



Cercl'Air-Empfehlung Nr. 21-D

Minderung von Emissionen aus der Landwirtschaft

Abluftreinigung bei Tierhaltungsanlagen

Technische Informationen zum Vollzug Luftreinhaltung

1. Einleitung

Im Januar 2002 hat der Cercl'Air das Positionspapier „**Minderung der Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft – Grundlagen zur Luftreinhaltung**“ vorgelegt. Daraus geht hervor, dass bei den technischen Massnahmen drei wichtige Handlungsebenen zu unterscheiden sind:

Zugehörige Vollzugshilfen und Informationen:

- Tierhaltung Vollzugshilfe BAFU/BLW: Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft Empfehlung Nr. 21-D (Abluftreinigung bei Tierhaltungsanlagen)
 - Hofdüngerlagerung Vollzugshilfe BAFU/BLW: Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft (ersetzt die Cercl'Air-Empfehlungen Nr. 21-A und 21-B)
 - Hofdüngerausbringung Cercl'Air-Empfehlung Nr. 21-C (2007)¹

Die vorliegende Empfehlung¹ betrifft den Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) bei Tierhaltungsanlagen. Sie zeigt auf, welche technischen und lufthygienischen Anforderungen beim Bau und beim Betrieb von Abluftreinigungssystemen zu beachten sind². Sie äussert sich nicht zur Frage, in welchen Fällen eine Abluftreinigungsanlage erforderlich ist.

Bezüglich dem Aspekt der Geruchsemissionen wird auf die Mindestabstandsregeln in der Tierhaltung verwiesen (Anhang 2, Ziffer 512 LRV).

¹ Die Empfehlungen sind unter <http://www.cerclair.ch/cmsv2/index.php?empfehlungen> erhältlich.

² Siehe auch: Abluftreinigungsverfahren zur Minderung von Ammoniak- und Geruchsemissionen aus Intensivtierställen – Erfahrungen in der Schweiz und Perspektiven. KBO-Bericht im Auftrag des BAFU vom Juni 2010. PDF-Download: <http://www.bafu.admin.ch/luft/00632/00640/index.html?lang=de>

2. Hintergrund

Ammoniak (NH_3) belastet unsere Umwelt über die Wirkungspfade Überdüngung, Versauerung und Stickstoff-Auswaschung. Davon besonders betroffen sind empfindliche Ökosysteme wie Wälder, Hochmoore, Magerwiesen und Gewässer. In der Atmosphäre verstärkt Ammoniak überdies die Bildung sekundärer Aerosole, welche als feine Partikel (PM10) weiträumig verfrachtet werden und die Atemwege belasten.

In der Schweiz stammen die Ammoniak-Emissionen zu mehr als 90 % aus der Landwirtschaft. Auf Stickstoff bezogen sind diese sogar bedeutender als sämtliche Stickoxidemissionen aus Verkehr, Industrie, Gewerbe sowie Haushalten.

Zum Schutz empfindlicher Ökosysteme ist langfristig eine Halbierung der Ammoniak-Emissionen erforderlich³. Dieser grosse Handlungsbedarf verlangt ein vorausschauendes Handeln und eine Kombination von Massnahmen auf allen Ebenen der Tierhaltung (vgl. Positions-papier Cercl'Air 2002).

Die Ammoniak-Verluste aus dem Stall, dem Auslauf und dem direkt damit verbundenen Hofdüngerlager machen einen erheblichen Teil der bei der Nutztierhaltung auftretenden Ammoniak-Verluste aus. Durch den laufenden Strukturwandel werden die Tiere auch in der Schweiz in immer grösseren Anlagen gehalten. Solche Anlagen erzeugen hohe Emissionsfrachten, die zu übermässigen Ammoniakbelastungen und Stickstoffeinträgen beitragen. Anzustreben ist eine gezielte Rückhaltung der in der Abluft solcher Anlagen fassbaren Stickstoffmengen.

3. Möglichkeiten der Minderung der Emissionen aus der Tierhaltung

Grundsätzlich sind Emissionen an der Quelle so weit wie möglich zu begrenzen. Das Modul „Baulicher Umweltschutz“ der Vollzugshilfe „Umweltschutz in der Landwirtschaft“ des Bundes zeigt auf, welche Massnahmen hierfür getroffen werden können⁴. Für die quantitative Beurteilung von Massnahmen steht das Web-basierte Emissionsmodell „Agrammon“ zur Verfügung.⁵

Aufgrund der wachsenden Tendenz zu grösseren Tierhaltungsbetrieben ist die Abluftreinigung in den letzten Jahren zu einer wichtigen Option geworden, damit entwicklungsfähige Betriebe die Anforderungen zum Immissionsschutz einhalten können. Grundsätzlich erfordert die Abluftreinigung eine Zwangslüftung, da die gesammelte Abluft mit Hilfe von Ventilatoren durch die Reinigungsanlage geleitet werden muss. Bei der Auswahl des geeigneten Abluftreinigungsverfahrens ist vor allem darauf zu achten, welche Emissionen (Ammoniak, Geruch, Gesamtstaub) gemindert werden sollen und welche Reinigungsleistung erreicht werden muss.

