0	4,0	0,3
Rohgasgeruch im Reingas	ja		nein
bei Anzahl der Anlagen	4		150

Neben den Vorortmessungen ist die Auswertung der EBTB Bestandteil der Anlagenüberwachung. Auf der Grundlage von 151 ausgewerteten EBTB zeigen die Ergebnisse, dass bei 32 Anlagen weniger als 90 % der aufgezeichneten pH-Werte innerhalb der zulässigen Toleranz von pH 6,0–7,5 lagen. Bei lediglich 3 Anlagen wurde der pH-Toleranzbereich in weniger als 70 % des Prüfzeitraumes eingehalten. Bei weiteren 32 Anlagen lagen 90–95 % aller pH-Werte innerhalb des Toleranzbereiches und bei 87 Anlagen wurde dies in 95–100 % der Fälle gewährleistet.

Bei 147 verfügbaren Datensätzen hielten 81 Anlagen eine maximale Leitfähigkeit von 20 mS/cm durchgehend ein, bei 51 Anlagen lag die maximale Leitfähigkeit zwischen 20 und 25 mS/cm und lediglich bei drei Anlagen wurden Maximalwerte von mehr als 25 mS/cm aufgezeichnet.

Der Frischwasserverbrauch eines Rieselbettfilters ergibt sich bei sachgerechter Aufzeichnung aus der Summe der Wasserverdunstung und dem abgeschlammten Waschwasservolumen. Bei den DLG-anerkannten Rieselbettfiltern mit pH-Regelung und leitfähigkeitsgesteuerter Abschlammung lag der Frischwasserverbrauch bei Schweinemastverfahren im Jahresmittel bei 1,4 m³/(TP · a). Die Auswertung von 147 Datensätzen ergab, dass bei 58 Anlagen der Frischwasserverbrauch unter 1 m³/(TP · a) lag, bei weiteren 53 Anlagen zwischen 1,0 und 1,5 m³/(TP · a) und bei 36 Anlagen über 1,5 m³/(TP · a). Der mittlere Frischwasserverbrauch bei den vorliegenden Untersuchungen betrug 1,5 m³/(TP · a), Median = 1,1 m³/(TP · a).

Bei den DLG-anerkannten Rieselbettfiltern mit permanenter Waschwasserumwälzung lag der auf das Jahr normierte, mittlere Stromverbrauch bei Schweinemastverfahren bei 24,8 kWh/(TP · a). Der spezifische Stromverbrauch der Praxisanlagen schwankte nach Auswertung von 86 verfügbaren Datensätzen zwischen 1 und 51 kWh/(TP · a), im Mittel lag er bei 17,6 kWh/(TP · a); Median = 15,4 kWh/(TP · a). Bei 12 Anlagen lag der Stromverbrauch unter 10 kWh/(TP · a), bei 30 Anlagen zwischen 10 und 15 kWh/(TP · a), bei 17 Anlagen zwischen 15 und 20 kWh/(TP · a) und bei 27 Anlagen über 20 kWh/(TP · a). Bei 68 Anlagen war zum Zeitpunkt der Überprüfung noch keine Verbrauchserfassung im EBTB vorhanden oder die Aufzeichnungen waren nicht plausibel.

Im Rahmen der DLG-Prüfungen lag die mittlere Abschlämmung bei den Rieselbettfiltern bei $0,74 \text{ m}^3/(\text{TP} \cdot \text{a})$ im Jahresmittel. Wie im Methodenteil beschrieben, wird bei Praxisanlagen unter Berücksichtigung einer Toleranz von 30 % auf die theoretische Abschlämmrate ein Mindestwert von $0,44 \text{ m}^3/(\text{TP} \cdot \text{a})$ im Rahmen der Überwachung gefordert. Die Ergebnisse bei 149 auswertbaren EBTB zeigen, dass bei 89 Anlagen die Abschlämmung weniger als $0,44 \text{ m}^3/(\text{TP} \cdot \text{a})$ betrug und bei 60 Anlagen über diesen Wert hinausging. Diese Zahlen wurden auf der Grundlage der genehmigten Tierplätze ermittelt, da diese im Rahmen der Überprüfungs-messungen nicht kontrolliert werden konnten. Unter Berücksichtigung der Betreiberangaben (mittlere Belegung = 89 %) weisen 74 Anlagen eine Abschlämmung von weniger als $0,44 \text{ m}^3/(\text{TP} \cdot \text{a})$ auf, 75 Anlagen verfügen über eine höhere Abschlämmung.

