

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Emissionen und Immissionen aus  
Tierhaltungsanlagen  
Haltungsverfahren und Emissionen  
Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde  
Emissions and immissions from  
animal husbandries  
Housing systems and emissions  
Pigs, cattle, poultry, horses

VDI 3894

Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.*

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The draft of this guideline has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).*

*The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung . . . . .	2	Preliminary note . . . . .	2
Einleitung . . . . .	2	Introduction . . . . .	2
<b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>	<b>3</b>	<b>1 Scope . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>2 Begriffe . . . . .</b>	<b>4</b>	<b>2 Terms and definitions . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>3 Stand der Haltungstechnik bei Nutztieren . . . . .</b>	<b>9</b>	<b>3 State of the art in farm animal housing techniques . . . . .</b>	<b>9</b>
3.1 Haltungsverfahren . . . . .	9	3.1 Housing techniques . . . . .	9
3.2 Entmistungsverfahren . . . . .	26	3.2 Demanuring techniques . . . . .	26
3.3 Lüftungsverfahren . . . . .	30	3.3 Ventilation techniques . . . . .	30
3.4 Fütterung und Tränke . . . . .	33	3.4 Feeding and watering . . . . .	33
3.5 Lagerung von Fest- und Flüssigmist, Geflügelkot . . . . .	34	3.5 Storage of solid and liquid manure, poultry dung . . . . .	34
<b>4 Vermeidung und Minderung von Emissionen 36</b>		<b>4 Avoidance and reduction of emissions . . . . . 36</b>	
4.1 Umweltrelevante Emissionen aus Tierhaltungsanlagen . . . . .	36	4.1 Environmentally relevant emissions from animal housing facilities . . . . .	36
4.2 Prozessintegrierte Maßnahmen zur Emissionsminderung für Geruch und Ammoniak . . . . .	39	4.2 Process-integrated measures for the emission reduction of odour and ammonia . . . . .	39
4.3 Emissionsmindernde Maßnahmen für staubförmige Emissionen . . . . .	52	4.3 Emission-reducing measures for dustlike emissions . . . . .	52
4.4 Emissionsmindernde Maßnahmen für Lachgas und Methan . . . . .	56	4.4 Emission-reducing measures for laughing gas and methane . . . . .	56
4.5 Weitere Minderungsmaßnahmen . . . . .	57	4.5 Other reduction measures . . . . .	57
<b>5 Maßnahmen zur Beeinflussung der Immissionssituation . . . . .</b>	<b>59</b>	<b>5 Measures for the improvement of the immission situation . . . . .</b>	<b>59</b>
5.1 Standortwahl . . . . .	59	5.1 Choice of location . . . . .	59
5.2 Ableitbedingungen . . . . .	59	5.2 Exhaust conditions . . . . .	59

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltschutztechnik

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 3: Emissionsminderung II  
VDI-Handbuch Nutztierhaltung: Emissionen/Immissionen

	Seite
<b>6 Emissionen</b> . . . . .	60
6.1 Konventionswerte für Emissionsfaktoren . . . . .	60
6.2 Sonstige Emissionen . . . . .	74
<b>Anhang A</b> Großvieheinheiten-Schlüssel (GV-Schlüssel) . . . . .	75
<b>Anhang B</b> Minderungspotenziale. . . . .	77
Schrifttum . . . . .	80
Benennungsindex englisch – deutsch . . . . .	83

	Page
<b>6 Emissions</b> . . . . .	60
6.1 Conventional values for emission factors . . . . .	60
6.2 Other emissions . . . . .	74
<b>Annex A</b> Livestock unit key (LU key) . . . . .	75
<b>Annex B</b> Reduction potential. . . . .	79
Bibliography . . . . .	80
Term index English – German. . . . .	83

**Vorbemerkung**

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi-richtlinien.de](http://www.vdi-richtlinien.de)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/3894](http://www.vdi.de/3894).

**Einleitung**

Die Richtlinie VDI 3894 Blatt 1 beschreibt den Stand der Haltungstechnik und der Maßnahmen zur Emissionsminderung bei der Haltung von Schweinen, Rindern, Geflügel und Pferden. Darüber hinaus enthält die Richtlinie Konventionswerte für die Emissionen von Geruchsstoffen, Ammoniak und Staub aus Tierhaltungsanlagen.

Sie liefert wesentliche Informationen, die zur immissionsschutzrechtlichen Beurteilung von Tierhaltungsanlagen auf der Grundlage von Abstandsregelungen (VDI 3894 Blatt 2) und Ausbreitungsrechnungen benötigt werden. Damit unterstützt die Richtlinie sowohl die Anwendung der TA Luft als auch das Dokument zur Beschreibung der „Besten Verfügbaren Techniken in der Intensivtierhaltung“ (BREF) [1].

Die Richtlinie ist die Neufassung der Richtlinien VDI 3471 und VDI 3472. Die Neufassung ersetzt auch die Richtlinienentwürfe VDI 3473 Blatt 1 und

**Preliminary note**

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices ([www.vdi-richtlinien.de](http://www.vdi-richtlinien.de)).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

A catalogue of all available parts of this series of guidelines can be accessed on the internet at [www.vdi.de/3894](http://www.vdi.de/3894).

**Introduction**

Guideline VDI 3894 Part 1 describes the current state of the art in housing techniques and emission reduction measures in pig, cattle, poultry, and horse husbandry. In addition, the guideline contains conventional values for the emissions of odorants, ammonia, and dust from animal husbandries.

It provides important information required for the immission-legal evaluation of animal husbandries based on distance regulations (VDI 3892 Part 2) and spreading calculations. Thus, the guideline supports both the application of TA Luft (Technical Instructions on Air Quality) and the document for the description of the “Best available techniques in intensive animal husbandry” (BREF) [1].

The guideline is the revised version of the guidelines VDI 3471 and VDI 3472. This revised version replaces the draft guidelines VDI 3473 Part 1 and

VDI 3474 und berücksichtigt den „Nationalen Bewertungsrahmen zur Beschreibung des Standes der Technik bei Tierhaltungsverfahren“ [2].

Die Überarbeitung der Richtlinien wurde erforderlich, weil sich seit 1986 der Stand des Wissens und der Technik zur Nutztierhaltung sowie zur Emissionsminderung weiter entwickelt hat. Außerdem sind die Anforderungen an den Immissionsschutz gestiegen. Bei Tierhaltungsanlagen steht nicht mehr nur allein der Schutz der Anwohner vor Geruchsbelästigungen im Mittelpunkt gesetzlicher Regelungen. Aufgrund internationaler Vereinbarungen, wie dem UN/ECE-Protokoll zur Bekämpfung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon [3] und der Richtlinie über nationale Emissionshöchstgrenzen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie), muss die Tierhaltung einen wesentlichen Beitrag zur Minderung der Ammoniakemissionen, die zu über 90 % von der Landwirtschaft verursacht werden, leisten. Darüber hinaus ist die Tierhaltung eine Quelle für Partikelemissionen, die auch biologische Komponenten (u. a. Keime und Endotoxine) enthalten und daher als Bioaerosole (VDI 4255 Blatt 2) bezeichnet werden. Außerdem werden aus der Nutztierhaltung Methan und Distickstoffmonoxid als klimawirksame Spurengase emittiert, die ebenfalls minimiert werden sollten.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für Anlagen zur Haltung von Schweinen, Rindern, Geflügel und Pferden. Als Emissionsquellen werden berücksichtigt:

- Ställe, in denen die Tiere untergebracht sind
- Nebeneinrichtungen zur Lagerung und Behandlung von Fest- und Flüssigmist sowie Geflügelkot und zur Lagerung bzw. Aufbereitung bestimmter Futtermittel (insbesondere Silagen)
- Flächen außerhalb von Ställen, auf denen sich die Tiere bewegen können (Auslaufflächen, Laufhöfe)

**Die Richtlinie gilt nicht für die Freilandhaltung von Tieren.** Sie beschreibt den derzeitigen Stand der Technik von Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen in Tierhaltungsanlagen und die damit verbundenen Emissionen (Geruchsstoffe, Ammoniak, Staub, Methan und Distickstoffmonoxid). Sie gibt Hinweise, wie diese Emissionen vermieden und vermindert werden können.

**Die Ausbringung von Fest- und Flüssigmist auf landwirtschaftlichen Flächen wird in dieser Richtlinie nicht behandelt, da diese keine Anlagen gemäß § 3 Abs. 5 Nr. 3 BImSchG sind.**

VDI 3474 and considers the “National framework evaluation guidelines for the description of the state of the art in animal housing techniques” [2].

The revision of the guidelines became necessary because knowledge and techniques in farm animal husbandry and emission reduction have developed since 1986. In addition, immission protection requirements have grown. Legal regulations for animal housing facilities no longer exclusively focus on the protection of residents against odour pollution. Based on international agreements, such as the UN/ECE protocol to abate acidification, eutrophication, and ground-level ozone [3], and the maximum emission limit directive for certain pollutants (NEC Directive), animal husbandry must make a considerable contribution towards the reduction of ammonia emissions, 90 % of which are caused by agriculture. Moreover, animal husbandry is also a source of particle emissions, which also contain biological components (such as germs and endotoxins) and are therefore termed bioaerosols (VDI 4255 Part 2). Additionally, farm animal housing emits methane and dinitrogen monoxide as climatically relevant gases, which should also be minimized.

## 1 Scope

This guideline applies to facilities for the housing of pigs, cattle, poultry, and horses. The following sources of emissions are considered:

- housing facilities for animals
- adjacent facilities for the storage and treatment of solid and liquid manure as well as poultry dung and facilities for the storage and processing of certain feedstuff (in particular silage)
- areas outside of animal housing facilities where the animals can move freely (paddocks, cattle yards)

**The guideline does not apply to the free-range husbandry of animals.** It describes the current state of the art of techniques, equipment, and modes of operation in animal housing facilities as well as the emissions caused by them (odorants, ammonia, dust, methane, and dinitrogen monoxide). In addition, it shows how these emissions can be avoided and reduced.

**The spreading of solid and liquid manure on agricultural areas is not covered by this guideline because they are not considered facilities as defined in § 3 (5) No. 3 BImSchG (Federal Immission Control Act).**

Die Richtlinie VDI 3894 Blatt 2 wird eine spezifische Abstandsregelung für **Geruchsstoffimmissionen**, die eine Beurteilung der Immissionssituation ermöglicht und mit deren Hilfe der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Gerüche sichergestellt werden kann, beschreiben.

## 2 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die folgenden Begriffe:

**Anmerkung:** Eine nach den englischen Benennungen alphabetisch sortierte Wortliste befindet sich im Benennungsindex der Richtlinie.

### **Abluft**

Luft, die den Stallraum bzw. Stall in die offene Atmosphäre verlässt.

**Anmerkung:** Da der Übergang von Fortluft zu Abluft fließend ist, wird in dieser Richtlinie einheitlich der Begriff „Abluft“ verwendet.

### **Abluftreinigung**

Verfahren zur Abscheidung von Ammoniak, →Geruchsstoffen und Staub aus der →Abluft zwangsbelüfteter Ställe.

### **Abteil** (Box, Bucht)

Baulich oder durch Stalleinrichtungen abgegrenzter Bereich zur Haltung eines Tiers oder einer Tiergruppe im Stall.

### **Auslauf**

Eine den Tieren zugängliche befestigte oder unbefestigte Freifläche, die überdacht sein kann und an das Stallgebäude angrenzt.

**Anmerkung:** Die Fläche dient den Tieren als →Lauf-, →Liege-, →Fress- und/oder →Kotbereich.

### **Außenklimastall**

Ungedämmte oder z.B. im Dachbereich teilgedämmte Stallgebäude mit →freier Lüftung.

### **Betriebsweise**

Bezeichnung für die Summe der zeitlichen Veränderungen aller wichtigen Parameter des Betriebs.

[in Anlehnung an DIN 4140]

### **Biofilter**

Abluftreinigungsfilter bestehend aus einer feuchten, organischen Schüttung (z.B. aus Wurzelholz oder Holzhackschnitzeln), durch den Abluftinhaltsstoffe wie →Geruchsstoffe und Staub abgeschieden und biologisch abgebaut werden.

### **Chemische Wäscher**

Abluftwäscher zur Ammoniak- und Staubabscheidung, die mit verdünnten Säuren als Waschmedium betrieben werden.

Guideline VDI 3894 Part 2 will describe a specific distance regulation for **odorant immissions**, which allows the immission situation to be evaluated and guarantees protection against harmful environmental impacts caused by odours.

## 2 Terms and definitions

For the purposes of this guideline, the following terms and definitions apply:

**Note:** A word list sorted alphabetically in order of the English terms is provided in the term index of this guideline.

### **Exhaust air**

Air which leaves the animal housing room or facility towards the open atmosphere.

**Note:** Since the transition between outgoing air and exhaust air is fluid, the term “exhaust air” is used consistently in this guideline.

### **Exhaust air cleaning**

Techniques for the separation of ammonia, odorants, and dust from the →exhaust air of animal houses with forced ventilation.

### **Compartment** (box, pen)

Area for the housing of one animal or an animal group in the animal house which is separated by building features or animal house equipment.

### **Yard**

A paved or non-paved free area which may be covered by a roof and borders on the animal house building.

**Note:** This area serves as an →activity, →lying, →eating and/or →dung area for the animals.

### **Outdoor climate house**

Non-insulated or partially insulated (e.g. in the roof area) animal house buildings with →free ventilation.

### **Mode of operation**

This term describes the sum of the temporal fluctuations of all important operational parameters.

[adapted from DIN 4140]

### **Biofilters**

Exhaust air cleaning filters consisting of a moist organic filter bed (e.g. root wood or wood chips) which separates and biodegrades exhaust air components such as →odorants and dust.

### **Chemical washers**

Exhaust air washers for ammonia and dust separation operated with diluted acids as washing media.

**Einrichtung**

Zusammenfassung von Baugruppen und/oder Bauelementen zu einer selbstständig verwendbaren Einheit. [DIN 24970]

**Einstreu**

Material (z.B. Stroh, Hobelspäne, Sand) zur Abdeckung befestigter Untergründe.

**Anmerkung 1:** Einstreu dient zur Aufnahme der Feuchtigkeit aus den Ausscheidungen der Tiere, zur Wärmedämmung und als weiche Unterlage im →Liegebereich und als Nahrung.

**Anmerkung 2:** Eingestreute Flächen oder Stallbereiche werden in der Hühnerhaltung als Scharräume bezeichnet.

**Emission**

Übertritt luftverunreinigender Stoffe in die offene Atmosphäre. [in Anlehnung an VDI 2450 Blatt 1]

**Emissionsfaktor**

Massenstrom an luftverunreinigenden Stoffen, der auf die Tiermasse (angegeben in →GV), auf den Tierplatz oder auf die emittierende Fläche bezogen ist.