Vorgängig ist zudem zu prüfen, ob alle geeigneten stallinternen Emissionsminderungsmassnahmen ausgeschöpft sind, z.B. durch bedarfsgerechte Fütterung, Stallklimaoptimierung, häufige Reinigung, rasche Ableitung der flüssigen Ausscheidungen. Neben den klassischen Biowäschern haben sich Chemowäscher und mehrstufige Abluftreinigungsverfahren sowie für die Geruchs- und Staubminderung auch Biofilter etabliert.

³ Die erforderlichen Emissionsreduktionen zur Erreichung der ökologischen Schutzziele sind im Konzept des Bundesrates betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes vom 11. September 2009 enthalten.

⁴ PDF-Download: www.umwelt-schweiz.ch/uv-1101-d

⁵ www.agrammon.ch

Biofilter

Im Biofilter wird die Stallabluft über eine biologisch aktive Schicht geleitet, wobei die Inhaltsstoffe über den Feuchtigkeitsfilm des Filtermaterials (z.B. Hackschnitzel, gerissenes Wurzelholz, oder Rindenmulch) von Mikroorganismen aufgenommen und abgebaut werden. Eine gleichmässige und von Witterungseinflüssen unabhängige Befeuchtung des Filtermaterials muss gewährleistet sein. Die Abluft muss vor dem Biofilter befeuchtet werden, damit ein Austrocknen verhindert werden kann. Gleichzeitig ist dafür zu sorgen, dass die Eintrittstemperatur nicht unter 15°C fällt, um eine Hemmung der biologischen Prozesse zu verhindern.

Ammoniak ist eine der Hauptkomponenten in der Stallabluft und sehr gut wasserlöslich. Damit besteht das Risiko einer übermässigen Stickstoffanreicherung im Filter. Die hohen Stickstoffeinträge verstärken die Versauerung und beeinträchtigen dadurch den Gerüstaufbau des Filters. Gleichzeitig steigt das Risiko der Freisetzung von Lachgas.

Biofilter als einstufige Anlagen sind zur Abscheidung hoher oder stark schwankender Ammoniakfrachten aus der Nutztierhaltung nicht geeignet. Der Einsatz von Biofiltern in der Tierhaltung dient in erster Linie der Geruchsminderung, d.h. der Beseitigung der typischen Stallgerüche.

Biwäscher

Im Biwäscher wird die Stallabluft meist im Gegenstrom über einen Rieselkörper geführt, wobei die Abluftinhaltsstoffe zuerst in die Wasserphase überführt und anschliessend von den Mikroorganismen, die sich auf dem Rieselkörper ansiedeln, aufgenommen bzw. umgewandelt werden. Damit der Biofilm aktiv bleibt, muss er dauerhaft feucht und möglichst über 15°C gehalten werden.

Ammoniak aus Stallabluft wird im Biwäscher hauptsächlich zu Nitrit und Nitrat umgewandelt. Diese Salze werden in der Wasserphase angereichert und müssen zur Vermeidung von Hemmungen der Mikroorganismen durch periodisches Ableiten des Waschwassers (vgl. Abschnitt Waschwasserverwertung) entfernt werden. Die erforderliche Abschlämmlrate kann durch Überwachung der Leitfähigkeit gesteuert werden. Bei Biwäscher (Rieselbettreaktoren), die in der Schweinehaltung eingesetzt werden, liegt der damit verbundene Waschwasseranfall erfahrungsgemäss bei 0.6 bis 0.9 m³ pro Mastplatz und Jahr⁶. Als Nebenprodukt kann ein Teil des Stickstoffs als Lachgas (N₂O) oder elementarer Stickstoff freigesetzt werden. Durch optimale Betriebsweise kann die unerwünschte Lachgasbildung weitgehend vermieden werden.

