

Abluftreinigung für Schweinehaltungsanlagen

Verfahren – Leistungen – Kosten





KTBL-Schrift

Abluftreinigung für Schweinehaltungsanlagen

Verfahren – Leistungen – Kosten

Friedrich Arends | Sebastian Bönsch | Winfried Gramatte |
Ewald Grimm | Jochen Hahne | Tommy Pfeifer

Herausgeber

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

Inhalt

1	Einleitung.....	7
	EWALD GRIMM	
2	Immissionsschutzrechtliche Anforderungen.....	10
	EWALD GRIMM	
2.1	Bundes-Immissionsschutzgesetz	10
2.2	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft	11
2.3	Anforderungen an die Überwachung der Abluftreinigungsanlagen	14
2.4	Kriterien für die Qualitätsprüfung von Abluftreinigungen in der Tierhaltung	15
3	Abluftreinigung in der Schweinehaltung – Verfahren, Dimensionierung und Reinigungsleistungen.....	16
	JOCHEN HAHNE	
3.1	Einführung und allgemeine Anforderungen	16
3.2	Verfahrensprinzipien.....	19
3.3	Biofilter.....	20
3.4	Rieselbettfilter.....	26
3.5	Chemowäscher	32
3.6	Zweistufige Verfahren	37
3.7	Dreistufige Verfahren	43
3.8	Eigenkontrolle, Dokumentation und Eigenüberwachung.....	49
3.9	Wartung durch den Hersteller und Wartungsverträge	50
3.10	Erfahrungen aus der Überwachung.....	50
4	Zertifizierung und Verifizierung von Abluftreinigungsanlagen	53
	TOMMY PFEIFER	

5	Berücksichtigung der Abluftreinigung bei der Genehmigung	57
	FRIEDRICH ARENDS	
5.1	Reinigungsleistung und Abstandsregelung.....	57
5.2	Eigenkontrolle und Wartung.....	60
5.3	Anforderungen an die Waschwasserlagerung.....	63
5.4	Verwertung und Inverkehrbringen der Waschwässer und pflanzlicher Filtermaterialien.....	68
6	Hinweise zu Anforderungen, die sich aus der EU-Maschinenrichtlinie ergeben.....	71
	WINFRIED GRAMATTE	
7	Kosten der Abluftreinigung.....	73
	EWALD GRIMM UND SEBASTIAN BÖNSCH	
7.1	Grundsätzliche Hinweise.....	73
7.2	Kalkulationsmethode.....	74
7.3	Kalkulationsgrundlagen.....	77
7.4	Ergebnisse.....	81
8	Optimierungsmöglichkeiten von Abluftreinigungsanlagen.....	86
	WINFRIED GRAMATTE	
8.1	Anforderungen an die Lüftungsanlage.....	86
8.2	Anforderungen an die Wassersysteme.....	96
8.3	Energieeinsparung.....	101
	Literatur	103
	Mitwirkende.....	106

1 Einleitung

EWALD GRIMM

Die Abluftreinigung hat in den vergangenen 20 Jahren in der Schweinehaltung stark an Bedeutung gewonnen. Ursache hierfür sind insbesondere das Wachsen der Betriebe und die hohe Viehdichte in einzelnen Veredelungsregionen Deutschlands, die zu hohen Umweltbelastungen durch luftgetragene Schadstoffe und einen Mangel an neuen Standorten geführt sowie die kommunalen Entwicklungsmöglichkeiten teilweise stark eingeschränkt haben.

Parallel dazu hat sich auch die Verfahrenstechnik weiterentwickelt. Neben den klassischen Biofiltern und Rieselbettfilter haben sich Chemowäscher und mehrstufige Reinigungsverfahren etabliert. Mittlerweile haben die Anlagen einen technischen Standard erreicht, der dauerhaft einen zuverlässigen Betrieb und eine wirksame Minderung der Emissionen an Geruch, Ammoniak und Staub sowie Bioaerosolen ermöglicht, sodass Mensch und Umwelt wirksam geschützt und Spielräume eröffnet werden.

Ein besonderer Schub setzte im Jahr 2002 ein, als der Landkreis Cloppenburg für seinen Zuständigkeitsbereich eine Zulassungsprüfung für Abluftreinigungsanlagen eingeführt hat. Damit wurden erstmals Mindestanforderungen für die Auslegung, die Wartung und den Betrieb der Anlagen sowie die einzuhaltenden Reinigungsleistungen und deren Überwachung gestellt (Hahne et al. 2002). Seit 2005 ersetzt die bundesweit gültige Prüfung der DLG zur Zertifizierung von Abluftreinigungsanlagen diese Eignungsprüfung.