**Entmistung**

Maßnahmen und technische Anlagen zur kurzfristigen Lagerung und Abfuhr von →Flüssig- und →Festmist oder →Geflügelkot aus dem Stallgebäude.

**Feinstaub** (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>)

Partikel mit einem mittleren aerodynamischen Durchmesser von 10 µm bzw. 2,5 µm.

**Festmist**

Stapelbare tierische Exkreme mit →Einstreu.

**Flächenquellen**

Emissionsquellen, die flächenhaft ausgedehnt sind, z.B. offene Flüssigmistbehälter, →Laufhöfe, Dunglegen und Siloanschnittflächen.

**Anmerkung:** Der → Emissionsfaktor einer Flächenquelle wird als Massenstrom/Fläche angegeben.

**Flüssigmist** (Gülle)

Fließfähige tierische Exkreme mit oder ohne →Einstreu.

**Freie Lüftung**

Luftaustausch in einem Stallbereich, der durch thermischen Auftrieb und/oder Windanströmung hervorgerufen wird.

**Freilandhaltung**

Haltung von Nutztieren im Freien mit oder ohne festem Stallgebäude, die ganzjährig durchgeführt oder saisonal begrenzt sein kann.

**Equipment**

Combination of assemblies or construction elements in a unit which can be used independently. [DIN 24970]

**Litter**

Material (such as straw, wood chips, sand) used to cover paved surfaces.

**Note 1:** Litter serves to absorb moisture from animal excrement, for temperature insulation and as soft bedding material in the →lying area and as feed.

**Note 2:** Littered areas or house areas are termed wintergardens in poultry husbandry.

**Emission**

Transition of pollutants into the open atmosphere. [adapted from VDI 2450 Part 1]

**Emission factor**

Mass flow of air-polluting substances in relation to the animal mass (indicated in →LU), the animal place, or the emitting surface.

**Demanuring**

Measures and technical equipment for the short-term storage and removal of →liquid and →solid manure or →poultry dung from the animal house building.

**Particles** (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>)

Particles with a mean aerodynamic diameter of 10 µm or 2,5 µm.

**Solid manure**

Stackable animal excrement with →litter.

**Area sources**

Emission sources which cover an area, e.g. open liquid manure containers, →cattle yards, manure stores, and silo cut areas.

**Note:** The →emission factor of an area source is indicated as the mass flow/area.

**Liquid manure** (slurry)

Flowable animal excrement with or without →litter.

**Free ventilation**

Air exchange in an area of the animal house caused by aerodynamic lift and/or an air flow.

**Free-range husbandry**

Outdoor husbandry of farm animals with or without an animal house, which can take place all year or be seasonally limited.

**Fressbereich** (Fressplatz)

Bereiche in Ställen oder Buchten, in denen die Tiere das Futter aufnehmen.

**Funktionsbereich**

Bereich in Ställen oder Buchten, der zur Ausübung eines bestimmten Verhaltens (Laufen, Liegen bzw. Ruhen, Fressen, Koten) vorgesehen ist, dafür die entsprechenden Reize bietet und baulich von anderen Bereichen abgegrenzt ist.

**Geflügelkot**

Exkremate von Geflügel, mit oder ohne →Einstreu vermischt.

**Anmerkung:** Durch Belüften wird dem Kot Wasser entzogen und es entsteht Trockenkot.

**Geruchseinheit**

Die Menge eines →Geruchsstoffs oder einer Mischung von Geruchsstoffen, die in einem Kubikmeter geruchsbehaftetem Gas (unter Referenzbedingungen) an der Wahrnehmungsschwelle vorhanden ist. [in Anlehnung an DIN EN 13725]

**Geruchsstoff**

Substanz, die den menschlichen Geruchssinn so stimuliert, dass ein Geruch wahrgenommen wird. [DIN EN 13725]

**Gülle Keller**

Tiefe Kanäle innerhalb des Stallgebäudes zur Lagerung von →Flüssigmist mit einer Lagerkapazität von mehr als sechs Wochen.

**GV** (Großvieheinheit)

1 GV entspricht einer auf 500 kg normierten Tierleibmasse  $m_T$ .

**Anmerkung:** Siehe Anhang A.

**Immission**

Auf Menschen, Tiere, Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre oder Kultur- und Sachgüter einwirkende →Emissionen. [VDI 2596]

**Jauche**

Flüssigkeit aus Harn, vermischt mit Kot- und Einstreuteilchen sowie Spülwasser und Sickersäften.

**Kaltscharrraum**

Vollständig überdachter und in der Regel befestigter Bereich mit →Einstreu und großflächig offenen Seitenwänden mit Windschutznetzen, der direkt an Geflügelställe angrenzt.

**Anmerkung:** Häufig auch als Außenklimabereich, Außenscharrraum, Wintergarten oder Veranda bezeichnet.

**Eating area** (eating place)

Areas in animal houses or pens where the animals eat.

**Functional area**

Area in animal houses or pens designed for special behavioral needs (activity, lying or resting, eating, defecation), which offers the necessary stimuli for these behavioral patterns and which is separated from other areas.

**Poultry dung**

Poultry excrement with or without →litter. The dung is dried by means of ventilation.

**Note:** The product of this process is dry dung.

**Odour unit**

The quantity of an →odorant or a mixture of odorants contained in a cubic meter of odour-polluted gas (under reference conditions) at the perception limit. [adapted from DIN EN 13725]

**Odorant**

Substance which stimulates a human olfactory system so that an odour is perceived. [DIN EN 13725]

**Slurry cellar**

Deep channels within the animal house building for the storage of →liquid manure with a storage capacity of more than six weeks.

**LU** (livestock unit)

1 LU corresponds to a standardized live animal mass ( $m_T$ ) of 500 kg.

**Note:** See Annex A.

**Immission**

→Emissions to which people, animals, plants, the soil, the water, the atmosphere, or objects of cultural and economic value are exposed. [VDI 2596]

**Slurry**

Liquid consisting of urine mixed with faeces and litter particles as well as rinsing water and effluents.

**Wintergarden**

Entirely roof-covered and generally paved area with →litter and large, open side walls with wind protection nets which directly borders poultry houses.

**Note:** This area is often also termed outdoor climate area, outdoor yard, or veranda.

***Kombinationsverfahren***

Mehrstufiges Abluftreinigungsverfahren, das beispielsweise die Vorteile eines Wasserwäschers zur Staubabscheidung und einer verbesserten Ammoniakabscheidung im →chemischen Wäscher mit einem optimalen Geruchsstoffabbau im →Biofilter verbindet.

***Kontinuierliches Mastverfahren***

Haltungsverfahren mit Tieren unterschiedlicher Altersklassen.

***Konventionswerte für Emissionsfaktoren***

Sollvorgabe für Emissionsfaktoren.

**Anmerkung 1:** Die →Emissionen aus Tierhaltungsanlagen weisen natürlicherweise eine große Variabilität auf. Darüber hinaus gibt es bisher keine standardisierten Messverfahren, die zu vergleichbaren →Emissionsfaktoren führen. In dieser Richtlinie wurden Konventionswerte auf der Grundlage von Literaturangaben, Plausibilitätsbetrachtungen und praktischem Erfahrungsschatz festgelegt. Basis dieser Konventionswerte sind der Stand der Haltungstechnik sowie die gute fachliche Praxis. Sie sind repräsentativ für eine über das Jahr angenommene →Emission unter der Berücksichtigung von →Standardservicezeiten.

**Anmerkung 2:** Wenn von diesen Konventionswerten abgewichen wird, ist dies fachlich plausibel zu begründen.

***Kotbereich***

Flächen und Bereiche inner- und außerhalb von Stallgebäuden, die die Tiere bevorzugt zum Koten und Harnen nutzen.

**Anmerkung:** Bei der Legehennen- und Junghennenhaltung dient die perforierte Fläche über einem Kotband oder einer Kotgrube als Kotbereich, bei der Mastgeflügelhaltung ist der eingestreute Boden zugleich →Lauf- und Kotbereich.

***Laufbereich*** (Aktivitätsbereich)

Flächen inner- und außerhalb von Stallgebäuden, die den Tieren bevorzugt zur Fortbewegung dienen.

***Laufhof***

Bezeichnung für einen stallnahen →Auslauf in der Rinderhaltung.

***Laufstall***

Aufstellungsform der Rinderhaltung, in der sich die Rinder in der Regel frei bewegen können. Im Liegeboxenlaufstall steht den Tieren eine abgetrennte Box zum Ablegen bereit, um das Liegen auf der Lauffläche zu vermeiden.

***Liegebereich***

Flächen und Bereiche inner- und außerhalb von Stallgebäuden, die die Tiere bevorzugt zum Ruhen oder Liegen nutzen.

***Combined techniques***

Multiple-stage exhaust air cleaning technique which combines the advantages of a water washer for dust separation and improved ammonia separation in the →chemical washer with optimal odorant degradation in the →biofilter, for example.

***Continuous fattening technique***

Husbandry technique with animals of different age groups.

***Conventional values for emission factors***

Target specification for emission factors.

**Note 1:** →Emissions from animal husbandries show great natural variability. So far, however, no standardized measuring techniques are available which lead to comparable emission factors. In this guideline, conventional values were determined based on literature references, plausibility considerations, and practical experiences. The foundation of these conventional values is state of the art in housing techniques and good practice. They represent the assumed → emission during one year including →standard service times.

**Note 2:** Deviation from these conventional values requires a plausible technical reason.

***Dung area***

Areas and sections within and outside of animal house buildings which the animals preferably use for defecation and urination.

**Note:** In laying hen and young hen husbandry, the perforated area above a dung belt or a dung pit serves as a dung area. In fattening poultry husbandry, the littered floor is both an →activity and dung area.

***Activity area***

Areas within and outside of animal house buildings which the animals preferably use for motion.

***Cattle yard***

Term for a →yard in cattle housing which is close to the animal house.

***Loose house***

Housing technique in cattle husbandry where the animals can generally move freely. In the lying box loose house, the animals have a separate lying box in order to avoid lying in the →activity area.

***Lying area***

Areas and sections within and outside of animal house buildings which the animals preferably use for resting or lying.

**Louisiana-Stall**

→Außenklimastall für die Geflügelmast, bei dem beide Längswände großflächig offen sind und die stufenlos mit Jalousien verschlossen werden können.

**Anmerkung 1:** Die frei gelüfteten Ställe können mit einer unterstützenden mechanischen Lüftung ausgerüstet sein.

**Anmerkung 2:** Der Louisiana-Stall ist eine Sonderform des →Offenstalls zur Geflügelhaltung.

**Lüftung**

Luftaustausch zur Beeinflussung des Luftzustands im Stall, z.B. von Temperatur, Feuchte, Luftzusammensetzung und Luftbewegung.

**Anmerkung:** Die Lüftung erfolgt als →Zwangslüftung oder →freie Lüftung.

**Nährstoffangepasste Fütterung**

Zwei- oder mehrphasige Anpassung der Futterzusammensetzung an den sich verändernden Energie- und Nährstoffbedarf der Tiere (Multiphasenfütterung = tägliche Anpassung).

**Offenstall**

Stall mit großen Öffnungen, in dem weitgehend Außenklimabedingungen herrschen.

**Perforierte Böden**

Stallfußböden im →Liege- oder →Kotbereich, die aus Spaltenböden, Gitterrosten, Lochblechen, Drahtböden oder Schlitzplatten unterschiedlichen Materials bestehen.

**Produktionsrichtung** (Nutzungsrichtung)

Ausrichtung der Tierhaltung in Form von z.B. Ferkelerzeugung, Schweinemast, Milchviehhaltung, Geflügelmast.

**RAM-Futter** (Rohprotein-angepasstes Mischfutter)  
Spezielles Mischfutter mit reduziertem Protein- und Phosphorgehalt.

**Rein-Raus-Verfahren**

Tierhaltung in Buchten, Stallabteilen oder Ställen mit Tieren, die bei Ein- und Ausstallung derselben Altersklasse angehören.

**Rieselbettreaktoren**

Abluftreinigungsverfahren, bei dem die Abluftinhaltsstoffe im Waschwasser gelöst und von Mikroorganismen, die auf Füllkörpern siedeln, biologisch abgebaut werden.

**Schachtlüftung**

System der →freien Lüftung, bei dem die Zuluft über Gebäudeöffnungen in den Seitenwänden in den Stall

**Louisiana house**

→Outdoor climate house for poultry fattening where both longitudinal walls have large open surfaces and can be closed steplessly with the aid of blinds.

**Note 1:** The freely ventilated animal houses can be equipped with supporting mechanical ventilation.

**Note 2:** The Louisiana house is a special form of the →open house for poultry husbandry.

**Ventilation**

Air exchange intended to influence the air condition in the animal house, which includes temperature, humidity, air composition, and air movement, for example.

**Note:** The ventilation system used can either be →forced or →free ventilation.

**Nutrient-adapted feeding**

Two- or multiple-phase adaptation of feed composition to the changing energy and nutrient demand of the animals (multiple-phase feeding = daily adaptation).

**Open house**

Animal house with large openings where outdoor climate conditions are predominant.

**Perforated floors**

Animal house floors in the →lying or →dung area which consist of slatted floors, grids, perforated plates, wire floor elements, or slitted plates out of different materials.

**Branch of production**

Orientation of animal husbandry, i.e. piglet production, pig fattening, dairy cattle husbandry, poultry fattening.

**CAM feed** (crude-protein-adapted mixed feed)

Special mixed feed with reduced protein and phosphorus content.

**All-in all-out management**

Animal housing in pens, compartments, or houses with animals which belong to the same age group at the time of stalling-in and stalling-out.

**Trickle-bed reactors**

Exhaust air cleaning technique during which the exhaust air components are solved in the washing water and biodegraded by microorganisms which live on tower packs.

**Shaft ventilation**

→Free ventilation system where due to thermal the fresh air flows into the animal house through building

einströmt und aufgrund der Thermik durch einen (Monoschacht) oder mehrere Schächte senkrecht nach oben abgeführt wird.

### **Schwimmdecke**

Emissionsmindernde Abdeckung von Flüssigmistoberflächen, die sich insbesondere bei großen Anteilen an rohfaserreichen Futtermitteln (Heu, →Silage) von selbst ausbildet (natürliche Schwimmschicht) oder durch Aufbringen von Strohhäckseln oder Schwimmkörpern aus Kunststoff oder Tonmaterialien künstlich erzeugt wird.

### **Silage**

Durch Milchsäuregärung konserviertes Grünfutter (Gras, Mais, Rübenblätter usw.) für Nutztiere (vor allem Rinder).