Richtig betriebene Biwäscher (Temperatur > 15°C, pH-Wert des Kreislaufwassers zwischen 6.5 und 7.5 sowie geregelte Abschlämmlrate durch Leitfähigkeitsmessung) erreichen für Ammoniak und Staub Abscheidegrade über 70 % und entfernen den typischen Stallgeruch. Diese Abscheideleistung ist nur mit einer Regelung des Waschwasser-pH-Wertes im Bereich von 6.5 bis 7.5 dauerhaft erreichbar. Die Nährstoffversorgung der im Zusammenhang mit der Abluftreinigung aktiven Mikroorganismen mit Stickstoff, Phosphor und Spurenelementen erfolgt in der Regel über die Stallabluft und den Frischwassereintrag.

Chemowäscher

Beim Chemowäscher wird verdünnte Säure, im Regelfall Schwefelsäure, als Waschmedium eingesetzt. Für eine effektive Ammoniakabscheidung ist eine pH-Regelung erforderlich, dafür ist der Waschwasseranfall gegenüber dem Biwäscher um den Faktor 10 bis 20 geringer. Das anfallende Waschwasser enthält Ammoniumsulfat in angereicherter Form und muss separat aufgefangen werden (vgl. Abschnitt Waschwasserverwertung).

Der Chemowäscher mit saurer Waschlösung erreicht Ammoniak-Abscheidegrade von 90% und mehr. Für die Abscheidung von Geruchsstoffen ist der Chemowäscher nicht geeignet.

⁶ Quelle: KTBL (2006): Abluftreinigung für Tierhaltungsanlagen, KTBL-Schrift 451; S. 25

Mehrstufige Anlagen

Mehrstufige Anlagen bestehen aus einer Kombination obgenannter Verfahren und zeigen daher einen besseren und stabileren Abscheidewirkung für Ammoniak, Geruchstoffe und Gesamtstaub.

Eignung der verschiedenen Abluftreinigungsanlagen

Einen Überblick über die Eignung und Einsatzmöglichkeiten zeigt nachstehende Tabelle:

Anlageart	Nutzung	Aufstellung	Bewertung der Abscheidung von		
			Geruch	Ammoniak	Gesamtstaub
Biofilter	Schweine, Rinder	nicht eingestreut	++	n.g.	+
Biowäscher			+	+	+
Chemowäscher			n.g.	++	+
Zweistufig					
Wasserwäscher + Chemowäscher	Alle Tierarten	Nicht eingestreut und eingestreut	0/+	++	++
Wasserwäscher + Biofilter			++	0/+	++
Chemowäscher + Biofilter			++	++	++
Chemowäscher + Biowäscher			+	++	++
Dreistufig					
Wasserwäscher + Wasserwäscher + Biofilter	Alle Tierarten	Nicht eingestreut und eingestreut	++	+	+++
Wasserwäscher + Chemowäscher + Biofilter			+++	+++	+++

n.g. = nicht geeignet; 0/+ = bedingt geeignet; + = geeignet; ++ = gut; +++ = sehr gut

Tab. 1: Verfügbare Abluftreinigungsverfahren und ausgewählte Parameter (nach KTBL, 2006)

4. Anforderungen an Abluftreinigungsanlagen

Verfahrenseignung

Um hohe Reinigungsleistungen dauerhaft sicherzustellen, müssen Abluftreinigungsanlagen sachgerecht dimensioniert werden, einen ausreichenden technischen Standard aufweisen und ordnungsgemäss betrieben und gewartet werden. In der Vergangenheit haben Anlagen, die für die Reinigung der Stallabluft eingesetzt wurden, häufig erhebliche Mängel gezeigt. Um für die Betreiber eine bessere Vergleichbarkeit und eine grössere Funktionssicherheit der Anlagen zu erzielen, wurden im Ausland Eignungsprüfungen geschaffen.

In Deutschland bietet die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG e.V.) eine Baumuster- und Gebrauchswertprüfung (DLG-Signum-Eignungstest⁷) für Abluftreinigungsanlagen an. Zu den Systemanforderungen gehören Mindestanforderungen für die Auslegung, die Wartung und den Betrieb der Anlagen sowie die einzuhaltenden Reinigungsleistungen und deren Überwachung.

⁷ Der bundes- und europaweit gültige Test konkretisiert den Stand der Abluftreinigungstechnik zur Anwendung bei Tierhaltungsanlagen über die VDI-Richtlinien "Biologische Abgasreinigung" hinaus (VDI-Richtlinie 3477, 2004; VDI-Richtlinie 3478, 2008); <http://www.dlg.org>.

Weiter liegt ein Test-Protokoll⁸ der internationalen Organisation VERA⁹ vor, das die Rahmenbedingungen wie auch die Messmethoden für Abluftreinigungsanlagen auf internationaler Ebene standardisiert und harmonisiert. Damit wird der Export von Anlagen erleichtert und es können Mehrfachprüfungen in verschiedenen Ländern vermieden werden.