Dies hat dazu geführt, dass die Abluftreinigung mit der Neufassung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) von 2021 bundesweit zum Stand der Technik bei großen, immissionsschutzrechtlich genehmigungspflichtigen Schweinehaltungsanlagen geworden ist. In diesen Anlagen dürfen Ställe nur noch mit einer Abluftreinigungsanlage neu gebaut werden. Bestehende Ställe müssen – soweit dies technisch möglich und verhältnismäßig ist – nachgerüstet werden.

Mit der Novellierung der TA Luft werden die Anforderungen der europäischen Industrieemissions-Richtlinie (IE-Richtlinie 2010) und der „Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken“ (BVT-Schlussfolgerungen 2017) in deutsches Recht umgesetzt und die Anforderungen zur Emissionsminderung dem aktuellen Stand der Technik angepasst, der seit der letzten Fassung von 2002 fortgeschritten ist. Für den Bereich der Nutztierhaltung sind dies die BVT-Schlussfolgerungen in Bezug auf die Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel oder Schweinen vom 15. Februar 2017 (BVT-Schlussfolgerungen 2017).

Damit soll auch ein wesentlicher Beitrag geleistet werden, um die Emissionsminderungsverpflichtungen, die sich aus der NEC-Richtlinie (2016) ergeben und im Nationalen Luftreinhalteprogramm (BMU 2019) mit Maßnahmen konkretisiert werden, umzusetzen. Die Landwirtschaft betreffen diese Anforderungen in erster Linie bezüglich Ammoniak. Danach sind die Ammoniakemissionen ab 2030 gegenüber 2005 um 29 % zu mindern.

Zudem sollen verschiedene Regelungen zum Immissionsschutz der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) bundesweit harmonisiert und verbindlich angewendet werden, die bisher auf Länderebene unterschiedlich in Form von Erlassen oder Vollzugshilfen eingeführt waren. Im Zusammenhang mit den Anforderungen zur Emissionsminderung sind dies die „Filtererlasse“ der Bundesländer Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein und Thüringen, in denen der Einsatz der Abluftreinigung bei großen Tierhaltungsanlagen vorgeschrieben wurde.

Darüber hinaus wurde und wird die Abluftreinigung in der Praxis immer dann eingesetzt, wenn der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen anders nicht zu gewährleisten ist. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn an einem Standort die vorhandene Immissionsbelastung durch Gerüche oder Ammoniak infolge vieler Tierhaltungsbetriebe zu hoch ist oder ausreichende Schutzabstände zur Wohnbebauung oder zu empfindlichen Ökosystemen nicht eingehalten werden können. Hier kann oftmals nur durch Einsatz von Abluftreinigungsanlagen ein Stallbauvorhaben genehmigungsfähig sein und Akzeptanz in der Bevölkerung bzw. Nachbarschaft finden.

Allerdings lässt sich die Abluftreinigung im Vollstromverfahren nur bei Ställen mit Zwangslüftung zur weitergehenden Emissionsminderung einsetzen, da die Abluft gesammelt und durch die Reinigungsanlage geleitet werden muss. Bei Stallanlagen mit freier Lüftung und Auslauf, wie sie bei als besonders tiergerecht eingestuften Verfahren der Schweinehaltung eingesetzt werden, wird die Abluft großflächig und diffus abgeleitet, sodass sie nicht gereinigt werden kann.

Die Wirksamkeit und die Kosten der Abluftreinigungsanlagen werden immer wieder hinterfragt. Um diese Diskussion zu versachlichen, werden in der vorliegenden Schrift der aktuelle Entwicklungsstand, die Vorgaben zur Genehmigung und Überwachung sowie die Kosten und Optimierungsmöglichkeiten von Abluftreinigungsverfahren zum Einsatz für die Schweinehaltung zusammengefasst.

Dabei werden nur zertifizierte, d.h. DLG-geprüfte Anlagentypen berücksichtigt, die die Voraussetzungen für eine wirksame Abluftreinigung und den ordnungsgemäßen Betrieb nach TA Luft (2021) erfüllen und für den Einsatz empfohlen werden können. Bei fachgerechter Dimensionierung und Betrieb dieser Anlagen sind keine nachteiligen Auswirkungen für das Stallklima und das Tierwohl zu erwarten.