Diskussion

Die aktuelle Untersuchung von einstufigen, biologisch arbeitenden Rieselbettfiltern zeigt, dass die Reinigungsleistungen dieser Systeme in den letzten Jahren weiter verbessert wurden. Vorortmessungen am Tag der Überprüfung ergaben eine mittlere Ammoniakabscheidung von 93 % und eine Beseitigung prozesstypischer Gerüche in 150 von 154 Fällen. Auch die Qualität der Aufzeichnungen in den elektronischen Betriebstagebüchern ist deutlich gestiegen. Vor allem durch eine konsequente Anlagenüberwachung und der damit verbundenen Verbesserung der Anlagenbetreuung wurden schwerwiegende, bei früheren Untersuchungen festgestellte Mängel deutlich reduziert. Während im Jahr 2015 bei 61 geprüften Anlagen noch 37 % der Anlagen Mängel bei der Einhaltung des geforderten pH-Bereiches aufwiesen (BROER 2015), war dies im Zeitraum von 2017 bis 2018 nur noch bei 21 % der Anlagen (32 von 151 Anlagen) der Fall. Bei diesen Prüfungen gab es allerdings auch noch keinen zulässigen Toleranzbereich, wonach maximal 10 % der Werte außerhalb des Toleranzbereiches liegen dürfen. Sehr positiv hat sich dementsprechend auch die nachgewiesene Ammoniakabscheidung entwickelt. Während 2015 noch bei 14 % der untersuchten Anlagen eine unzureichende Ammoniakabscheidung am Tag der Überprüfung festgestellt wurde (BROER 2015), wurde die Ammoniakabscheidung in Höhe von mindestens 70 % bei den aktuellen Untersuchungen ohne Ausnahme eingehalten. Ferner wiesen weniger als 3 % der Anlagen (4 von 154) Rohgasgeruch im Reingas auf, während es bei früheren Untersuchungen noch 10 % der Anlagen waren.

40–45 % der Betriebskosten für die Abluftreinigung werden von den Stromkosten verursacht (KTBL 2006). Die vorliegende Untersuchung zeigt mit Stromverbräuchen von 1 bis 51 kWh je Tierplatz und Jahr für Mast Schweinehaltungen eine erhebliche Spannweite. Im Mittel lag der Stromverbrauch bei $17,6 \text{ kWh}/(\text{TP} \cdot \text{a})$. Stromverbräuche von weniger als $10 \text{ kWh}/(\text{TP} \cdot \text{a})$ dürften bei konventioneller Betriebsweise überwiegend auf eine fehlerhafte Datenerfassung, unsachgemäße Betriebsweise oder längere, nicht dokumentierte Stillstandszeiten zurückzuführen sein. Bei Stromverbräuchen von mehr als $30 \text{ kWh}/(\text{TP} \cdot \text{a})$ ist der Anschluss weiterer, nicht zur Abluftreinigung gehörender Stromverbraucher zu vermuten. Bei neueren untersuchten Rieselbettfiltern mit verbesserter Pumpenqualität und einer sinusartig verlaufenden Bewässerungsintensität wurden Stromverbräuche von lediglich $5,7 \text{ kWh}/(\text{TP} \cdot \text{a})$ ermittelt (OLDENBURG 2018). Diese Ergebnisse zeigen insofern ein noch erhebliches Kostenminderungspotenzial in der betrieblichen Praxis. Allerdings ist zu beachten, dass bei sinkender Berieselungsintensität das Risiko der Freisetzung sekundärer Spurengase und die Verstopfungsanfälligkeit der Füllkörperpackung steigen können.