Für die in der Schweiz zum Einsatz gelangenden Abluftreinigungsanlagen wird empfohlen, dass sie die Rahmenbedingungen erfüllen, die im VERA-Testprotokoll festgelegt sind, oder dass sie eine DLG-Zertifizierung besitzen.¹⁰

Als Mindestanforderung für den **Anlagenwirkungsgrad bezüglich Ammoniak und Gesamtstaub wird ein Wert von 70 % empfohlen**. Für die Geruchsminderung gilt eine Reingaskonzentration von höchstens 300 GE/m³, wobei der Stallgeruch reingasseitig nicht mehr wahrnehmbar sein sollte (GE: Geruchseinheit).

Nachweis der Verfahrenseignung

Der DLG-Signum-Eignungstest wird durch die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft begleitet und beurteilt. Die Prüfung einer Anlage nach dem VERA-Testprotokoll hat durch eine Testorganisation und Messspezialisten zu erfolgen, welche die im Protokoll spezifizierten Anforderungen erfüllen.¹¹

Eine Prüfung kann vom Anlagehersteller, vom Planer oder vom Anlagebetreiber veranlasst werden. Die Beurteilung wird in einem Prüfbericht festgehalten. Eine positive Beurteilung erfolgt, wenn die Mindestanforderungen bezüglich Anlagewirkungsgrad (siehe oben) erreicht werden und eine erfolgreiche Prüfung anhand der Testvorgaben erfolgt ist. Schweizerischer Ansprechpartner für Fragen im Zusammenhang mit Eignungsprüfungen ist die Forschungsanstalt Agroscope Tänikon ART.

Lüftungstechnische Anforderungen

Die Dimensionierung der Lüftungs- und Abluftreinigungsanlage hat nach den geltenden Normen zu erfolgen (BVET, 2002 bzw. FAT-Schriftenreihe Nr. 51). Darin sind unter anderem die Planungswerte für die Luftraten von Ställen für Winter- und Sommerbedingungen in Abhängigkeit von Tierart, Tiermasse und Temperatur definiert. Die Abluftreinigungsanlage ist auf den maximalen Luftvolumenstrom auszulegen, d.h. auf die maximale Sommerluftrate. Durch Massnahmen, die die Sommerluftrate mindern, z.B. durch eine Zuluftkühlung, kann auch die Abluftreinigungsanlage kleiner dimensioniert werden. Dies senkt den Investitionsbedarf und erhöht gleichzeitig das Tierwohl.

In jedem Fall sind die Stalllüftung und die Abluftreinigungsanlage planerisch aufeinander abzustimmen. Dadurch kann die Versorgung der Tiere mit genügend Frischluft sichergestellt und gleichzeitig der Energiebedarf der Abluftreinigungsanlage optimiert werden.

Die Abluftführung aus dem Stall in die Abluftreinigungsanlage muss strömungstechnisch so ausgelegt werden, dass die Druckdifferenz möglichst gering und die Luftverteilung in der Reini-

⁸http://www.vera.ds.dk/dk/Saadan_soeger_du/Testprotokoller/Documents/VERA%20Air%20Cleaning%20Test%20Protocol%20-20version%201%20-%20202010-09-17.pdf

⁹ VERA (Verification of Environmental Technologies for Agricultural Production): die Vereinigung des niederländischen Ministeriums für Umwelt, des deutschen Bundesministeriums für Landwirtschaft und des dänischen Ministeriums für Umwelt entwickelte in Zusammenarbeit mit einem Expertengremium aus den Niederlanden, Deutschland und Dänemark ein Test-Protokoll für die Prüfung von Abluftreinigungsanlagen (<http://veracert.eu>).

¹⁰ Liste der Anlagen, die den DLG-Signum-Test bestanden haben : <http://www.dlg.org/gebaeude.html#Abluft>

¹¹ Falls genügend schweizerische Hersteller an einer Prüfung gemäss VERA-Protokoll unter Aufsicht einer Schweizer Testorganisation interessiert wären, müsste ein dementsprechendes Prüfremium geschaffen werden (z.B. unter Federführung der Forschungsanstalt Agroscope Tänikon ART für die baulich-technischen und tierhalterischen Bedingungen und die EMPA als messtechnischen Experten). Die notwendigen Messungen könnten in der Schweiz von einer qualifizierten Messfirma durchgeführt werden (Liste Luftunion: <http://www.luftunion.ch/Uebersicht.html>).

gungsanlage gleichmässig ist; d.h. die Leistung der Ventilatoren muss genügend dimensioniert sein, damit die erforderlichen Luftraten auch unter Sommerbedingungen erreicht werden können.