Diese Erläuterungen und die daraus abgeleiteten Empfehlungen machen die Schrift im Vorfeld von Investitionsentscheidungen zu einer unverzichtbaren Informationsquelle sowohl für Betreiber von Tierhaltungsanlagen als auch für landwirtschaftliche Berater. Aber auch für Vertreter von Genehmigungsbehörden, Planer und Gutachter ist sie eine Grundlage, um die verschiedenen Verfahren objektiv hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten und -bedingungen in der Tierhaltung beurteilen zu können.

Alle Ausführungen der Schrift beziehen sich auf den Stand 2021/22 und legen den Fokus auf die Schweinemast. Bei Investitionsentscheidungen sollte in jedem Fall geprüft werden, ob zwischenzeitlich auch andere Systeme auf dem Markt verfügbar sind. Aktuelle Informationen können beim KTBL oder der DLG (<https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/tests/suche-nach-pruefberichten/?unterkategorie=95&page=1&pruefgebiet=3>) bezogen werden.

2 Immissionsschutzrechtliche Anforderungen

EWALD GRIMM

2.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz

Beim Betrieb von Tierhaltungsanlagen werden Emissionen in die Atmosphäre freigesetzt, die Mensch und Umwelt belasten können: Gerüche können Anwohner in der Nachbarschaft belästigen, Ammoniak kann durch die bei der Ausbreitung resultierende Stickstoffdeposition empfindliche Ökosysteme, wie z.B. FFH-Gebiete (Gebiete zum Schutz von Pflanzen (Flora), Tieren (Fauna) und Habitaten (Lebensraumtypen) entsprechend der europäischen Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (EU 1992)), beeinträchtigen und die Emissionen von Staub bzw. Bioaerosolen bergen Risiken für die menschliche Gesundheit.

Die Errichtung und der Betrieb von Tierhaltungsanlagen unterliegen daher den Bestimmungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BlmSchG 2022). Sie sind nur dann zulässig, wenn nach § 5 Absätze 1 und 2 BlmSchG der Schutz vor und die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch luftgetragene Schadstoffe gewährleistet sind. Danach müssen Tierhaltungsanlagen ausreichende Abstände zu Wohnhäusern und empfindlichen Ökosystemen bzw. bestimmte Immissionswerte im Umfeld einhalten (Schutz). Zudem sind zur Vorsorge die Emissionen von Tierhaltungsanlagen durch Maßnahmen nach dem Stand der Technik zu mindern.

Das BlmSchG unterscheidet hinsichtlich der Anforderungen zwischen immissionsschutzrechtlich nach § 4 BlmSchG genehmigungsbedürftigen Anlagen, die aufgrund ihrer Größe eine besondere Umweltrelevanz haben, und nach § 22 BlmSchG immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen, die in einem Baugenehmigungsverfahren zuzulassen sind.

Die immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Vorhaben der Nutztierhaltung sind im Anhang der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BlmSchV 2021) unter Nummer 7.1 ff. aufgeführt. Dabei wird unterschieden

- in kleinere Anlagen (u. a. 1.500 bis < 2.000 Mastschweineplätze, 560 bis < 750 Sauenplätze, 4.500 bis < 6.000 Ferkelplätze), die in einem vereinfachten Verfahren gemäß § 19 BlmSchG ohne Öffentlichkeitsbeteiligung zu genehmigen sind (Kennzeichnung V), und
- größere Anlagen (u. a. ≥ 2.000 Mastschweineplätze, ≥ 750 Sauenplätze, ≥ 6.000 Ferkelplätze), die unter Beteiligung der Öffentlichkeit gemäß § 10 BlmSchG zu genehmigen sind (Kennzeichnung G).

Die immissionsschutzrechtliche Genehmigung ist nach § 4 BImSchG zu erteilen, wenn sichergestellt ist, dass der Antragsteller die o.g. Pflichten erfüllt und andere öffentlich-rechtliche Vorschriften, z. B. des Bau- und Naturschutzrechtes, sowie Belange des Arbeitsschutzes der Errichtung und dem Betrieb der Anlage nicht entgegenstehen.

2.2 Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft

Die Schutz- und Vorsorgepflichten werden in der „Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft“ (TA Luft) konkretisiert, deren Neufassung zum 1. Dezember 2021 in Kraft getreten ist. Die TA Luft (2021) ist zu diesem Zweck in zwei wesentliche Teile gegliedert: Der „Schutzteil“ (Nummer 4 der TA Luft) enthält Vorgaben zum Schutz von Mensch und Umwelt vor Immissionsbelastungen und deren Beurteilung. Im „Vorsorgeteil“ (Nummer 5 der TA Luft) sind vor allem baulich-technische und organisatorische Anforderungen zur Emissionsminderung und deren Überwachung festgelegt.