Die Frischwasserverbräuche und Abschlämmraten zeigten ebenfalls erhebliche Schwankungsbreiten. Der mittlere Frischwasserverbrauch ($n = 147$) lag bei $1,5 \text{ m}^3/(\text{TP} \cdot \text{a})$ und war somit nur geringfügig höher als der mittlere Verbrauch bei verschiedenen DLG-Prüfungen. Sehr hohe Wasserverbräuche sind nicht nur unwirtschaftlich, sondern könnten auch ein Indiz für einen fehlerhaften Anlagenbetrieb darstellen. Als mögliche Ursache wäre neben einer fehlerhaften Datenerfassung auch ein vermehrter Aerosolaustrag infolge partieller Verstopfungen der Füllkörperpackung zu überprüfen. Im Mittel der 149 verfügbaren Datensätze betrug die Abschlämmung $0,45 \text{ m}^3/(\text{TP} \cdot \text{a})$ und entsprach damit den Mindestanforderungen. Zu geringe Abschlämmraten trotz Einhaltung von pH-Wert und Leitfähigkeit könnten in kleineren – im Prüfungszeitraum gehaltenen – Tierbeständen vermutet werden. Für die Bestimmung der spezifischen Abschlämmrate wird der genehmigte Tierbestand zugrunde gelegt. Wurden im Prüfungszeitraum jedoch weniger Tiere gehalten oder gab es längere, nicht dokumentierte Leerstandszeiten, sinkt die Abschlämmung insgesamt und durch die Normierung auf den genehmigten Bestand würden sich dann zu geringe spezifische Abschlämmraten ergeben. Eine weitere Möglichkeit ist im Aerosolaustrag bei einzelnen Rieselbettfiltern zu vermuten, insbesondere dann, wenn keine oder falsch dimensionierte Tropfenabscheider zum Einsatz kommen oder die Filterpackung teilweise verstopft ist. Ein weiterer Aspekt, der zumindest für einen Teil der Anlagen relevant ist, sind NO_x -Emissionen, die bei pH-Werten von weniger als 6,0 in verstärktem Maße auftreten und so zu einer Verringerung der Abschlämmung führen können. Da die Ammoniakfracht die entscheidende Einflussgröße für die resultierende Abschlämmung ist, führen alle Maßnahmen im Stall, die zu einer Verringerung der Ammoniakfreisetzung beitragen, auch zu einer Verringerung der Abschlämmrate aus den Rieselbettfiltern.

Für vergleichsweise erhöhte Abschlämmraten trotz Einhaltung der geforderten Betriebsbedingungen können mehrere Faktoren ursächlich sein. Der Tierbestand könnte höher sein als genehmigt. Bedeutsamer dürfte allerdings eine nicht optimale Luftführung im Stall sein, die zu vermehrten Emissionen beitragen kann, insbesondere dann, wenn ein erhöhter Unterfluranteil abgesaugt wird. Von erheblicher Bedeutung dürfte auch hier das Stallmanagement sein. Eine nicht N-reduzierte Fütterung, erhöhte Futtermittelverluste oder starke Verschmutzungen können die Ammoniakfrachten aus dem Stall und damit auch die Abschlämmrate des Rieselbettfilters erhöhen.

Schlussfolgerungen

Die Auswertung von 154 Prüfberichten aus den Jahren 2017 und 2018 zu biologisch arbeitenden Rieselbettfiltern in der Schweinemast hat gezeigt, dass die Verbesserung der Anlagenbetreuung und eine zunehmende Überwachung im Durchschnitt zu durchgehend hohen Reinigungsleistungen dieser Anlagen führen. Die Überwachung mithilfe der Prüfprotokolle hat sich gut bewährt und sollte daher beibehalten werden. Insbesondere die Ermittlung der tierplatzbezogenen Kenndaten wie Strom- und Frischwasserverbrauch sowie der Abschlämmung, verbunden mit den Verlaufsgraphiken zu pH-Wert und Leitfähigkeit, gewährleisten eine sichere Bewertung der Anlagenfunktion.

Die Ergebnisse zeigen aber auch, dass bei einzelnen Anlagen nach wie vor Optimierungsbedarf gegeben ist. Dieser besteht u.a. in der weiteren der Verbesserung der pH-Regelung, aber auch im Hinblick auf die Betriebskostenoptimierung. Dies zeigen beispielsweise die sehr unterschiedlichen, tierplatzbezogenen Stromverbrauchsdaten. Allein der Einsatz energieeffizienter Pumpen sowie die Verbesserung der Wasserverteilsysteme dürften hier noch zu deutlichen Betriebskosteneinsparungen beitragen.