### **Siphon** (Geruchsverschluss)

Eine technische Einrichtung, die verhindert, dass die Luft aus dem externen Güllelagerbehälter zurück in den Stall strömen kann.

### **Standardservicezeit**

Praxisübliche Zeit zwischen dem Aus- und Einstellen der Tiere, die zum Entmisten, Reinigen und Desinfizieren eines Stalls benötigt wird.

### **Tierhaltungsanlage**

Ortsfeste Einrichtung zur Haltung von Nutztieren bestehend aus Ställen, →Auslauflächen oder →Lauhöfen und Nebeneinrichtungen, z.B. Melkstände, Dunglagerung, Futtermittellagerung und -aufbereitung.

### **Verfahren**

Festgelegte Art und Weise, eine Tätigkeit oder einen Prozess auszuführen. [DIN EN ISO 9000]

### **Windinduzierte Lüftung**

→Freie Lüftung eines Raums, die durch Windanströmung hervorgerufen wird.

### **Zwangslüftung**

Luftaustausch in einem Stall mithilfe von Ventilatoren.

## **3 Stand der Haltungstechnik bei Nutztieren**

### **3.1 Haltungsverfahren**

In der Praxis existiert eine Vielzahl von Verfahren zur Haltung von Nutztieren. Die Tiere werden je nach Tierart (z.B. Schweine, Rinder, Pferde), Produktions- bzw. Nutzungsrichtung (z.B. Ferkelerzeugung,

openings in the side walls and leaves the building upwards through one (mono-shaft) or several shafts.

### **Floating cover**

Emission-reducing cover on liquid manure surfaces which forms itself in particular if the feed (such as hay and →silage) contains large percentages of crude fibre (natural floating layer) or is artificially produced by covering the slurry with chopped straw or floating bodies out of plastic or clay materials.

### **Silage**

Forage conserved by means of lactic acid fermentation (grass, corn, beet leaves, etc.) for farm animals (especially cattle).

### **Siphon** (air trap)

Technical equipment which prevents air from the external slurry storage container from flowing back into the animal house.

### **Standard service time**

The time between stalling-in and stalling-out of the animals which is commonly needed in practice to demanure, clean, and disinfect an animal house.

### **Animal husbandry**

Stationary facility for farm animal housing consisting of animal houses, →activity areas, or →cattle yards and additional facilities, such as milking parlors, manure storage, feed stores, and feed processing facilities.

### **Technique**

Determined kind of execution of an activity or a process. [DIN EN ISO 9000]

### **Wind-induced ventilation**

→Free ventilation of a room caused by wind flow.

### **Forced ventilation**

Air exchange in an animal house with the aid of fans.

## **3 State of the art in farm animal housing techniques**

### **3.1 Housing techniques**

In practice, a large number of techniques and standards for farm animal husbandry exist. Depending on the kind of animal (e.g. pigs, cattle, horses), the branch of production and use (e.g. piglet production,

Schweinemast, Milchviehhaltung, Geflügelmast und Haltungsform (z.B. Ein- oder Mehrflächenbucht bei Schweinen, Laufstallhaltung bei Rindern, Bodenhaltung bei Geflügel) in unterschiedlichen Haltungsverfahren aufgestellt.

Relevante und praxisübliche Verfahren einschließlich ihrer Varianten, die derzeit Stand der Haltungstechnik sind, werden im Nationalen Bewertungsrahmen (NBR) [2] mit ihren technischen Einzelheiten beschrieben. Bei der Planung von neuen Stallanlagen und wesentlichen Änderungen ist die jeweils gültige Fassung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) zu berücksichtigen.

Die einzelnen Haltungsverfahren setzen sich aus unterschiedlichen Modulen zusammen (z.B. Stallgebäude, Buchten- und Bodengestaltung, Entmistung und Mistlagerung, Stalllüftung und Klimatisierung, Fütterung). Die Kombination und Gestaltung der Module hat jeweils unterschiedliche Auswirkungen auf die Umwelt (Art und Umfang luftgetragener Emissionen, Nährstoffanfall), die Tiergerechtigkeit und die Wirtschaftlichkeit. Im Hinblick auf die Freisetzung von luftgetragenen Emissionen sind die Module Aufstallung, Lüftung, Fütterung und Lagerung von Fest- und Flüssigmist am wichtigsten.

Welche dieser Varianten im Einzelfall in einem Stall zum Einsatz kommen, hängt daher von verschiedenen Faktoren ab. Die wichtigsten sind:

- Standortbedingungen (z.B. Lage und Abstand zu Wohn- und Schutzgebieten, Klima)
- immissionsschutzrechtliche Anforderungen (z.B. BImSchG, TA Luft)
- bautechnische Anforderungen (z.B. nach DIN 18910-1)
- arbeitswirtschaftliche Aspekte (z.B. Art der Aufstallung und Entmistung)
- betriebswirtschaftliche Aspekte (z.B. Kosten eines Fütterungs- oder Lüftungsverfahrens)
- tierschutz- und tierseuchenrechtliche Anforderungen an die einzelnen Haltungsformen (z.B. TierSchG, TierSchNutztV, SchHaltHygV)

In Abschnitt 3.1 sind die Haltungsverfahren für Schweine, Rinder, Geflügel und Pferde zusammengestellt, die dem Stand der Technik entsprechen.

Darüber hinaus geben Abschnitt 3.1 bis Abschnitt 3.5 einen Überblick über mögliche Ausführungen der Aufstallungs-, Entmistungs-, Lüftungs- und Fütterungstechniken, die bei den einzelnen Haltungsverfahren eingesetzt werden können und einen besonderen Einfluss auf Art und Umfang der Emissionen haben.

pig fattening, dairy cattle husbandry, poultry fattening) and the kind of housing (e.g. single or multiple-area pen for pigs, loose house husbandry for cattle, floor husbandry for poultry), the animals are housed using different techniques.

Relevant techniques common in practice including their variants which are currently state of the art in animal housing are described in the national evaluation framework [2] with their technical details. When new animal housing facilities are planned or significant changes are carried out, the current version of the Animal Protection/Farm Animal Housing Ordinance (TierSchNutztV) must be considered.

The individual housing techniques are composed of different modules (e.g. animal house building, pen and floor design, demanuring and manure storage, animal house ventilation and climate control, feeding). The combination and the design of the modules have different effects on the environment (kind and extent of airborne emissions, quantity of nutrients), animal welfare, and profitability. With regard to the release of airborne emissions, animal housing, ventilation, feeding, and storage of solid and liquid manure are the most important modules.

Which of these variants are applied in an animal house in the individual case therefore depends on different factors. The most important ones of these factors are:

- locational conditions (e.g. location and distance from residential and protected areas, climate)
- requirements of the immission protection law (e.g. BImSchG, TA Luft)
- requirements of the construction law (e.g. DIN 18910-1)
- aspects of labor management (e.g. kind of housing and demanuring)
- aspects of farm management (e.g. costs of a feeding technique or a ventilation system)
- requirements of animal protection and regulations for the prevention of epizootic diseases to be fulfilled by the individual housing techniques (e.g. TierSchG, TierSchNutztV, SchHaltHygV)

The housing techniques for pigs, cattle, poultry, and horses which meet the current state of the art are listed in Section 3.1.

In addition, Section 3.1 to Section 3.5 provide an overview of possible designs of housing, demanuring, ventilation, and feeding techniques which can be used for the individual housing systems and have a particular influence on the kind and the quantity of emissions.

Die dem Stand der Haltungstechnik entsprechenden technischen Einzelheiten zu den Verfahren sowie Bilder sind dem NBR [2] zu entnehmen.

The technical details of the techniques which conform to the state of the art as well as figures are available in the national evaluation frame (NBR) [2].

**3.1.1 Schweine**

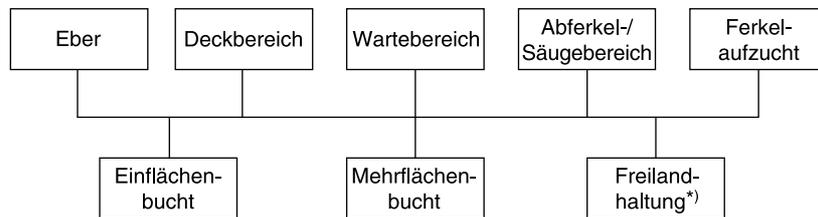
Bei der Haltung von Schweinen sind im Wesentlichen die Produktionsrichtungen Schweinemast und Ferkelerzeugung (Haltung von Sauen, Ebern und Ferkeln) zu unterscheiden. Die Ferkelerzeugung gliedert sich in Wartebereich, Abferkel- und Säugebereich, Deckbereich sowie Eberhaltung und Ferkelaufzucht (Bild 1 und Bild 2).

**3.1.1 Pigs**

The main branches of production to be distinguished in pig husbandry are pig fattening and piglet production (husbandry of sows, boars, and piglets). Piglet production facilities can be divided into the waiting area, the farrowing and nursing area, the mating area, boar housing, and piglet rearing (Figure 1 and Figure 2).

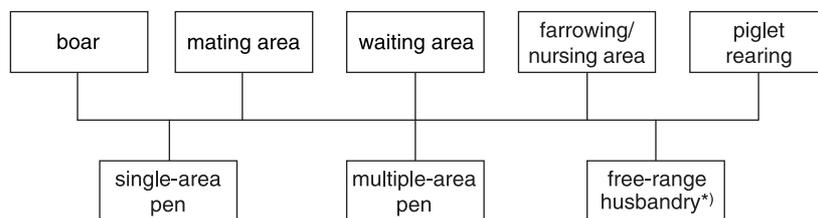
Die Schweine werden in den Haltungsformen Ein- und Mehrflächenbuchten sowie im Freiland gehalten. Einflächenbuchten mit vollperforierten Böden und Flüssigentmistung sind aufgrund arbeitswirtschaftlicher Vorteile und wegen des funktionssicheren Betriebs in der Schweinehaltung Standard; dies gilt besonders für große Stalleinheiten. Bei Mehrflächenbuchten ist die Buchtenfläche durch eine unterschiedliche Bauausführung in Liege-, Fress- sowie Aktivitäts-(Lauf-) und Kotbereich strukturiert.

The husbandry techniques used for pigs are single and multiple-area pens as well as outdoor husbandry. Single-area pens with fully perforated floors and liquid demanuring are standard in pig husbandry due to advantages in labor management and functionally reliable operation. This particularly applies to large housing units. Due to its different constructional design, the pen area in multiple-area pens is structured into lying, eating, as well as activity (walking) and dung areas.



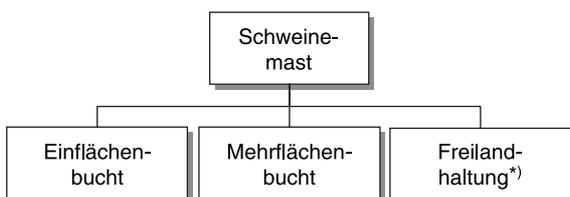
\*) nicht Gegenstand dieser Richtlinie

Bild 1. Haltungsformen der Ferkelerzeugung



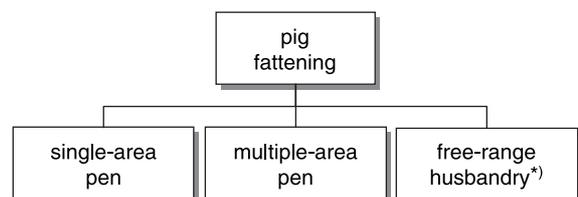
\*) not covered by this guideline

Bild 1. Housing techniques in piglet production



\*) nicht Gegenstand dieser Richtlinie

Bild 2. Haltungsformen der Schweinemast



\*) not covered by this guideline

Bild 2. Housing techniques in piglet fattening

Diese Haltungsformen werden sowohl in zwangsbelüfteten als auch in frei gelüfteten Ställen mit Fest- oder Flüssigmistsystem eingesetzt.

Nachfolgend werden die wichtigsten Verfahren der Schweinehaltung getrennt nach Produktionsrichtung in Übersichten dargestellt (Tabelle 1 bis Tabelle 4; die Identifikationsnummer (ID-Nr.) ermöglicht die Zuordnung des Verfahrens zum NBR [2]).

**3.1.2 Rinder**

In der Rinderhaltung werden die Produktionsrichtungen Milchviehhaltung, Mutterkuhhaltung, Rindermast, Jungrinderhaltung, Kälberaufzucht und Kälbermast unterschieden (Bild 3 bis Bild 5).

These housing techniques are used in animal houses with forced ventilation and in freely ventilated houses with a solid or liquid manure system.

Below, the most important techniques of pig husbandry are shown in separate overviews according to the branch of production (Table 1 to Table 4. The identification number (ID-No.) allows the technique to be identified in the national evaluation frame (NBR) [2]).

**3.1.2 Cattle**

In cattle husbandry, the branches of production dairy cattle husbandry, mother cow husbandry, cattle fattening, young cattle husbandry, calf rearing, and calf fattening are distinguished (Figure 3 to Figure 5).

Tabelle 1. Haltungsverfahren für Mastschweine (S/MS) und Aufzuchtferkel (S/FA)

Haltungsform	Entmistungsverfahren • Funktionsbereich: Bodenausführung	Lüftung • Gebäude	Gruppenmanagement <sup>a)</sup>	Verfahren (ID-Nr.) <sup>b)</sup>
Einfächerbucht (keine separaten Funktionsbereiche)	Flüssigmistverfahren • gesamte Bucht: perforiert	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmege­dämmtes Gebäude, Heizung	Kleingruppe	S/MS 0001, S/FA 0001
			Großgruppe	S/MS 0002, S/FA 0002
	Festmistverfahren • gesamte Bucht: plan befestigt, eingestreut • Auslauf: plan befestigt, eingestreut, teil- bzw. voll überdacht	freie Lüftung • geschlossenes, nicht wärmege­dämmtes Gebäude	Kleingruppe	S/MS 0007, S/FA 0006
		Zwangslüftung • geschlossenes, wärmege­dämmtes Gebäude, Heizung		
Mehrflächenbucht (separate Funktionsbereiche)	Flüssigmistverfahren • Liegen: plan befestigt (Ruhekiste) • Laufen: perforiert	freie Lüftung • offenes, nicht wärmege­dämmtes Gebäude	Kleingruppe	S/MS 0004
			Großgruppe	S/FA 0004
	Flüssigmistverfahren • Liegen: plan befestigt • Laufen: perforiert	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmege­dämmtes Gebäude, Heizung	Kleingruppe	S/MS 0003, S/FA 0003
			Großgruppe	S/MS 0008, S/FA 0009
	Flüssigmistverfahren • Liegen: drainiert • Laufen: perforiert	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmege­dämmtes Gebäude	Kleingruppe	S/FA 0008
	Fest- und Flüssigmistverfahren • Liegen: plan befestigt, eingestreut • Laufen: plan befestigt • Auslauf: plan befestigt, eingestreut, überdacht (Laufbereich), perforiert mit Kotstufe, offen (Kotbereich)	freie Lüftung • offenes, nicht wärmege­dämmtes Gebäude	Kleingruppe	S/FA 0007
			Großgruppe	–
Festmistverfahren • Liegen/Laufen: plan befestigt, eingestreut (Schrägboden) • Koten: perforiert, erhöht	freie Lüftung • offenes, nicht wärmege­dämmtes Gebäude	Kleingruppe	S/MS 0005	
		Großgruppe	S/MS 0006, S/FA 0005	
Festmistverfahren • Liegen/Laufen: plan befestigt, eingestreut (Tiefstreu) • Fressen: plan befestigt, erhöht				

a) Großgruppe: > 20 Schweine/Bucht bzw. > 35 Ferkel/Bucht

b) Die ID-Nr. (Identifikationsnummer) ermöglicht die Zuordnung des Verfahrens zum NBR [2].