Die TA Luft ist insbesondere bei der Neuerrichtung und Änderung von immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen zu beachten. Darüber hinaus enthält sie aber auch Anforderungen zu emissionsmindernden Maßnahmen bei bestehenden Betrieben. Nach bestimmten Übergangsfristen müssen diese an den Stand der Technik von Neuanlagen herangeführt werden.

Abluftreinigung als Stand der Technik

Im Rahmen der TA Luft (2021) wird erstmals Abluftreinigung bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Tierhaltungsanlagen als Stand der Technik verpflichtend vorgeschrieben.

Nach Nummer 5.4.7.1 Buchstabe h) TA Luft ist bei „G-Anlagen“ (s. o.) bei „Stallgebäuden mit Zwangslüftung [...] die Abluft einer qualitätsgesicherten Abluftreinigungseinrichtung zuzuführen“. Nur bei qualitätsgesicherten Haltungsverfahren, „die nachweislich dem Tierwohl dienen, [...] [und] sofern aufgrund dieser Maßnahmen eine Abluftreinigungseinrichtung technisch nicht möglich ist, sollen, soweit möglich, andere emissionsmindernde Verfahren und Techniken [...] oder gleichwertige qualitätsgesicherte Maßnahmen zur Emissionsminderung angewendet werden, mit denen ein Emissionsminderungsgrad für Ammoniak von mindestens 40 Prozent, bei tiergerechten Außenklimaställen von mindestens 33 Prozent im Vergleich zum Referenzwert erreicht wird“.

Mit Buchstabe h) sollen die BVT-Schlussfolgerungen für die Intensivhaltung oder -aufzucht von Schweinen bzw. die BVT-assoziierten Werte zur Begrenzung der Ammoniakemissionen in die Luft in deutsches Recht umgesetzt werden, indem die Abluftreinigung bundesweit anzuwenden ist und nicht nur in den Bundesländern, wo der Filtererlass als genereller Stand der Technik definiert wird.

3 Abluftreinigung in der Schweinehaltung – Verfahren, Dimensionierung und Reinigungsleistungen

JOCHEN HAHNE

3.1 Einführung und allgemeine Anforderungen

In den letzten 20 Jahren haben verschiedene Hersteller eine Fülle von Abluftreinigungsverfahren zur Reinigung von Abluft aus Schweinehaltungen entwickelt. Die Leistungsfähigkeit und Praxistauglichkeit der Anlagen belegen entsprechende Eignungsprüfungen. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf Verfahren, für die eine publizierte Eignungsprüfung unter praktischen Betriebsbedingungen vorliegt (Tab. 3.1), die den Kriterien für eine vorgezogene Qualitätsprüfung von Abluftreinigungsanlagen in der Tierhaltung (Tab. 3.2) nach Nummer 5.4.7.1 der aktuell gültigen Fassung der TA Luft (2021) entsprechen. Alle eignungsgeprüften Verfahren müssen über ein elektronisches Betriebstagebuch (EBTB) verfügen, das die in der TA Luft geforderten Parameter als Halbstundenwerte aufzeichnet. Diese Aufzeichnungen dienen dem betriebsinternen Monitoring der Anlage in Hinblick auf Fehlfunktionen sowie möglichen Verbesserungen im Verfahrensablauf und damit letztendlich der Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Anlagenbetriebes bei effizienter Betriebsweise. Außerdem dienen die Aufzeichnungen als Nachweis eines ordnungsgemäßen Anlagenbetriebes gegenüber den Genehmigungsbehörden.

Neben den beschriebenen Verfahren werden auch andere Techniken angeboten und entwickelt. Beispielsweise werden der Abluft Desodorierstoffe, Enzyme und andere Additive zugesetzt, die die typischen Geruchsstoffe aus der Tierhaltung „neutralisieren“ sollen. Grundsätzlich sind Verfahren, die die Abluft verdünnen bzw. die Abluftinhaltsstoffe nicht abreinigen im Sinne der vorliegenden Schrift keine Abluftreinigungsverfahren. Ferner gibt es Versuchsanlagen, in denen mit UV-Strahlung und/oder Ozon eine Oxidation von Geruchsstoffen erzielt werden soll. Diese und weitere in der Entwicklung befindliche Verfahren werden hier aufgrund ihres bislang fehlenden Wirkungsnachweises bei Tierhaltungsanlagen nicht weiter behandelt. Die vorliegende Beschreibung beschränkt sich auf Techniken, die nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand die erforderlichen Emissionsminderungen für Staub, Ammoniak und Geruch dauerhaft leisten können (siehe Tab. 3.2), eine größere Bedeutung für die Praxis in der Schweinehaltung haben und zu vertretbaren Kosten zu betreiben sind.