Betriebsüberwachung und Betriebsdokumentation

Aufgrund der steigenden Anforderungen an die Reinigungsleistung von biologischen Abluftreinigungsanlagen werden Verfahrensabläufe gefordert, die eine grosse Betriebsicherheit und Prozessstabilität gewährleisten. Dies bedingt jedoch eine regelmässige Überwachung der Anlage. Der Überprüfungs aufwand ist gering, wenn

- ein **Betriebstagebuch** (Anhang 1) geführt wird,
- die **Steuerung der Anlage** aufgrund von Parameter erfolgt, die zweckmässig und einfach zu überwachen sind,
- **Betriebsdaten** möglichst elektronisch aufgezeichnet und gespeichert werden (Anhang 1),
- eine regelmässige **Wartung** erfolgt, z.B. durch die Herstellerfirma.

Die laufende Erhebung der wichtigsten Betriebsparameter gemäss Anhang 1 hilft dem Betreiber, die Anlage wirksam und kosteneffektiv zu betreiben (Energiekosten, Wasser- und Säureverbrauch). Die Parameter sollten möglichst elektronisch erfasst werden, damit der ordnungsgemäss Betrieb der Anlage lückenlos dokumentiert und jederzeit rückverfolgt werden kann. Die dokumentierten Daten sind während fünf Jahren aufzubewahren.

Sicherheitstechnische Hinweise

Bei Arbeiten mit Chemikalien wie anorganischen Säuren (z.B. Schwefelsäure), sind die Sicherheitshinweise, die im Sicherheitsdatenblatt dokumentiert sind, zwingend einzuhalten.

Vor Revisions- und Wartungsarbeiten an Abluftreinigungsanlagen ist diese ausser Betrieb zu nehmen. Vor dem Betreten von Anlageteilen sind diese gut zu lüften und der persönliche Schutz mit entsprechender Kleidung (säurefest) und Schutzbrille sicherzustellen. Weiter muss eine funktionierende Augendusche in unmittelbarer Nähe vorhanden sein.

Vor Innenarbeiten an Chemowäschern oder chemischen Stufen mehrstufiger Anlagen sind die entsprechenden Anlageteile vor Arbeitsbeginn ausreichend mit Wasser zu spülen.

Grundsätzlich sollten Arbeiten an Chemowäschern und Säuredosiereinheiten von Fachpersonen ausgeführt werden.

Hinweise zur Waschwasserverwertung

Alle Abluftreinigungsanlagen verringern den Ammoniakgehalt in der Abluft. Dadurch reichert sich der Stickstoff im Waschwasser an. Für den Umgang und die Verwertung des Waschwassers sind die einschlägigen Gewässerschutzbestimmungen zu beachten (vgl. Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft BAFU/BLW). Je nach Abluftreinigungssystem gibt es hierbei Folgendes zu berücksichtigen:

- Das Waschwasser von Rieselbettreaktoren kann grundsätzlich ins Güllelager überführt werden (zur Dimensionierung des Lagervolumens siehe Abschnitt 3.4.3 der Vollzugshilfe BAFU/BLW „Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft“).
- Die bei der Verwendung von Schwefelsäure anfallende Ammoniumsulfatlösung mit einem N-Gehalt von etwa 4 - 5 % darf nicht zusammen mit der Gülle gelagert werden, weil dadurch die Bildung von toxischem Schwefelwasserstoff aus dem Sulfat verstärkt werden kann.
- Eine Ammoniumsulfatlösung mit einem N-Gehalt von mind. 5 % und einem Schwefelgehalt von 6% ist laut Düngerverordnung als Düngemittel einzustufen und kann deshalb betriebsextern verwertet bzw. verkauft werden. Allenfalls kann die Ammoniumsulfatlösung unmittelbar vor dem Ausbringen in einem Aussenbehälter mit der auszubringenden Gülle vermischt werden. Allerdings sind hier die sicherheitstechnischen Anforderungen zu befolgen.

5. Behördliche Kontrolle

Abnahmemessung

Nach Inbetriebnahme einer Abluftreinigungsanlage ist eine Abnahmemessung innerhalb von 4 bis 12 Monaten vorzunehmen, um den ordnungsgemäßen Einbau und Betrieb und die dauerhafte Einhaltung der geforderten Reinigungsleistung zu bestätigen (Art. 13 LRV). Diese Kontrollen bzw. Messungen¹² und die Berichterstattung sind von unabhängigen Fachpersonen vorzunehmen, welche die Anlage nicht vorgängig nach dem VERA- oder dem DLG-Testverfahren geprüft haben.