Table 1. Housing techniques for fattening pigs (S/MS) and rearing piglets (S/FA)

Housing technique	Demanuring technique	Ventilation	Group management <sup>a)</sup>	Technique (ID-No.) <sup>b)</sup>
Single-area pen (no separate functional areas)	liquid manure technique • entire pen: perforated	forced ventilation • closed, temperature-insulated building, heating	small group	S/MS 0001, S/FA 0001
			large group	S/MS 0002, S/FA 0002
	solid manure technique • entire pen: level concrete, littered • yard: level concrete, littered, partially or fully covered	free ventilation • closed, non-temperature-insulated building	small group	S/MS 0007, S/FA 0006
		forced ventilation • closed, temperature-insulated building, heating		
Multiple-area pen (separate functional areas)	liquid manure technique • lying: level concrete (resting box) • activity: perforated	free ventilation • open, non-temperature-insulated building	small group	S/MS 0004
			large group	S/FA 0004
	liquid manure technique • lying: level concrete • activity: perforated	forced ventilation • closed, temperature-insulated building, heating system	small group	S/MS 0003, S/FA 0003
			large group	S/MS 0008, S/FA 0009
	liquid manure technique • lying: drained • activity: perforated			
	solid and liquid manure technique • lying: level concrete, littered • activity: level concrete • yard: level concrete, littered, covered (activity area), perforated with dung step, open (dung area)	forced ventilation • closed, temperature-insulated building	small group	S/FA 0008
solid manure technique • lying: level concrete, temperature-insulated, littered (resting box) • activity: level concrete, littered	free ventilation • open, non-temperature-insulated building	small group	S/FA 0007	
		large group	–	
solid manure technique • lying/activity: level concrete, littered (slanted floor) • defecation: perforated, raised		small group	S/MS 0005	
solid manure technique • lying/activity: level concrete, littered (deep litter) • eating: level concrete, raised		large group	S/MS 0006, S/FA 0005	

a) large group: > 20 pigs/pen or > 35 piglets/pen

b) The ID-No. (identification number) allows the technique to be identified in the NBR [2].

Tabelle 2. Haltungsverfahren für Sauen im Warte- (S/FW) und Deckbereich (S/FD)

Haltungsform	Entmistungsv erfahren	Lüftung	Gruppenmanagement <sup>a)</sup>	Verfahren (ID-Nr.) <sup>b)</sup>
Einfächenbucht (keine separaten Funktionsbereiche)	Flüssigmistverfahren • gesamte Bucht: perforiert	Zwangslüftung • geschlossenes, wärme gedämmtes Gebäude, Heizung	Einzelhaltung, permanente Fixierung	S/FW 0001
			Kleingruppe	S/FW 0001
			Großgruppe	S/FD 0005
Mehrfächenbucht (separate Funktionsbereiche)	Flüssigmistverfahren • Fressen/Liegen: teilperforiert • Laufen: perforiert	Zwangslüftung • geschlossenes, wärme gedämmtes Gebäude, Heizung	Kleingruppe	S/FD 0002 S/FW 0002
			Großgruppe	S/FD 0003
	Flüssigmistverfahren • Liegen: plan befestigt • Laufen: perforiert • Fressen: teilperforiert (Selbstfangfressstände) • Auslauf: plan befestigt, teilüberdacht			

Tabelle 2. Haltungsverfahren für Sauen im Warte- (S/FW) und Deckbereich (S/FD) (Fortsetzung)

Haltungsform	Entmistungsverfahren	Lüftung	Gruppenmanagement <sup>a)</sup>	Verfahren (ID-Nr.) <sup>b)</sup>
Mehrfächerbucht (separate Funktionsbereiche)	Fest- und Flüssigmistverfahren • Liegen: plan befestigt, eingestreut • Laufen/Fressen: perforiert • Auslauf: plan befestigt/teilüberdacht, teilperforiert	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmege­dämmtes Gebäude	Großgruppe	S/FW 0005
	Flüssigmistverfahren • Liegen: drainiert • Laufen/Fressen: perforiert	freie Lüftung • geschlossenes, wärmege­dämmtes Gebäude, Heizung	Großgruppe	S/FW 0007
	Fest- und Flüssigmistverfahren • Liegen/Laufen: plan befestigt, eingestreut (Tiefstreu) • Fressen: perforiert, erhöht • Auslauf: plan befestigt eingestreut, voll überdacht	freie Lüftung • offenes, nicht wärmege­dämmtes Gebäude	Kleingruppe	S/FW 0003
	Flüssigmistverfahren • Liegen: plan befestigt, wärmege­dämmt (Liegekisten) • Laufen/Fressen: perforiert		Großgruppe	S/FW 0004
	Festmistverfahren • Liegen/Laufen: plan befestigt, eingestreut (Tiefstreu) • Fressen: plan befestigt, erhöht		Großgruppe	S/FD 0006
Fest- und Flüssigmistverfahren • Liegen: plan befestigt, eingestreut • Laufen/Fressen: plan befestigt (Selbstfangfressstände) • Auslauf: Koten: perforiert; Laufen: plan befestigt	freie Lüftung • geschlossenes, nicht wärmege­dämmtes Gebäude, Unterstützungs­lüftung im Sommer	Kleingruppe	S/FD 0004	

a) Großgruppe: > 40 Sauen/Bucht

b) Die ID-Nr. (Identifikationsnummer) ermöglicht die Zuordnung des Verfahrens zum NBR [2].

Table 2. Housing techniques for sows in the waiting area (S/FW) and the mating area (S/FD)

Housing technique	Demanuring technique	Ventilation	Group management <sup>a)</sup>	Technique (ID-No.) <sup>b)</sup>
Single-area pen (no separate functional areas)	liquid manure technique • entire pen: perforated	forced ventilation • closed, temperature-insulated building, heating system	single housing, permanent fixing	S/FD 0001
			small group	S/FW 0001
			large group	S/FD 0005
Multiple-area pen (separate functional areas)	liquid manure technique • eating/lying: partially perforated • activity: perforated	forced ventilation • closed, temperature-insulated building, heating system	small group	S/FD 0002 S/FW 0002
	liquid manure technique • lying: level concrete • activity: perforated • eating: partially perforated (eating, partially perforated, kombifeeder) • yard: level concrete, partially covered		large group	S/FD 0003
	solid and liquid manure technique • lying: level concrete, littered • activity/eating: perforated • yard: level concrete/partially covered, partially perforated	forced ventilation • closed, temperature-insulated building	large group	S/FW 0005
	liquid manure • lying: drained • activity/eating: perforated	free ventilation • closed, temperature-insulated building, heating system	large group	S/FW 0007

Table 2. Housing techniques for sows in the waiting area (S/FW) and the mating area (S/FD) (continued)

Housing technique	Demanuring technique	Ventilation	Group management <sup>a)</sup>	Technique (ID-No.) <sup>b)</sup>
Multiple-area pen (separate functional areas)	solid and liquid manure technique <ul style="list-style-type: none"> <li>• lying/activity: level concrete, littered (deep litter)</li> <li>• eating: perforated, raised</li> <li>• yard: level concrete, littered, fully covered</li> </ul>	free ventilation <ul style="list-style-type: none"> <li>• open, non-temperature-insulated building</li> </ul>	small group	S/FW 0003
	liquid manure technique <ul style="list-style-type: none"> <li>• lying: level concrete, temperature-insulated (lying boxes)</li> <li>• activity/eating: perforated</li> </ul>		large group	S/FW 0004
	solid manure technique <ul style="list-style-type: none"> <li>• lying/activity: level concrete, littered (deep litter)</li> <li>• eating: level concrete, raised</li> </ul>		large group	S/FD 0006
	solid and liquid manure technique <ul style="list-style-type: none"> <li>• lying: level concrete, littered</li> <li>• activity/eating: level concrete (kombifeeders)</li> <li>• yard: defecation: perforated; activity: level concrete</li> </ul>	free ventilation <ul style="list-style-type: none"> <li>• closed, non-temperature-insulated building, supporting ventilation in the summer</li> </ul>	small group	S/FD 0004

a) large group: > 40 sows/pen

b) The ID-No. (identification number) allows the technique to be identified in the NBR [2].

Tabelle 3. Haltungsverfahren für Eber (S/FE)

Haltungsform	Entmistungsverfahren	Lüftung	Gruppenmanagement	Verfahren (ID-Nr.) <sup>a)</sup>
Einflächenbucht (keine separaten Funktionsbereiche)	Flüssigmistverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• gesamte Bucht: perforiert</li> </ul>	Zwangslüftung <ul style="list-style-type: none"> <li>• geschlossenes, wärmegeprägtes Gebäude, Heizung</li> </ul>	Einzelhaltung	S/FE 0001
	Festmistverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• gesamte Bucht: plan befestigt, eingestreut</li> <li>• Auslauf: plan befestigt (teilüberdacht)</li> </ul>	freie Lüftung <ul style="list-style-type: none"> <li>• geschlossenes, nicht wärmegeprägtes Gebäude</li> </ul>	Einzelhaltung	S/FE 0002
Mehrfächenbucht (separate Funktionsbereiche)	Flüssigmistverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liegen: plan befestigt,</li> <li>• Laufen: perforiert</li> </ul>	Zwangslüftung <ul style="list-style-type: none"> <li>• geschlossenes, wärmegeprägtes Gebäude, Heizung</li> </ul>	Einzelhaltung	S/FE 0003
	Flüssigmistverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liegen: drainiert</li> <li>• Laufen: perforiert</li> </ul>		Einzelhaltung	S/FE 0004

a) Die ID-Nr. (Identifikationsnummer) ermöglicht die Zuordnung des Verfahrens zum NBR [2].

Table 3. Housing techniques for boars (S/FE)

Housing technique	Demanuring technique	Ventilation	Group management	Technique (ID-No.) <sup>a)</sup>
Single-area pen (no separate functional areas)	liquid manure technique <ul style="list-style-type: none"> <li>• entire pen: perforated</li> </ul>	forced ventilation <ul style="list-style-type: none"> <li>• closed, temperature-insulated building, heating system</li> </ul>	individual housing	S/FE 0001
	solid manure technique <ul style="list-style-type: none"> <li>• entire pen: level concrete, littered</li> <li>• yard: level concrete (partly covered)</li> </ul>	free ventilation <ul style="list-style-type: none"> <li>• closed, non-temperature-insulated building</li> </ul>	individual housing	S/FE 0002
Multiple-area pen (separate functional areas)	liquid manure techniques <ul style="list-style-type: none"> <li>• lying: level concrete</li> <li>• activity: perforated</li> </ul>	forced ventilation <ul style="list-style-type: none"> <li>• closed, temperature-insulated building, heating system</li> </ul>	individual housing	S/FE 0003
	liquid manure technique <ul style="list-style-type: none"> <li>• lying: drained</li> <li>• activity: perforated</li> </ul>		individual housing	S/FE 0004

a) The ID-No. (identification number) allows the technique to be identified in the NBR [2].

Tabelle 4. Haltungsverfahren für Sauen im Abferkelbereich (S/FG)

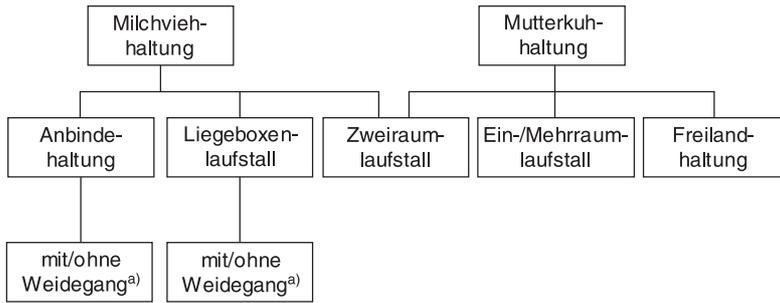
Haltungsform	Entmistungsverfahren	Lüftung	Gruppengröße	Verfahren (ID-Nr.) <sup>a)</sup>
Einflächenbucht (keine separaten Funktionsbereiche)	Flüssigmistverfahren • Sauenbereich: perforiert (permanente oder temporäre Fixierung) • Ferkelnest: plan befestigt, beheizt	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmege­dämmtes Gebäude, Heizung	Einzelabferkelung	S/FG 0001 S/FG 0005
	Festmistverfahren • Sauenbereich: plan befestigt, eingestreut (temporäre Fixierung) • Ferkelnest: plan befestigt, beheizt			S/FG 0006
Mehrfächenbucht (separate Funktionsbereiche)	Fest- und Flüssigmistverfahren • Sauenbereich (ohne Fixierung) Liegen: plan befestigt, eingestreut Laufen/Koten: perforiert Fressen: plan befestigt • Ferkelbereich: plan befestigtes Ferkel­nest (Heizung) • Auslauf: plan befestigt	Zwangslüftung • geschlossenes, nicht wärmege­dämmtes Gebäude	Einzelabferkelung	S/FG 0004
	Fest- und Flüssigmistverfahren • Sauenbereich (ohne Fixierung) Liegen: plan befestigt, eingestreut Laufen: plan befestigt (Güllekanal) • Ferkelbereich: Ferkel­nest: plan befestigt, eingestreut (Heizung) Laufen: plan befestigt • Auslauf: plan befestigt			Gruppenabferkelung (4 bis 10 Sauen) S/FG 0002

a) Die ID-Nr. (Identifikationsnummer) ermöglicht die Zuordnung des Verfahrens zum NBR [2].