Literatur

- Broer, L. (2015): Erfahrungen bei Bau und Überwachung von Abluftreinigungsanlagen in Niedersachsen. Vortrag auf der 12. KTBL-Veranstaltung „Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen für die Tierhaltung“ am 02.06.2015 in Ulm und am 17.06.2015 in Hannover, https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Download/Tagungen-2015/Rechtliche_Rahmenbedingungen_Tierhaltung/Broer_Erfahrungen_von_Abluftreinigungsanlagen.pdf, Zugriff am 09.04.2019
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU (2002) : Erste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Luft/taluft.pdf, Zugriff am 16.04.2019
- DLG-Prüfberichte (o. J.): <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/tests/suche-nach-pruefberichten/#!/p/3/u/95/1?locale=de>, Zugriff am 11.04.2019
- DLG-Prüfbericht 5879 (2009): Abluftreinigungsanlage „Biologic Clean Air Kombiwäscher BCA 70/90“. <https://pruefberichte.dlg.org/filestorage/5879.pdf>, Zugriff am 11.04.2019
- DLG-Prüfbericht 6178 (2018): Biologischer Rieselbettreaktor BioCombie. <https://pruefberichte.dlg.org/filestorage/6178.pdf>, Zugriff am 11.04.2019
- DLG-Prüfbericht 6284 (2015): 1-stufiger biologischer Abluftwäscher, System RIMU für die Schweinehaltung. <https://pruefberichte.dlg.org/filestorage/6284.pdf>, Zugriff am 11.04.2019
- Hahne, J.; Günster, H. (2015): Überwachung von Abluftreinigungsanlagen in der Tierhaltung. In: KTBL (Hrsg.): 12. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2015 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Darmstadt, S. 438–443
- Iowa State University (o. J.): Air Management Practices Assessment Tool. <https://www.extension.iastate.edu/ampat/literature-database>, Zugriff am 07.11.2019
- KTBL (Hrsg.) (2006): Abluftreinigung für Tierhaltungsanlagen. KTBL-Schrift 451, Darmstadt
- Lamping, H. (2011): Problematik der behördlichen Überwachung von Abluftreinigungsanlagen in der Tierhaltung. Vortrag auf dem Workshop „Emissionsminderung Tierhaltung – Abluftreinigung, 20. und 21. Juli 2011, http://www.buendnis-mut.de/mediapool/109/1096844/data/140222-Genehmigungsvoraussetzungen/110620-LK_Vechta-Behoerdliche_Ueberwachung_von_Abluftreinigungsanlagen_in_der_Tierh.pdf, Zugriff am 09.04.2019
- Landkreis Cloppenburg (o. J.): Abluftreinigungsanlagen (z.B. Biofilter und Abluftwäscher) in der Tierhaltung. <https://www.lklp.de/bauen-umwelt/bauen-planen/ablufreinigungsanlagen-z.-b.-biofilter-und-abluftwaescher-in-der-tierhaltung.php>, Zugriff am 11.04.2019
- Maurer, D. L.; Koziel, J. A.; Harmon, J. D.; Hoff, S. J.; Rieck-Hinz, A. M., Anderson, D. S. (2016): Summary of performance data for technologies to control gaseous, odor, and particulate emissions from livestock operations: Air management practices assessment tool (AMPAT). Data in Brief 7, <https://doi.org/10.1016/j.dib.2016.03.070>
- Oldenburg, J. (2018): Prüfbericht 17.181 Rev. 1: 1-stufiger biologischer Abluftwäscher System RIMU für die Schweinehaltung. Ingenieurbüro Prof. Dr. Oldenburg, <https://www.ing-oldenburg.de/images/files/2018-10-26-Anerkennung-ARA-RIMU-Rev-1.pdf>, Zugriff am 18.04.2019
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2016): Aktuelle Entwicklung Kostennutzenanalyse und Vollzugsempfehlungen für den Einsatz von Abluftreinigungsanlagen in der Tierhaltung. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/aktuelle-entwicklung-kosten-nutzenanalyse>, Zugriff am 11.04.2019

Autor

Dr. Jochen Hahne ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Thünen-Institutes für Agrartechnologie, Bundesallee 47, 38116 Braunschweig. E-Mail: jochen.hahne@thuenen.de