Gestützt auf die Ergebnisse der Abnahmekontrolle ist das Vorgehen für die periodischen Kontrollen und Messungen festzulegen. Von häufigen Nachkontrollen kann abgesehen werden, wenn anlagespezifische Parameter kontinuierlich erfasst und auftretende Mängel sofort erkannt und behoben werden. Bei einer Abnahmemessung sind folgende Punkte zu prüfen:

- Allgemeiner technischer Zustand der Anlage
- Funktionsüberprüfung
- Zustand der Reinigungsstufen
- Reinigungsleistung
- Kontrolle des Betriebstagebuchs.

Periodische Kontrollen

Um die Zuverlässigkeit der geforderten Reinigungsleistung zu sichern, ist mindestens alle drei Jahre eine periodische Kontrolle durch eine unabhängige Stelle durchzuführen. Die Kontrolle soll je nach Abluftreinigungssystem differenziert sein und sollte jeweils in der Mitte eines regulären Wartungsintervalls vorgenommen werden. In der nachstellenden Tabelle 2 sind die unerlässlichen Kontrollelemente aufgeführt:

Anlagetyp	Kontrollelemente
Alle Anlagen	<ul style="list-style-type: none">- Kontrolle des Betriebshandbuchs (mit allen relevanten Parameter)- Visuelle Kontrolle der Anlage- Kontrolle des Wartungsprotokolls- Kontrolle Wasserverbrauch- Messung von Ammonium, Nitrat, Nitrit und pH im Waschwasser (Schnell-Test)- Messung von Ammoniak im Roh- und Reingas (Dräger-Röhrchen)
Biowässer (zusätzlich)	<ul style="list-style-type: none">- Messung der Leitfähigkeit im Sumpf
Chemowässer (zusätzlich)	<ul style="list-style-type: none">- Kontrolle Säureverbrauch- pH-Bestimmung im Sumpf

Tab. 2 Kontrollparameter für die periodische Funktionskontrolle. Angaben zu den Messmethoden für die periodische Kontrolle befinden sich im Anhang 2.

¹² Die Messungen richten sich nach den [Empfehlungen über die Emissionsmessung von Luftfremdstoffen bei stationären Anlagen \(Emissions-Messemmpfehlungen vom 25. Januar 1996, Stand: Mai 2001\)](#). Sie müssen in jenem Betriebszustand erfolgen, in welchem die grössten Emissionen auftreten, bzw. die Messperioden sind so zu wählen, dass sämtliche relevanten Mastperioden erfasst werden.

6. Rechtliche Grundlagen

Vorsorgliche Emissionsbegrenzungen

Für gefasste Ammoniakemissionen aus Nutztierställen gilt gemäss Anhang 1 der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) ab einem Massenstrom von 300 g/h ein Grenzwert von 30 mg/m³. Weil die Ammoniakkonzentrationen in der Stallabluft häufig unter diesem Wert liegen, werden die vorsorglichen Emissionsbegrenzungen der LRV in der Regel eingehalten.

Im Rahmen der Vorsorge sind emissionsbegrenzende Massnahmen unabhängig von der jeweiligen bestehenden Umweltbelastung so weit zu treffen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Art. 11 Abs. 2 USG). Hierzu gehören insbesondere die baulichen Massnahmen gemäss der „Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft“.

Übermässige Immissionen

Immissionen gelten als übermässig, wenn sie die Immissionsgrenzwerte überschreiten. Für Ammoniak und Ammoniumverbindungen gibt es in der LRV keine Immissionsgrenzwerte. Zum Schutz der naturnahen Vegetation soll die Ammoniak-Belastung nach internationalen Erkenntnissen im Jahresdurchschnitt eine kritische Schwelle (Critical Level) von 1 – 3 µg/m³ nicht überschreiten (UNECE Mapping Manual 2009, Cape J.N. et. al 2009). Für den Schutz empfindlicher Ökosysteme vor weiträumiger Belastung durch reduzierte und oxidierte Stickstoffverbindungen sind zudem die entsprechenden Critical Loads¹³ für Stickstoffeinträge massgebend. Critical Loads und Critical Levels sind den Immissionsgrenzwerten der LRV rechtlich gleichgestellt¹⁴; Immissionen, bei denen diese Werte überschritten werden, müssen demnach als übermässig bezeichnet werden.