Table 4. Housing techniques for sows in the farrowing area (S/FG)

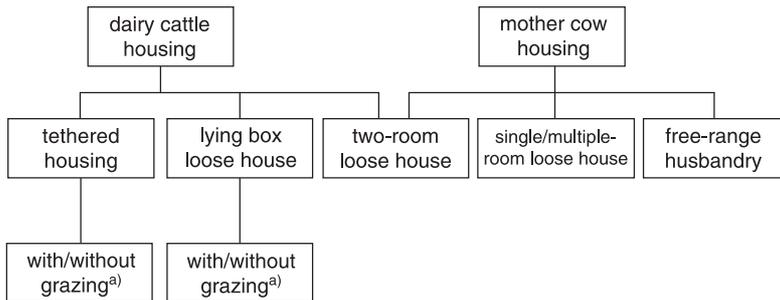
Housing technique	Demanuring technique	Ventilation	Group size	Technique (ID-No.) <sup>a)</sup>
Single-area pen (no separate functional areas)	liquid manure technique • sow area: perforated (permanent or temporary fixing) • piglet nest: level concrete, heated	forced ventilation • closed, temperature-insulated building, heating system	individual farrowing	S/FG 0001 S/FG 0005
	solid manure technique • sow area: level concrete, littered (temporary fixing) • piglet nest: level concrete, heated			S/FG 0006
Multiple-area pen (separate functional areas)	solid and liquid manure technique • sow area (without fixing) lying: level concrete, littered activity/defecation: perforated eating: level concrete • piglet area: level concrete piglet nest (heated) • yard: level concrete	forced ventilation • closed, non-temperature-insulated building	individual farrowing	S/FG 0004
	solid and liquid manure technique • sow area (without fixing) lying: level concrete, littered activity: level concrete (slurry channel) • piglet area: piglet nest: level concrete, littered (heated) activity: level concrete • yard: level concrete			group farrowing (4 to 10 sows) S/FG 0002

a) The ID-No. (identification number) allows the technique to be identified in the NBR [2].



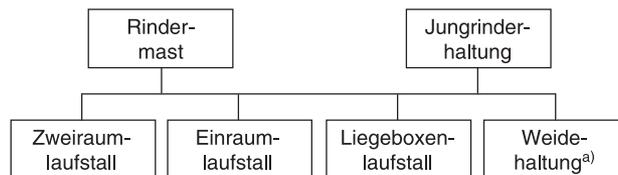
<sup>a)</sup> nicht Gegenstand dieser Richtlinie

Bild 3. Haltungsformen der Milchvieh- und Mutterkuhhaltung



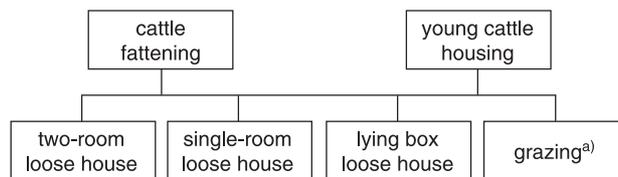
<sup>a)</sup> not covered by this guideline

Figure 3. Housing techniques in dairy cattle and mother cow husbandry



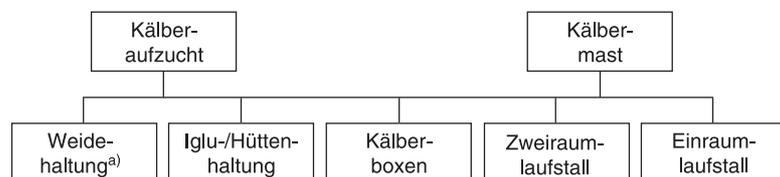
<sup>a)</sup> nicht Gegenstand dieser Richtlinie

Bild 4. Haltungsformen der Rindermast und Jungrinderhaltung



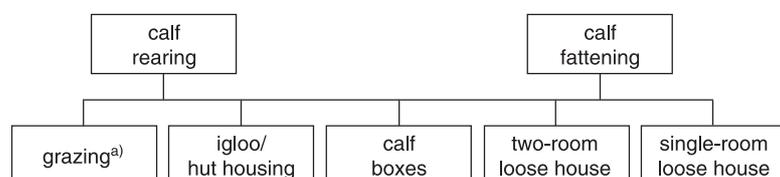
<sup>a)</sup> not covered by this guideline

Figure 4. Housing techniques in cattle fattening and young cattle husbandry



<sup>a)</sup> nicht Gegenstand dieser Richtlinie

Bild 5. Haltungsformen der Kälberaufzucht und Kälbermast



<sup>a)</sup> not covered by this guideline

Figure 5. Housing techniques in calf rearing and calf fattening

Größtenteils werden Rinder in Ein- oder Mehrraumlaufställen (oder Liegeboxenlaufställen) mit getrennten Funktionsbereichen für Liegen, Laufen und Fressen aufgestellt, in denen sich die Rinder frei bewegen können. Die Haltung erfolgt in Gruppen. Einzelhaltung ist nur für Kälber bis zur zweiten Lebenswoche zulässig (Kälberboxen oder -iglus). Die Anbindehaltung für Kühe wird nur noch in älteren Ställen betrieben. Bestimmte Haltungsformen können mit Weidegang kombiniert sein. Die Haltungsverfahren werden mit Fest- oder Flüssigmistsystemen betrieben und weisen in der Regel eine freie Lüftung auf.

Nachfolgend werden die wichtigsten Verfahren der Stallhaltung von Rindern getrennt nach Produktionsrichtung in Übersichten dargestellt (Tabelle 5 bis Tabelle 8).

The largest part of the cattle are housed in single or multiple pen loose houses (or lying box loose houses) with separate functional areas for lying, activity, and eating, where the animals can move freely. The animals are housed in groups. Individual housing is permitted only for calves up to the second week of their lives (calf boxes or igloos). Tethered housing for cows is limited to older animal houses today. Certain types of housing can be combined with grazing. The housing techniques include solid or liquid manure systems and generally free ventilation.

Below, the most important techniques of cattle housing are shown in separate overviews according to the branch of production (Table 5 to Table 8).

Tabelle 5. Haltungsverfahren für Milchkühe (R/MV)

Haltungsform	Entmistungsverfahren	Lüftung	Weidegang	Verfahren (ID-Nr.) <sup>a)</sup>
Anbindehaltung (keine separaten Funktionsbereiche)	Flüssigmistverfahren • Kurz- oder Mittellangstand, Gitterrost	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmege­dämmtes Gebäude	ohne	R/MV 001
			mit	R/MV 004
	Festmistverfahren • Kurz- oder Mittellangstand, eingestreut	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmege­dämmtes Gebäude	ohne	R/MV 002, 003
			mit	R/MV 005, 006
Laufstallhaltung/ Liegeboxen (separate Funktionsbereiche)	Flüssigmistverfahren • Liegen: Tiefbox (eingestreut), Hochbox (harte/weiche Gummimatte und/oder eingestreut) • Laufen: perforiert	freie Lüftung • geschlossenes, nicht wärmege­dämmtes Gebäude, Spaceboard • geschlossenes, wärmege­dämmtes Gebäude mit Trauf-First-Lüftung • offenes, nicht wärmege­dämmtes Gebäude	ohne	R/MV 007
			mit	R/MV 0010
	Flüssigmistverfahren • Liegen: Tiefbox (eingestreut), Hochbox (harte/weiche Gummimatte und/oder eingestreut) • Laufen: plan befestigt		ohne	R/MV 008, 009
			mit	R/MV 0011 R/MV 0012
Laufstallhaltung/ Zweiraumstall (separate Funktionsbereiche)	Fest- und Flüssigmistverfahren • Liegen: Tiefstreu oder Tretmist • Laufen: perforiert		ohne	R/MV 0013 <sup>b)</sup>
			mit	R/MV 0016 <sup>b)</sup>
	Festmistverfahren • Liegen: Tiefstreu oder Tretmist • Laufen: plan befestigt		ohne	R/MV 0014 R/MV 0015
			mit	R/MV 0017 R/MV 0018

a) Die ID-Nr. (Identifikationsnummer) ermöglicht die Zuordnung des Verfahrens zum NBR [2].

b) mit Auslauf

Table 5. Housing techniques for dairy cows (R/MV)

Housing technique	Demanuring technique • functional area: floor design	Ventilation • building	Grazing	Technique (ID-No.) <sup>a)</sup>
<b>Tethered housing</b> (no separate functional areas)	liquid manure technique • short or medium long stand, grid	forced ventilation • closed, temperature-insulated building	no	R/MV 001
			yes	R/MV 004
	solid manure technique • short or medium long stand, littered	forced ventilation • closed, temperature-insulated building	no	R/MV 002, 003
			yes	R/MV 005, 006
<b>Loose housing/ lying boxes</b> (separate functional areas)	liquid manure technique • lying: low box (littered), high box (hard/soft rubber mat and/or littered) • activity: perforated	free ventilation • closed, non-temperature-insulated building, spaceboard • closed, temperature-insulated building with eaves/ridge ventilation • open, non-temperature-insulated building	no	R/MV 007
			yes	R/MV 0010
	liquid manure technique • lying: low box (littered), high box (hard/soft rubber mat and/or littered) • activity: level concrete		no	R/MV 008, 009
			yes	R/MV 0011 R/MV 0012
<b>Loose housing/ two-room house</b> (separate functional areas)	solid and liquid manure technique • lying: deep litter or sloped floor • activity: perforated		no	R/MV 0013 <sup>b)</sup>
			yes	R/MV 0016 <sup>b)</sup>
	solid manure technique • lying: deep litter or sloped floor • activity: level concrete		no	R/MV 0014 R/MV 0015
			yes	R/MV 0017 R/MV 0018

a) The ID-No. (identification number) allows the technique to be identified in the NBR [2].

b) with a yard

Tabelle 6. Haltungsverfahren für Mutterkühe (R/MK)

Haltungsform	Entmistungsverfahren • Funktionsbereich: Bodenausführung	Lüftung • Gebäude	Weidegang	Verfahren (ID-Nr.) <sup>a)</sup>
<b>Laufstall- haltung/ Einraumstall</b> (keine separaten Funktionsbereiche)	Festmistverfahren • gesamte Bucht: Tiefstreu	freie Lüftung • geschlossenes wärmegeprägtes Gebäude • offenes, nicht wärmegeprägtes Gebäude	ohne	–
			mit	R/MK 0001 <sup>b)</sup> R/MK 0002 <sup>b)</sup> R/MK 0005 <sup>b)</sup>
<b>Laufstall- haltung/ Zweiraumstall</b> (separate Funktionsbereiche)	Fest- und Flüssigmistverfahren • Liegen: Tiefstreu oder Tretmist • Laufen: perforiert oder plan befestigt		ohne	–
			mit	R/MK 0003 R/MK 0004

a) Die ID-Nr. (Identifikationsnummer) ermöglicht die Zuordnung des Verfahrens zum NBR [2].

b) mit Auslauf oder Laufhof, mit/ohne separaten Fressbereich

Table 6. Housing techniques for mother cows (R/MK)

Housing technique	Demanuring technique • functional area: floor design	Ventilation • building	Grazing	Technique (ID-No.) <sup>a)</sup>
<b>Loose housing/ single-room house</b> (no separate functional areas)	solid manure technique • entire pen: deep litter	free ventilation • closed, temperature-insulated building • open, non-temperature-insulated building	no	–
			yes	R/MK 0001 <sup>b)</sup> R/MK 0002 <sup>b)</sup> R/MK 0005 <sup>b)</sup>
<b>Loose housing/ two-room house</b> (separate functional areas)	solid and liquid manure technique • lying: deep litter or sloped floor • activity: perforated or level concrete		no	–
			yes	R/MK 0003 R/MK 0004

a) The ID-No. (identification number) allows the technique to be identified in the NBR [2].

b) with a yard or cattle yard, with/without a separate eating area

Tabelle 7. Haltungsverfahren für Jungrinder (R/JV), Mastrinder (R/RM) und Mastkälber (R/KM)

Haltungsform	Entmistungsverfahren • Funktionsbereich: Bodenausführung	Lüftung • Gebäude	Weidegang	Verfahren (ID-Nr.) <sup>a)</sup>
Laufstallhaltung/ Liegeboxen (separate Funktionsbereiche)	Flüssigmistverfahren • Liegen: Tiefbox (eingestreut), Hochbox (harte/weiche Gummimatte und/oder eingestreut) • Laufen: perforiert	freie Lüftung • geschlossenes, nicht wärmegeprägtes Gebäude, Spaceboard • geschlossenes, wärmegeprägtes Gebäude mit Trauf-First-Lüftung • offenes, nicht wärmegeprägtes Gebäude	ohne	R/JV 0005
	Flüssigmistverfahren • Liegen: Tiefbox (eingestreut), Hochbox (harte/weiche Gummimatte und/oder eingestreut) • Laufen: plan befestigt		mit	–
			ohne	R/JV 0003 R/JV 0004 <sup>b)</sup> R/RM 0005
			mit	–
Laufstallhaltung/ Einraumstall (keine separaten Funktionsbereiche)	Flüssigmistverfahren • gesamte Bucht perforiert	freie Lüftung • geschlossenes wärmegeprägtes Gebäude • offenes, nicht wärmegeprägtes Gebäude	ohne	R/JV 0001 R/RM 0001 R/KM 0001
	Festmistverfahren • gesamte Bucht: Tiefstreu		mit	–
			ohne	R/JV 0002 R/KM 0002
			mit	–
Laufstallhaltung/ Zweiraumstall (separate Funktionsbereiche)	Fest- und Flüssigmistverfahren • Liegen: Tiefstreu, Tretmist oder gummierter Liegebereich • Laufen: perforiert	freie Lüftung • geschlossenes, nicht wärmegeprägtes Gebäude, Spaceboard • geschlossenes, wärmegeprägtes Gebäude mit Trauf-First-Lüftung • offenes, nicht wärmegeprägtes Gebäude	ohne	R/RM 0003 R/KM 0003
	Festmistverfahren • Liegen: Tiefstreu oder Tretmist • Laufen: plan befestigt		mit	–
			ohne	R/JV 0006 R/RM 0002 R/RM 0004
			mit	–

a) Die ID-Nr. (Identifikationsnummer) ermöglicht die Zuordnung des Verfahrens zum NBR [2].

b) mit Auslauf

Table 7. Housing techniques for young cattle (R/JV), fattening cattle (R/RM) and fattening calves (R/KM)