3.3 Biofilter

Funktionsweise

Biofilter (Abb. 3.1) werden überwiegend zur Beseitigung von prozesstypischen Gerüchen eingesetzt. Bei einstreulosen Haltungsverfahren können sie auch zur Staubabscheidung verwendet werden, wenn zumindest auf der Rohgasseite grob strukturiertes Filtermaterial verwendet wird, das nicht zur Verstopfung neigt. Bei der Reinigung von Abluft aus eingestreuten Schweinehaltungen ist im Regelfall eine trockene Vorentstaubung erforderlich.



Abb. 3.1: Biofilter mit Steuerungseinheit im Bildausschnitt (© HAGOLA® Biofilter GmbH)

Die Nutzungsdauer von organischen Filtermaterialien hängt sehr stark ab von

- der Art des Materials und seiner Korngröße,
- der Feuchtigkeit und der Temperatur im Filtermaterial und
- von der Stickstoffversorgung als begrenzendem Faktor.

Bei einem hohen Ammoniekeintrag weisen holzige Biofiltermaterialien wie Wurzelholz mit einem weiten Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis (C/N-Verhältnis) von 100 bis 400 : 1 eine längere Nutzungsdauer auf als Holzhackschnitzel mit einem engeren C/N-Verhältnis. Ein hoher NH_3 -Eintrag führt bei diesen feinen Materialien zu einer beschleunigten Materialzersetzung durch Mikroorganismen (Kompostierung), die mit einer Erhöhung des Druckverlustes verbunden ist. Grobes, gerissenes Material wird sehr langsam zersetzt und hat daher eine längere Nutzungsdauer als feine Hackschnitzel. Aufgrund der geringen Materialzersetzung bei Wurzelhölzern ist die Ammoniakabscheidung allerdings vernachlässigbar.

Aufbau eines Biofilters ohne anerkannte Stickstoffabscheidung mit wesentlichen Funktionselementen

Den Aufbau eines funktionsfähigen Biofilters mit den wesentlichen Funktionselementen zeigt Abbildung 3.2.

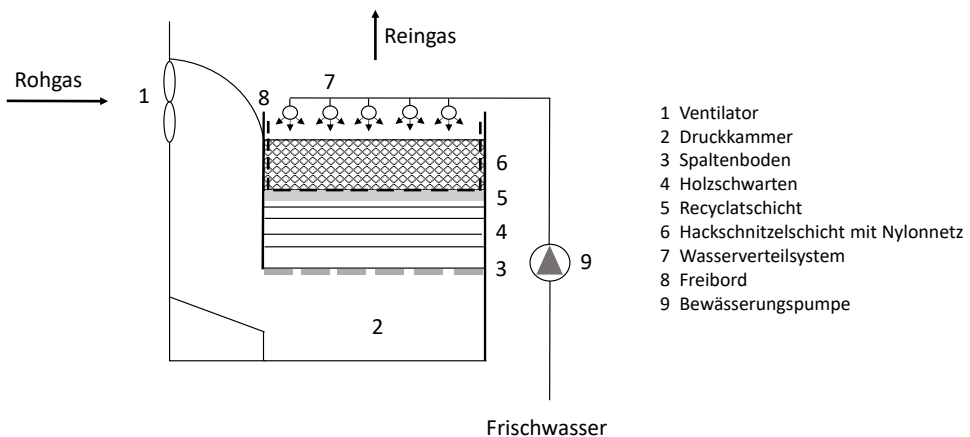


Abb. 3.2: Aufbau eines Biofilters ohne anerkannte Stickstoffabscheidung mit wesentlichen Funktionselementen (© J. Hahne)

Das Rohgas wird über einen Ventilator (1) in die Druckkammer des Biofilters gedrückt (2). Zu diesem Zweck müssen ausreichend druckstabile Ventilatoren eingesetzt werden, die eine Druckdifferenz von mindestens 150 Pa ohne nennenswerten Leistungsverlust überwinden können. Der Biofilter ist aus einzelnen korrosionsfesten Edelstahlmodulen aufgebaut. Der freie Luftraum in der Druckkammer unter dem Spaltenboden sollte etwa 0,5 m betragen.