Verschärzte Emissionsbegrenzungen

Verursacht eine einzelne Anlage trotz vorsorglicher Emissionsbegrenzung wegen ihres hohen Emissionsmassenstroms übermässige Immissionen, so sind im Sinne von Artikel 5 bzw. Artikel 9 LRV verschärzte Emissionsbeschränkungen anzuordnen. Die Emissionsbegrenzungen müssen so weit verschärft werden, dass keine übermässigen Immissionen verursacht werden. Bei dieser zweiten Stufe steht der Schutz des Menschen und seiner Umwelt über den wirtschaftlichen Überlegungen. Es können auch Massnahmen ergriffen werden, die für Anlageninhaber wirtschaftlich einschneidend sind. In jedem Fall jedoch müssen sie verhältnismässig im Sinne von Art. 5 Abs. 2 der Bundesverfassung sein. Diese Anforderungen sind insbesondere auch bei der Ausscheidung von Gebieten für die intensive Nutztierhaltung zu beachten (Art. 16a Abs. 3 Raumplanungsgesetz).

Bei Neuanlagen sind verschärzte Emissionsbegrenzungen im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens anzuordnen (Art. 5 LRV). Bei bestehenden Anlagen werden die Massnahmen im Rahmen eines Sanierungsverfahrens verfügt (Art. 9 LRV). Die Sanierungsfrist richtet sich nach dem Ausmass der Emissionen und dem Schutzbedarf gegenüber Mensch und Umwelt (Art. 10 LRV).

Werden übermässige Immissionen durch eine Vielzahl von Quellen verursacht, so sind die nötigen verschärften Emissionsbegrenzungen für die verursachenden Quellen im Rahmen der Massnahmenplanung festzulegen (Art. 44a USG und Art. 31-34 LRV). Die jeweilige Sanierungsfrist wird durch die zuständige Behörde mit einer individuellen Verfügung oder generell durch den Massnahmenplan festgelegt (Art. 8 Abs. 1 und 2 LRV bzw. Art. 31 und Art. 32 LRV).

¹³ Protokoll vom 30. November 1999 zum Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung, betreffend die Verringerung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon, Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE)

¹⁴ Mitteilung zur Luftreinhalteverordnung LRV, Nr. 13 "Ammoniak (NH₃)-Minderung bei der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung", BAFU, 2002

7. Förderung

Bund

Zur Minderung der Ammoniak-Emissionen im Rahmen der Massnahmenpläne Luftreinhaltung hat der Bundesrat die Kantone mit Schreiben vom 7. Juli 2006 auf das neu geschaffene Programm „Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen“ hingewiesen. Damit sollen im Rahmen der Agrarpolitik AP 2011 günstige Rahmenbedingungen zur Minderung der Ammoniak-Emissionen in der Landwirtschaft geschaffen werden. Es bleibt Aufgabe der Kantone, die nötigen Vorarbeiten für kantonale oder regionale Minderungsstrategien zu entwickeln und gestützt darauf beim Bund Beiträge zur Förderung von emissionsarmen Techniken zu beantragen.

Beratung

Die landwirtschaftliche Beratung und die landwirtschaftliche Presse informieren die Landwirte laufend über die Möglichkeiten zur Minderung der Ammoniakverluste sowie zur guten landwirtschaftlichen Praxis (GLP).

8. Unterlagen

- BAFU (2010): Abluftreinigungsverfahren zur Minderung von Ammoniak- und Geruchsemissionen aus Intensivtierställen – Erfahrungen in der Schweiz und Perspektiven. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- BAFU (2002): Ammoniak (NH_3)-Minderung bei der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Mitteilungen zur Luftreinhaltungs-Verordnung LRV Nr. 13.
- BAFU (2011): Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft (Modul baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft; die vier anderen Module sind in Vorbereitung).
- BVET (2002): Stallklimawerte und ihre Messung in Nutztierhaltungen Information Bundesamt für Veterinärwesen, BVET 800.106.01, Tierschutz vom 25. März 2002.
- Cape J.N. et. al (2009): Evidence for changing the Critical Level for ammonia. Environmental Pollution 157, 1033-1037 (2009). <http://nora.nerc.ac.uk/4442/4/CapeN004442PP.pdf>
- Cercl'Air (2002): Minderung der Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft - Grundlagen zur Luftreinhaltung. Positionspapier Januar 2002. www.cerclair.ch/de
- DLG (2008): Prüfrahmen: Abluftreinigungssysteme für Tierhaltungsanlagen. DLG Testzentrum, Technik & Betriebsmittel Groß-Umstadt . Prüfberichte der DLG sind im Internet abrufbar: www.dlg.org.
- KTBL (2006): Abluftreinigung für Tierhaltungsanlagen – Verfahren, Leistungen, Kosten. KTBL-Schrift 451, Darmstadt.
- Mapping Manual (2009): Chapter III Mapping Critical Levels for Vegetation revised. Mapping Manual 2004, UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. <http://icpmapping.org/cms/zeigeBereich/11/gibDatei/312/mapman-3-rev-2009.pdf>
- Sachsen-Anhalt (2006): Stallklimaprüfung in der landwirtschaftlichen Tierhaltung 2006. <http://www.verbraucherschutz.sachsen-anhalt.de/veterinaer/Publikationen/stallklimaueberpruefung.pdf>
- UNECE (2007): Leitfaden über Techniken zur Vermeidung und Verringerung von Ammoniakemissionen. ECE/EB.AIR/WG.5/2007/13.
- UWE Luzern (2009): Eignungsprüfung für Abluftreinigungsanlagen in der Landwirtschaft zur Minderung von Ammoniakemissionen.
- VERA (2010): Test Protocol for Air Cleaning Technologies, Version 1 vom 17.9.10. http://www.vera.ds.dk/dk/Saadan_soeger_du/Testprotokoller/Documents/VERA%20Air%20Cleaning%20Test%20Protocol%20-%20version%201%20-%202010-09-17.pdf