Housing technique	Demanuring technique • functional area: floor design	Ventilation • building	Grazing	Technique (ID-No.) <sup>a)</sup>
Loose housing/ lying boxes (separate functional areas)	liquid manure technique • lying: deep box (littered), high box (hard/soft rubber mat and/or littered) • activity: perforated	free ventilation • closed, non-temperature-insulated building, spaceboard • closed, temperature-insulated building with eaves/ridge ventilation • open, non-temperature-insulated building	no	R/JV 0005
			yes	–
	liquid manure technique • lying: deep box (littered), high box (hard/soft rubber mat and/or littered) • activity: level concrete		no	R/JV 0003 R/JV 0004 <sup>b)</sup> R/RM 0005
			yes	–
Loose house/ single-room house (no separate functional areas)	liquid manure technique • entire pen: perforated	free ventilation • closed, temperature-insulated building • open, non-temperature-insulated building	no	R/JV 0001 R/RM 0001 R/KM 0001
			yes	–
	solid litter technique • entire pen: deep litter		no	R/JV 0002 R/KM 0002
			yes	–
Loose housing/ two-room house (separate functional areas)	solid and liquid manure technique • lying: deep litter, sloped floor, or rubber-covered lying area • activity: perforated	free ventilation • closed, non-temperature-insulated building, spaceboard • closed, temperature-insulated building with eaves/ridge ventilation • open, non-temperature-insulated building	no	R/RM 0003 R/KM 0003
			yes	–
	solid manure technique • lying: deep litter or sloped floor • activity: level concrete		no	R/JV 0006 R/RM 0002 R/RM 0004
			yes	–

a) The ID-Nr. (identification number) allows the technique to be identified in the national evaluation frame [2].

b) with a yard

Tabelle 8. Haltungsverfahren für die Kälberaufzucht (R/KA)

Haltungsform	Entmistungsverfahren • Funktionsbereich: Bodenausführung	Lüftung • Gebäude	Weidegang	Verfahren (ID-Nr.) <sup>a)</sup>
Einzelhaltung/ Gruppenhaltung (keine separaten Funktionsbereiche)	Festmistverfahren • gesamter Bereich: eingestreut	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einzelboxen im Gebäude (frei- oder zwangsgelüftet)</li> <li>Kälberiglus/-hütten im Freien</li> </ul>	ohne	R/KA 0001 R/KA 0002 R/KA 0003 <sup>b)</sup> R/KA 0004 <sup>b)</sup> R/KA 0005 <sup>b)</sup>
			mit	–
Laufstallhaltung/ Einraumstall (keine separaten Funktionsbereiche)	Festmistverfahren • gesamte Bucht: Tiefstreu	freie Lüftung <ul style="list-style-type: none"> <li>geschlossenes wärmegeprägtes Gebäude</li> <li>offenes, nicht wärmegeprägtes Gebäude</li> </ul>	ohne	R/KA 0006 <sup>b)</sup>
			mit	–
Laufstallhaltung/ Zweiraumstall (separate Funktionsbereiche)	Festmistverfahren • Liegen: Tiefstreu oder Tretmist • Laufen: perforiert oder plan befestigt	freie Lüftung <ul style="list-style-type: none"> <li>geschlossenes wärmegeprägtes Gebäude</li> <li>offenes, nicht wärmegeprägtes Gebäude</li> </ul>	ohne	R/KA 0007 R/KA 0008
			mit	–

a) Die ID-Nr. (Identifikationsnummer) ermöglicht die Zuordnung des Verfahrens zum NBR [2].

b) mit Auslauf

Table 8. Housing techniques for calf rearing (R/KA)

Housing technique	Demanuring technique • functional area: floor design	Ventilation • building	Grazing	Technique (ID-No.) <sup>a)</sup>
Individual housing/ group housing (no separate functional areas)	solid manure technique • entire area: littered	<ul style="list-style-type: none"> <li>individual boxes in the building (with free or forced ventilation)</li> <li>outdoor calf igloos/huts</li> </ul>	no	R/KA 0001 R/KA 0002 R/KA 0003 <sup>b)</sup> R/KA 0004 <sup>b)</sup> R/KA 0005 <sup>b)</sup>
			yes	–
Loose housing/ single-room house (no separate functional areas)	solid litter technique • entire pen: deep litter	free ventilation <ul style="list-style-type: none"> <li>closed, temperature-insulated building</li> <li>open, non-temperature-insulated building</li> </ul>	no	R/KA 0006 <sup>b)</sup>
			yes	–
Loose housing/ two-room house (separate functional areas)	solid litter technique • lying: deep litter or sloped floor • activity: perforated or level concrete	free ventilation <ul style="list-style-type: none"> <li>closed, temperature-insulated building</li> <li>open, non-temperature-insulated building</li> </ul>	no	R/KA 0007 R/KA 0008
			yes	–

a) The ID-Nr. (identification number) allows the technique to be identified in the NBR [2].

b) with a yard

### 3.1.3 Geflügel

Bei der Haltung von Geflügel sind die Produktionsrichtungen Legehennenhaltung (Konsumeier- und Bruteierzeugung), Junghennenaufzucht (Aufzucht

### 3.1.3 Poultry

In poultry husbandry, the branches of production layer husbandry (production of eggs for consumption and breeding), young hen rearing (rearing of layer

von Legehybriden), Hähnchenmast (Broiler, Jungmasthühner bzw. Masthähnchen), Mastputenaufzucht und Putenmast<sup>1)</sup> (Putenhähne und -hennen), Mastentenaufzucht und Entenmast zu unterscheiden.

Legehennen und Junghennen werden in Bodenhaltung, in Bodenhaltung mit Volierengestellen und in Kleingruppenhaltung gehalten.

Die Haltung von Hennen in Kleinkäfigen war nach TierSchNutzV vom 22.8.2006 längstens bis zum 31.12.2008 zulässig und wird als Haltungsverfahren nachfolgend nicht weiter berücksichtigt. Mastgeflügel wie Masthähnchen, Puten und Enten werden in Bodenhaltung aufgestellt (Bild 6 bis Bild 8, Tabelle 9 und Tabelle 10). Die Bodenhaltung (mit und ohne Volierengestelle) kann mit einem überdachten Außenscharrraum und/oder Auslauf kombiniert sein.

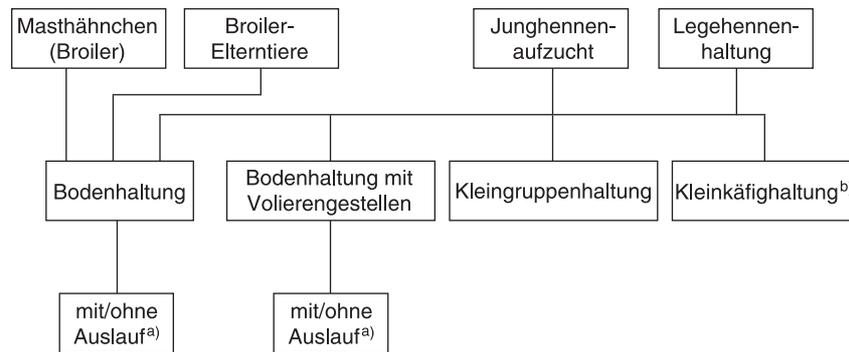
hybrids), broiler fattening (broilers, young fattening chickens, and fattening broilers), rearing of fattening turkeys and turkey fattening<sup>1)</sup> (male and female turkeys), fattening duck rearing, and duck fattening must be distinguished.

Laying hens and young hens are kept in floor husbandry with aviaries and in small group husbandry.

According to the Animal Protection/Farm Animal Housing Ordinance (TierSchNutzV) from 22 August 2006, hen housing in small cages was only permitted until 31 December 2008 and is not considered as a housing technique below. Fattening poultry such as fattening broilers, turkeys and ducks are kept in floor husbandry (Figure 6 to Figure 8, Table 9 and Table 10). Floor husbandry (with or without aviaries) can be combined with a covered wintergarden and/or a yard.

<sup>1)</sup> Pute ist Synonym für Truthuhn und Truthahn.

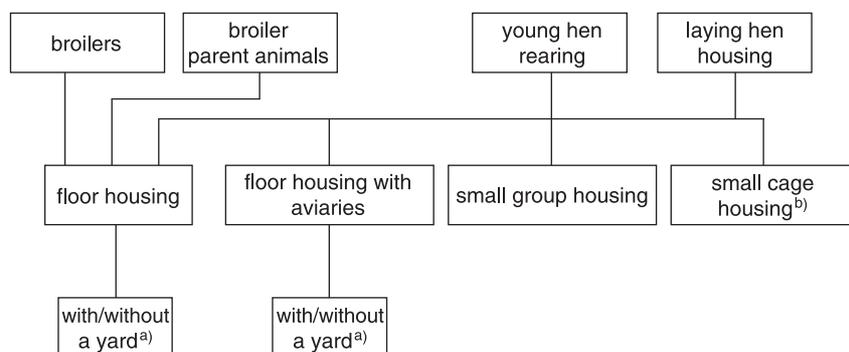
<sup>1)</sup> The term “turkey” is used for both male and female turkeys.



<sup>a)</sup> nicht Gegenstand dieser Richtlinie

<sup>b)</sup> nur bis 31. Dez. 2008 zulässig

Bild 6. Haltungsverfahren für die Junghennenaufzucht, Legehennenhaltung und Hähnchenmast



<sup>a)</sup> not covered by this guideline

<sup>b)</sup> only permitted until 31 Dec. 2008

Figure 6. Housing techniques for young hen rearing, layer husbandry, and broiler fattening

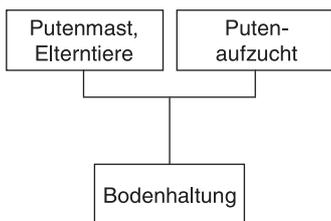


Bild 7. Haltungformen der Putenhaltung

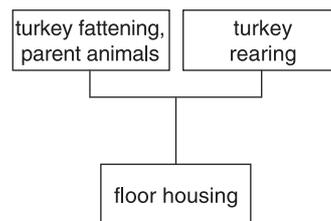


Figure 7. Housing techniques in turkey husbandry

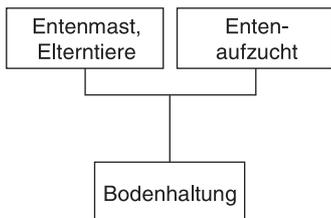


Bild 8. Haltungformen der Entenhaltung

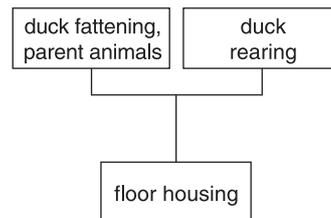


Figure 8. Housing techniques in duck husbandry

Tabelle 9. Haltungsverfahren für Legehennen (H/LH) und Junghennen (H/AZ)

Haltungsform	Entmistungsverfahren • Funktionsbereich: Bodenausführung	Lüftung • Gebäude	Auslauf	Verfahren (ID-Nr.) <sup>a)</sup>
Kleingruppenhaltung (separate Funktionsbereiche)	Kotbänder (belüftet/unbelüftet)	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmegeprägtes Gebäude, Heizung	ohne	H/LH 0412 <sup>b)</sup>
Bodenhaltung (separate Funktionsbereiche)	Festmistverfahren • Fläche eingestreut • mit Kotbunker (mit oder ohne Kotband)	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmegeprägtes Gebäude, Heizung • mit oder ohne Kaltscharraum	ohne	H/LH 0315 H/LH 0321 H/AZ 000
	Festmistverfahren • Fläche eingestreut • ohne Kotbunker, mobile Entmistung	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmegeprägtes Gebäude, Heizung	mit	H/LH 0331 H/LH 0341
	Festmistverfahren • Fläche eingestreut • mit Kotbunker (mit oder ohne Kotband) • ohne Innenscharraum	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmegeprägtes Gebäude, Heizung • mit Kaltscharraum	ohne	H/AZ 0003
Vollierhaltung (separate Funktionsbereiche)	Festmistverfahren • Fläche eingestreut mit Volierengestellen • ohne Kotbunker, mit Kotbändern unter den Volieren	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmegeprägtes Gebäude, Heizung • mit oder ohne Kaltscharraum	ohne	H/LH 0351
			mit	H/LH 0231 H/LH 0241
			ohne	H/LH 0211 H/LH 0221 H/AZ 0002

<sup>a)</sup> Die ID-Nr. (Identifikationsnummer) ermöglicht die Zuordnung des Verfahrens zum NBR [2].

<sup>b)</sup> Grundsystem der Kleingruppenhaltung; Verfahrenskenndaten des NBR abweichend von den Bestimmungen der geltenden TierSchNutzV

Table 9. Housing techniques for layers (H/LH) and young hens (H/AZ)

Housing technique	Demanuring technique • functional area: floor design	Ventilation • buildings	Yard	Technique (ID-No.) <sup>a)</sup>
Small group housing (separate functional areas)	dung belts (ventilated/non-ventilated)	forced ventilation • closed, temperature-insulated building, heating system	yes	H/LH 0412 <sup>b)</sup>
Floor husbandry (separate functional areas)	solid manure technique • littered area • with a dung bunker (with or without a dung belt)	forced ventilation • closed, temperature-insulated building, heating system • with or without a wintergarden	ohne	H/LH 0315 H/LH 0321 H/AZ 0001
			yes	H/LH 0331 H/LH 0341
	solid manure technique • littered area • without a dung bunker, mobile demanuring	forced ventilation • closed, temperature-insulated building, heating system	no	H/AZ 0003
			no	H/LH 0351
solid manure technique • littered area • with a dung bunker (with or without a dung belt) • without an indoor wintergarden	forced ventilation • closed, temperature-insulated building, heating system • with a wintergarden	yes	H/LH 0361	
		no	H/LH 0231 H/LH 0241	
Aviary housing (separate functional areas)	solid manure technique • littered area with aviaries • without a dung bunker, with dung belts underneath the aviaries	forced ventilation • closed, temperature-insulated building, heating system • with or without a wintergarden	yes	H/LH 0211 H/LH 0221 H/AZ 0002
			no	

a) The ID-No. (identification number) allows the technique to be identified in the NBR [2].

b) Basic system of small group husbandry. The technical data of the NBR differ from the regulations of the current Animal Protection/Farm Animal Housing Ordinance.

Tabelle 10. Haltungsverfahren für Masthähnchen (H/MH), Puten (T/PM) und Putenaufzucht (T/AZ) sowie Enten (E/EM) und Entenaufzucht (E/AZ)

Haltungsform	Entmistungsverfahren • Funktionsbereich: Bodenausführung	Lüftung • Gebäude	Auslauf	Verfahren (ID-Nr.) <sup>a)</sup>
Bodenhaltung (keine separaten Funktionsbereiche)	Festmistverfahren • gesamte Fläche eingestreut • ohne Kaltscharrraum	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmegeprägtes Gebäude, Heizung (mit oder ohne Zuluftkühlung)	ohne	H/MH 0001 T/PM 0006 E/AZ 0001 E/EM 0001
			mit	H/MH 0003 T/PM 0004
		freie Lüftung • offenes, wärmegeprägtes Gebäude (mit oder ohne Zuluftkühlung)	ohne	H/MH 0002 T/AZ 0001 T/PM 0001 T/PM 0002 E/EM 0002
			mit	–
Bodenhaltung (separate Funktionsbereiche)	Festmistverfahren • gesamte Fläche eingestreut • mit Kaltscharrraum bzw. Außenklimabereich	Zwangslüftung • geschlossenes, wärmegeprägtes Gebäude, Heizung (mit oder ohne Zuluftkühlung)	ohne	–
			mit	H/MH 0004
		freie Lüftung • offenes, wärmegeprägtes Gebäude (mit oder ohne Zuluftkühlung)	ohne	T/PM 0003
			mit	T/PM 0005

a) Die ID-Nr. (Identifikationsnummer) ermöglicht die Zuordnung des Verfahrens zum NBR [2].

Table 10. Housing techniques for broilers (H/MH), turkeys (T/PM) and turkey raising (T/AZ) as well as ducks (E/EM) and duck raising (E/AZ)

Housing technique	Demanuring technique • functional area: floor design	Ventilation • building	Yard	Technique (ID-No.) <sup>a)</sup>
Floor husbandry (no separate functional areas)	solid manure technique • entire area littered • without a wintergarden	forced ventilation • closed, temperature-insulated, heated building (with or without cooling of the ingoing air)	no	H/MH 0001 T/PM 0006 E/AZ 0001 E/EM 0001
			yes	H/MH 0003 T/PM 0004
		free ventilation • open, temperature-insulated building (with or without cooling of the ingoing air)	no	H/MH 0002 T/AZ 0001 T/PM 0001 T/PM 0002 E/EM 0002
			yes	–
Floor husbandry (separate functional areas)	solid manure technique • entire area littered • with a wintergarden or an outdoor climate area	forced ventilation • closed, temperature-insulated, heated building (with or without cooling of the ingoing air)	no	–
			yes	H/MH 0004
		free ventilation • open, temperature-insulated building (with or without cooling of the ingoing air)	no	T/PM 0003
			yes	T/PM 0005

<sup>a)</sup> The ID-No. (identification number) allows the technique to be identified in the NBR [2].

Bei der Bodenhaltung von Mastgeflügel wird die Bodenfläche des gesamten Stalls eingestreut. Kot und Einstreu vermischen sich auf der gesamten Fläche. Dagegen ist bei der Bodenhaltung von Lege- und Junghennen der Stallraum in der Regel in den eingestreuten Scharrraum und einen Kotbereich mit einem Kotbunker aufgeteilt. Die Sitzstangen sind über dem Kotbereich angeordnet, sodass der meiste Kot im Kotbunker anfällt. Bei der Volierenhaltung stehen den Lege- und Junghennen zusätzliche Volierengestellte zur Verfügung (Bodenhaltung mit Volierengestellten).

Der Kot, der bei der Haltung von Lege- und Junghennen im Kotbunker oder unter den Volieren- und Kleingruppenelementen anfällt, wird bei Kotbandentmistung auf Förderbändern oder anderen technischen Systemen gesammelt und regelmäßig aus dem Stall abgeführt. Die Kotbänder können mit einer Belüftung ausgerüstet sein, um den Kot im Stall zu trocknen (Minderung gasförmiger Emissionen).

Nachfolgend werden die wichtigsten Verfahren der Geflügelhaltung getrennt nach Produktionsrichtung in Übersichten dargestellt.

### 3.1.4 Pferde

Die Haltung von Pferden umfasst die Nutzungsrichtungen Zuchtstuten (mit und ohne Fohlen), Hengste, Pferdeaufzucht und Gebrauchspferde (Arbeits-, Sport-, Freizeitpferde, Milchstuten). Pferde werden in Einzel- oder Gruppenhaltung auf plan befestigten und eingestreuten Böden sowie oft mit der Möglich-

When fattening poultry is kept in floor husbandry, the floor surface of the entire animal house is littered. Dung and litter are mixed on the entire surface. When laying and young hens are kept in floor husbandry, however, the room in the animal house is generally divided into a littered wintergarden and a dung area with a dung bunker. The perches are arranged above the dung area so that the largest part of the excrement is collected in the dung bunker. In aviary housing, the layers and young hens can use additional aviaries (floor housing with aviaries).

The dung which accumulates in the dung bunker or underneath the aviary and small group elements in layer and young hen husbandry is collected on conveyor belts or other technical systems (dung belt demanuring) and is regularly removed from the animal house. The dung belts can be equipped with a ventilation system in order to dry the dung in the animal house (reduction of gaseous emissions).

Below, the most important poultry housing techniques are described separately according to the branch of production.

### 3.1.4 Horses

The branches of horse husbandry include breeding mares (with and without foals), stallions, horse rearing, commercial horses (work, sport, leisure horses, milk mares). Horses are kept in individual or group housing on level concrete and littered floors and often with the option of yard or pasture use. The stables are

keit einer Auslauf- oder Weidenutzung gehalten. Die Ställe sind in der Regel frei belüftet (Bild 9 und Tabelle 11).

generally freely ventilated (Figure 9 and Table 11).

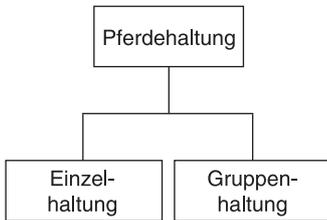


Bild 9. Formen der Pferdehaltung

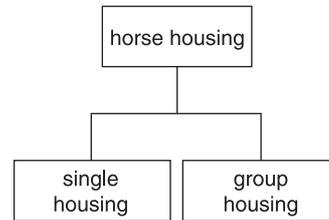


Figure 9. Housing techniques in horse husbandry

**3.2 Entmistungsverfahren**

Nutztiere scheiden Kot und Harn aus, die bei Flüssig- und Festmistverfahren als Gemisch abgeführt werden. Bei Flüssigmistverfahren wird auf Einstreumaterial verzichtet, oder es wird nur in relativ geringen

**3.2 Demanuring techniques**

Farm animals excrete faeces and urine, which are removed as a mixture in animal houses demanured according to the liquid and solid manure technique. When the liquid manure technique is applied, no litter

Tabelle 11. Haltungsverfahren für Pferde in Einzelhaltung (P/E) und Gruppenhaltung (P/G)

Haltungsform	Entmistungsverfahren • Funktionsbereich: Bodenausführung	Lüftung • Gebäude	Weidegang	Verfahren (ID-Nr.) <sup>a)</sup>
Einzelhaltung	Festmistverfahren • gesamte Box eingestreut • Ein- oder Mehrraumstall	freie Lüftung • geschlossenes, nicht wärmege­dämmtes Gebäude • Innen- oder Außenbox	ohne	P/E 0003 P/E 0005 P/E 0006 <sup>b)</sup> P/E 0007 <sup>b)</sup>
			mit	P/E 0004
Gruppenhaltung	Festmistverfahren • gesamte Fläche eingestreut • Ein- oder Mehrraumstall		ohne	P/G 0022 P/G 0023 P/G 0025 <sup>b)</sup> P/G 0027 P/G 0028 P/G 0029 <sup>b)</sup>
			mit	P/G 0024 P/G 0026 <sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> Die ID-Nr. (Identifikationsnummer) ermöglicht die Zuordnung des Verfahrens zum NBR [2].

<sup>b)</sup> mit Auslauf

Table 11. Housing techniques for horses kept individually (P/E) and in groups (P/G)

Housing technique	Demanuring techniques • Functional area: floor design	Ventilation • Building	Grazing	Technique (ID-No.) <sup>a)</sup>
Individual housing	solid manure technique • entire box littered • single or multiple room stable	free ventilation • closed, non-temperature-insulated building • indoor or outdoor box	no	P/E 0003 P/E 0005 P/E 0006 <sup>b)</sup> P/E 0007 <sup>b)</sup>
			yes	P/E 0004
Group housing	solid manure technique • entire area littered • single or multiple room stable		no	P/G 0022 P/G 0023 P/G 0025 <sup>b)</sup> P/G 0027 P/G 0028 P/G 0029 <sup>b)</sup>
			yes	P/G 0024 P/G 0026 <sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> The ID-No. (identification number) allows the technique to be identified in the NBR [2].

<sup>b)</sup> with a yard

Mengen, z.B. als Beschäftigungsmaterial, eingesetzt. Bei Festmistverfahren werden der Stall oder die Buchten mit saugfähigem Material (z.B. Stroh) eingestreut, um Harn und Kot in der Einstreu zu binden. Bei der Lege- und Junghennenhaltung wird der Kot auf dem Boden, in Kotbunkern und/oder auf Kotbändern gesammelt, eventuell getrocknet und aus dem Stall abgeführt.

Art, Menge und Zusammensetzung des anfallenden Fest- und Flüssigmists bzw. Geflügelkots sind abhängig von der Tierart, dem Alter und der Leistung der Tiere, der Futterration und den angewandten Halteverfahren. Die Jauchemenge, die bei der Lagerung aus dem Festmist austritt, hängt von der Art bzw. Saugfähigkeit und der Menge an Einstreu ab. Bei nicht überdachten Lagern ist außerdem die Niederschlagsmenge zu berücksichtigen.

### 3.2.1 Flüssigmist

Bei Flüssigmistverfahren werden ganz- oder teilflächig perforierte Stallböden mit darunter liegenden Flüssigmistkanälen oder -wannen eingesetzt. Bei perforierten Böden fließt der Harn direkt in die darunter liegenden Sammeleinrichtungen. Der Kot wird durch die Aktivität der Tiere durchgetreten, sodass eine Selbstreinigung und Abtrocknung der Buchtenfläche eintritt. Der plan befestigte Teil ist in der Regel als Liegefläche vorgesehen.

In der Schweinehaltung werden die Tiere durch eine optimierte Buchtengestaltung und Stallklimatisierung angeregt, den Liegebereich nicht zu verkoten. In der Rinderhaltung werden plan befestigte Böden auch im Lauf- und Fressbereich sowie im Auslaufbereich verwendet. Der auf plan befestigten Böden anfallende Flüssigmist muss regelmäßig abgeschoben werden. Der Boden sollte daher möglichst plan ausgeführt sein, um Kot und Harn vollständig entfernen zu können. Der Harn kann durch Rinnen, Kanäle oder geringfügige Perforationen getrennt abgeleitet werden.

Der Flüssigmist kann im Stall gelagert oder kontinuierlich oder periodisch (z.B. am Ende eines Halteabschnitts) über Kanäle und Rohrleitungen aus dem Stall abgeführt und in Flüssigmistbehältern (Außenlager) gelagert werden.

In Tabelle 12 sind die Entmistungsverfahren für Flüssigmist zusammengestellt und ihre Funktionsweise erläutert.

Der beim Flüssigmistverfahren entstehende Mist ist fließ- und pumpfähig. Die Ausbringung ist mit einem Flüssigmisttankwagen möglich.

#### **Wichtiger Hinweis:**

Die Ausbringung von Fest- und/oder Flüssigmist ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie.

material is used, or litter is used only in relatively small quantities, e.g. as occupational material. For solid litter techniques, the animal house or the pens are littered with absorptive material (e.g. straw) in order to bind urine and faeces in the litter. In layer and young hen husbandry, the dung is collected on the floor, in dung bunker or on dung belts, possibly dried, and removed from the animal house.

The kind, quantity, and composition of the solid and liquid manure as well as the poultry dung depend on the animal species, the age and the performance of the animals, the feed ration, and the housing techniques applied. The quantity of slurry which drains from the solid manure depends on the kind and the absorptive capacity as well as the quantity of litter. In addition, the quantity of precipitation must be considered in non-covered storage facilities.

### 3.2.1 Liquid manure

For liquid manure techniques, fully or partially perforated animal house floors with slurry channels or basins situated underneath are used. On perforated floors, the urine directly flows into the collecting facilities below the floor. Dung is stepped through due to animal activity, which results in self-cleaning and drying of the pen area. The level concrete part is generally designed as a lying area.

In pig husbandry, optimal pen design and animal house climate control motivate the animals not to foul the lying area with excrement. In cattle husbandry, the activity and eating area as well as the yard also feature level concrete floors. The liquid manure which collects on level concrete floors must be pushed off regularly. Therefore, the floor should be as level as possible so that dung and urine can be entirely removed. Urine can be drained separately through grooves, channels, and slight perforation.

The liquid manure can be stored in the animal house or drained continuously or periodically (e.g. at the end of a husbandry stage) via channels and pipes and stored in liquid manure containers (outdoor storage).

Table 12 lists the demanuring techniques for liquid manure and explains their mode of operation.

The liquid manure technique produces slurry which is flowable and can be pumped. The slurry can be spread with the aid of a liquid manure tanker.

#### **Important remark:**

The distribution of solid and/or liquid manure is not covered by this guideline.