Anhang 1

Zu erfassende Betriebsdaten für das Betriebstagebuch (nach Ktbl, 2006; verändert)

Parameter	Was / wie	Biofilter	Biowäscher	Chemowäscher
Luftdurchsatz	Ventilatorenleistung	x	x	x
Druckverlust über der Abluftreinigungsanlage ¹ (wenn manuell: wöchentlich)	Druckdifferenz, Alarm bei Überschreitung	m (30-150 Pa) ⁴	x/A (≤100 Pa)	x/A (≤100 Pa)
Anlagenkontrolle- Sprühbild	Visuell / täglich	m	m	m
Berieselung / Waschwasserfluss	Pumpensteuerung, Alarm bei Ausfall	x ⁴	x/A	x/A
Feuchtekontrolle	Alarm bei Unterschreitung	x/A <td></td> <td></td>		
Pumpenlaufzeit Umwälzpumpe	Alarm bei Ausfall		x/A	x/A
Pumpenlaufzeit Abschlämmpumpe	Alarm bei Ausfall		x/A	x/A
Frischwasserverbrauch	Wasserzähler	m	m	m
Abgeschlammte Wassermenge ²	nach Bedarf		x/m	m
Leitfähigkeit des Waschwassers ¹	Alarm bei Ausfall Messsonde		x/A -1)	
Nachweis Säureverbrauch	Einkaufsbeleg		m	m
Einhaltung des pH-Wertes ¹ (wenn manuell: täglich)		x /m (pH 6.5-7.5)	x /m (pH 6.5-7.5)	x (pH 1.5-5.5)
Rohgastemperatur ¹	über Stallklima	x	x	x
Reingastemperatur ¹ (manuell: täglich im Filtermaterial)	Alarm bei Unterschreitung	m >15°C	x/A >18°C	x
Wartungs- und Reparaturzeiten	Zeitpunkt, Ursache, Massnahme	m	m	m
Kalibrierung des pH-Sensors (nach Vorgaben des Herstellers)	Zeitpunkt, Wert vor und nach Kalibrierung		m	m
Wechsel des Filtermaterials	Zeitpunkt, Form und Massnahmen z.B. Ersatz Trägermaterial	m		

x: elektronische Erfassung

m: manuelle Erfassung (Computer oder Liste)

A: Alarm

Werte in Klammern: Normwerte bei korrekter Funktion

¹ Elektronisch erfasste Betriebswerte sind in stündlichen Intervallen zu archivieren.

² Die abgeschlammte Wassermenge wird entweder automatisch oder aufgrund der Intervallhäufigkeit erfasst.

³ Der Druckverlust ist abhängig von der Filterflächenbelastung sowie der Art, der Höhe und des Alters des Filtermaterials, sodass hier nur Anhaltswerte aufgeführt werden können.

⁴ Erfassen des Beregnungsintervalls: Sommerbedingungen alle 4 - 6 h; Winterbedingungen alle 12 - 24 h.

Anhang 2

Messmethoden für periodische Kontrolle

Messgegenstand	Parameter	Messmethode
Rohgas, Reingas	Ammoniak	Dräger-Röhrchen Ammoniak 2/a
	Geruch	Persönliche Wahrnehmung oder Olfaktometrie
Kreislaufwasser (Sumpf)	pH	Handmessgerät
	Leitfähigkeit	Handmessgerät
	Temperatur	Handmessgerät
	Ammonium	Küvettentest
	Nitrat	Küvettentest
	Nitrit	Küvettentest
	CSB	Küvettentest