Tabelle 12. Entmistungsverfahren für Flüssigmist

Verfahren	Funktionsweise	Einsatzbereich <sup>a)</sup>
<b>Plan befestigte Böden, mechanische Verfahren</b>		
Stationäre Entmistung (Falt- und Klappschieber sowie kombinierte Falt-/ Klappschieber)	Die Schieber werden mehrmals täglich regelmäßig mithilfe von umlaufenden Seilzügen oder Ketten über den Boden bewegt und schieben Kot und Harn in der Stallmitte oder am Stallende in Abwurfkanäle. Sie werden als Unter- und Oberflurschieber gebaut.	Rinder, Schweine
Mobile Entmistung	Die mobile Entmistung erfolgt z. B. mit am Schlepper angebauten Front- oder Heckschiebern.	Rinder, Schweine
<b>Perforierte Böden, hydraulische Verfahren</b>		
a) Fließmistverfahren		
Fließmist- oder Treibmistverfahren	Der Flüssigmist fließt kontinuierlich über eine Staunase am Kanalende, die einen wenige Zentimeter hohen Aufstau bewirkt (Oberflächengefälle), in den Flüssigmistbehälter ab. Aus Gründen der Funktionssicherheit sind zusätzliche Spülleitungen sinnvoll.	Rinder, Schweine
b) Speicherverfahren mit Außenlager (Stauverfahren)		
Staumistverfahren	Der Flüssigmist wird im Kanal angestaut. Nach Ziehen eines Schiebers strömt der Flüssigmist in den Lagerbehälter.	Rinder (Anbindehaltung), Schweine
Staumistverfahren mit Unterflurrohrableitung (Rohrentmistung)	Der Flüssigmist wird durch ein Rohr unter dem Staukanal abgeführt. Die Rohröffnung ist mit einem Stöpsel verschlossen, der zur Entleerung gezogen werden muss. Durch den Sog fließen auch Sinkschichten ab.	Mastschweine
Wechselstauverfahren	Der Flüssigmist wird in jeweils zwei Kanälen gesammelt, die U-förmig miteinander verbunden sind. Von zwei Schiebern wird im Wechsel einer gezogen, sodass der Schwall jeweils einen Kanal leer spült.	Schweine
Staurinnenentmistung (Rinnenentmistung)	Der Flüssigmist wird in einem Staukanal mit Staunase angestaut. Er wird durch halbrunde Rinnen, die hinter den Staunasen quer eingebaut sind und in Rohre münden, aus dem Stall geführt. In die Rohre sind Schieber zum Anstau bzw. Geruchsverschluss integriert.	Schweine, Rinder
Stauschwemmverfahren	Ein Schieber staut den Flüssigmist in einem Kanal an. Zur Kanalentleerung muss der Schieber betätigt werden. Vor der Inbetriebnahme wird im Kanal eine Schicht aus Wasser oder Jauche aufgestaut, damit der Flüssigmist leichter ausgeschwemmt werden kann.	Kälber- und Ferkelaufzucht, Zucht-sauenhaltung
c) Speicherverfahren im Stall als teilweiser oder vollständiger Ersatz für ein Außenlager		
Flüssigmist- bzw. Güllekeller	Der Flüssigmist wird unter dem Stall in tiefen Kanälen gelagert. Um Schwimm- und Sinkschichten zu zerstören, muss der Flüssigmist aufgerührt (homogenisiert) werden. Dabei werden verstärkt Schadgase freigesetzt.	Rinder (Schweine)
Zirkulationssystem	Jeweils 2 bis 4 Flüssigmistkanäle sind zu einem Ringkanal verbunden, in dem der Flüssigmist gelagert wird. Der Flüssigmist muss monatlich aufgerührt (homogenisiert) werden (Schadgasfreisetzung).	Rinder (Schweine)
Slalomsystem (Mäandersystem)	Alle Flüssigmistkanäle unter einem Stall sind in Reihe verbunden. Der gesamte Flüssigmist muss täglich mehrere Minuten lang aufgerührt werden (Schadgasfreisetzung).	Rinder (Schweine)
Spülverfahren (Umspülverfahren)	Mithilfe von Spülleitungen werden die Kanäle wöchentlich mit Flüssigmist aus der Vorgrube ausgespült.	Rinder Schweine
<b>Perforierte Böden, mechanische Verfahren</b>		
Stationäre Entmistung (Falt- und Klappschieber)	Flüssigmist wird mithilfe von Schiebern durch die perforierten Böden in die Kanäle abgeführt.	Rinder, Schweine

a) Selten angewandte Verfahren sind in Klammern gesetzt.

### 3.2.2 Geflügelkot

In der Bodenhaltung von Lege- und Junghennen wird der Kot zumeist über die gesamte Haltungsperiode im Stall in einem Kotbunker gelagert und danach mobil entmistet. Alternativ kann der Geflügelkot – wie in

### 3.2.2 Poultry dung

If layers and young hens are kept in floor husbandry, the dung is first stored in a dung bunker during the entire husbandry period and then removed using mobile equipment. As an alternative, the poultry dung can be

Table 12. Demanuring techniques for liquid manure

Technique	Mode of operation	Area of use <sup>a)</sup>
<b>Level concrete floors, mechanical techniques</b>		
Stationary demanuring (folding and tipping pushers as well as combined folding/tipping pushers)	The pushers are moved across the floor several times per day with the aid of revolving cables or chains and push dung and urine into drop channels in the center or at the end of the animal house. These pushers are designed as under-floor and overfloor units.	cattle, pigs
Mobile demanuring	Mobile demanuring is carried out with the aid of front or rear pusher blades mounted to the tractor, for example.	cattle, pigs
<b>Perforated floors, hydraulic techniques</b>		
a) Flowing manure technique		
Flowing or floating manure technique	The liquid manure flows continuously over a retaining nose at the end of the channel, which causes the liquid level to rise by a few centimeters (surface gradient), into the liquid manure container. For KTreasons of functional safety, additional rinsing pipes are useful.	cattle, pigs
b) Storage techniques with outdoor stores (retaining technique)		
Manure retention technique	The liquid manure is retained in the channel. After a gate valve has been opened, the liquid manure flows into the storage container.	cattle (tethered housing), pigs
Manure retention technique with underfloor drainage (pipe demanuring)	The liquid manure is drained through a pipe underneath the retention channel. The pipe opening is sealed by a stopper, which must be pulled for emptying. The suction also causes the sunken layers to drain.	fattening pigs
Alternating retention technique	The liquid manure is collected in two channels which are connected in the form of a U. One of two gate valves is opened alternatingly so that the gushing water flushes one channel at a time.	pigs
Retention channel demanuring (channel demanuring)	The liquid manure is retained in a retention channel with a retaining nose. It is drained from the animal house through half-round channels installed at right angles behind the retaining noses, which lead to pipes. For retention and as odour seals, gate valves are integrated into the pipes.	pigs, cattle
Retention-flushing technique	A gate valve retains the liquid manure in a channel. In order to empty the channel, the gate valve must be opened. Before use, a layer of water or slurry is retained in the channel so that the liquid manure can be flushed more easily.	calf and piglet rearing, breeding sow housing
c) Storage techniques in the animal house as a partial or full replacement of an outdoor storage facility		
Liquid manure or slurry	The liquid manure is stored underneath the animal house in deep channels. In order to destroy swimming and sinking layers, the liquid manure must be stirred (homogenized). This leads to an increased emission of polluting gases.	cattle (pigs)
Circulation system	2 to 4 liquid manure channels each are connected to form a ring channel where the liquid manure is stored. The liquid manure must be stirred (homogenized) once per month (release of polluting gases).	cattle (pigs)
Slalom system (meander system)	All liquid manure channels underneath an animal house are connected in series. The entire liquid manure must be stirred daily for several minutes (release of polluting gases).	cattle (pigs)
Rinsing technique (circulating flow technique)	With the aid of rinsing pipes, the channels are rinsed once per week with liquid manure from the slurry pit.	cattle, pigs
<b>Perforated floors, mechanical techniques</b>		
Stationary demanuring (folding and tipping pushers)	Liquid manure is pushed through the perforated floors into the channels with the aid of pushers.	cattle, pigs

<sup>a)</sup> Rarely applied techniques are put in parantheses.

der Kleingruppen- und Volierenhaltung – auf Förderbändern gesammelt und regelmäßig in außen liegende Kotlager abgeführt werden. Durch wöchentlich mehrmalige Abfuhr aus dem Stall oder die zusätzliche Trocknung des Kots durch eine gezielte Be-

collected on conveyor belts and transported regularly into outdoor dung stores like in small group and aviary housing. Dung removal from the animal house several times per week or additional drying of the dung by means of special ventilation on the conveyor

lüftung auf den Förderbändern werden die Emissionen aus dem Stall vermindert. Durch die Trocknung wird ein lagerfähiger Kot erzeugt.

### 3.2.3 Festmist

Beim Festmistverfahren werden der Stall oder die Buchten mit saugfähigem Material (z.B. Stroh) eingestreut, um Kot und Harn in der Einstreu zu binden und eine trockene und wärmedämmende Liegefläche zu erreichen. Einstreumenge und Entmistungshäufigkeit (z.B. täglich, wöchentlich, monatlich) hängen von der Tierart und dem Verfahren, von der zu bindenden Menge an Kot und Harn sowie von der Art der Einstreu ab. Bei ganzflächig eingestreuten Verfahren muss der Harn vollständig von der Einstreu gebunden werden, bei teileingestreuten Verfahren wird der Harn teilweise abgeleitet oder mit dem Kot-Harn-Gemisch mechanisch aus dem Stall verbracht, sodass der Einstreubedarf geringer ist.

Beim Tiefstreuverfahren verbleiben Kot und Einstreu im Stall und werden durch die Tiere zu einer Einstreumatratze verdichtet. Sie wächst beispielsweise über einen Mastdurchgang an und wird nur in großen Abständen (z.B. nach dem Austrieb der Tiere) mit dem Frontlader ausgefahren.

Der Festmist wird außerhalb des Stalls auf einer Dungplatte gelagert. Die bei der Lagerung anfallende Jauche wird separat in Jauchegruben gesammelt (siehe Abschnitt 3.5).

Die Entmistung erfolgt entweder

- a) mit **stationären** Anlagen (Falt- und Klappschieber, Schubstangenförderer, Kettenförderer, Schleppschaufeln)  
Zum Stapeln des Mists müssen bei Schieber- und Schubstangenanlagen Schrägförderer bzw. Presskanal- und Presskolbenschieber oder mobile Technik eingesetzt werden.
- b) **mobil** mit Fahrzeugen (z.B. Schlepper oder Hoflader mit Schiebeschild, autonome Reinigungssysteme)
- c) **von Hand** (insbesondere Pferdehaltung, Kleinbestände, Nachentmisten)

### 3.3 Lüftungsverfahren

Ställe müssen gelüftet werden, um

- die Tiere mit Frischluft zu versorgen,
- überschüssige Wärme abzuführen und so den tier-spezifischen und von Alter und Leistung abhängigen optimalen Temperaturbereich einzuhalten,
- gas- und staubförmige Stoffe abzuführen und
- Bauschäden durch Luftfeuchte zu vermeiden.

belts reduce emissions from the animal house. Drying produces storable dung.

### 3.2.3 Solid manure

For the solid litter technique, the animal house or the pens are littered with absorptive material (e.g. straw) in order to bind urine and faeces in the litter and to provide a dry, temperature-insulating lying area. Litter quantity and demanuring frequency (e.g. daily, weekly, monthly) depend on the animal species and the technique, the quantity of faeces and urine to be absorbed, and the kind of litter. If techniques are applied which require the entire area to be littered, the urine must be completely absorbed by the litter. If the technique requires only partial littering, part of the urine is drained or removed mechanically with the dung-urine mixture so that less litter is needed.

If the deep litter technique is used, dung and litter remain in the animal house and are compressed into a litter mattress by the animals. This mattress grows during a fattening period, for example, and is removed only in large intervals (e.g. after the animals leave the house) using a front loader.

The solid manure is stored on a dung plate outside the animal house. The slurry produced during storage is collected separately in slurry pits (see Section 3.5).

For demanuring, the following techniques and equipment can be used:

- a) **stationary** equipment (folding/tipping pusher, sliding bar conveyor, chain conveyor, scraper buckets)  
In order to stack the manure, pushing or sliding bar conveyors require the use of slope conveyors, pressing chamber and plunger conveyors, or mobile equipment.
- b) **mobile** demanuring with vehicles (e.g. tractors or farmyard loaders with a pusher blade, autonomous cleaning systems)
- c) **by hand** (especially horse husbandry, small herds, after-demanuring)

### 3.3 Ventilation techniques

Animal houses must be ventilated in order to

- supply the animals with fresh air,
- dissipate excess heat in order to keep temperature within the optimal animal-specific range, which depends on age and performance,
- remove gaseous and dustlike substances, and
- avoid damage to buildings due to humidity.

Für Tierhaltungsanlagen werden im Wesentlichen zwei Gebäude- und Lüftungstypen unterschieden:

- geschlossene, meist wärmedämmte Stallgebäude mit Zwangslüftung
- Stallgebäude mit freier Lüftung

### 3.3.1 Zwangslüftung

Bei zwangsbelüfteten Ställen erfolgt der Austausch von Stall- und Außenluft mit Ventilatoren. Ein definierter Luftvolumenstrom kann nur bei zwangsbelüfteten Ställen erreicht werden.

Grundsätzlich kann ein Zwangslüftungssystem als Unter-, Über- und Gleichdrucksystem ausgeführt werden. Die Auslegung der Lüftungsanlage erfolgt für wärmedämmte Ställe nach DIN 18910-1. Der Luftmassenstrom hängt von den klimatischen Verhältnissen ab und wird üblicherweise in Abhängigkeit von der Temperatur geregelt. Die von der Jahres- und Tageszeit sowie der Tiermasse abhängige Luft rate variiert erheblich. Zum Beispiel kann die Sommerluft rate das Acht- bis Zehnfache, teilweise sogar bis zum Zwanzigfachen der Mindestluft rate im Winter betragen, die sich an der Abfuhr von Wasserdampf und/oder Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und gegebenenfalls Ammoniak (NH<sub>3</sub>) bemisst (DIN 18910-1). Der im Jahresverlauf durchschnittliche, emissionsrelevante Volumenstrom hängt von der Tierart und der Produktionsrichtung ab. Für den Fall von Betriebsstörungen der Zwangslüftungsanlagen (z.B. durch Stromausfall) sind Alarmeinrichtungen und Notlüftungen vorzusehen.

Die Art der Zuluftführung hat großen Einfluss auf die Raumströmung. Durch den Eintrittsimpuls der Frischluft bilden sich bei der Strahl Lüftung vor allem bei hoher Einstromgeschwindigkeit Luftwalzen aus. Je niedriger die Strömungsgeschwindigkeit ist und je großflächiger die Luft verteilt bzw. verdrängt wird, umso diffuser ist die Raumströmung (Verdrängungslüftung). Bei Haltungsverfahren mit perforierten Böden kann zwischen Oberflur- und Unterflurabsaugung unterschieden werden.

In Tabelle 13 sind die praxisüblichen Zwangslüftungssysteme nach der Impulswirkung zusammengestellt.

### 3.3.2 Freie Lüftung

Die freie Lüftung wird im Stall durch Thermik und/oder Windanströmung (Druckdifferenzen) hervorgerufen. Im Gegensatz zur Zwangslüftung kann kein definierter Luftvolumenstrom eingestellt werden. In der Praxis gibt es verschiedene Systeme der freien Lüftung (Tabelle 14).

Zur Auslegung von Systemen der freien Lüftung gibt es bisher keine verbindlichen Vorgaben. Die Norm

Two main building and ventilation types are distinguished for animal housing facilities:

- closed, generally temperature-insulated animal house buildings with forced ventilation
- animal house buildings with free ventilation

### 3.3.1 Forced ventilation

In animal houses with forced ventilation, fans are responsible for the exchange of indoor and outdoor air. A defined air volume flow can only be reached in animal houses with forced ventilation.

In principle, a forced ventilation system can be designed as a system working with overpressure, negative pressure, and equal pressure. In temperature-insulated animal houses, the ventilation system is designed according to DIN 18910-1. The air volume flow depends on the climatic conditions and is usually controlled depending on the temperature. The air rate, which is dependent on the season and the time of the day, varies significantly. The summer air rate, for example, can reach the tenfold and in some cases even the twentyfold amount of the minimum air rate in the winter, which is based on the discharge of water vapor and/or carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and possibly ammonia (NH<sub>3</sub>) (DIN 18910-1). The average volume flow over the course of the year which is relevant for emission depends on the animal species and the branch of production. For the case of a failure of the forced ventilation system (e.g. due to a power outage), alarm systems and emergency ventilation equipment must be provided.

The kind of fresh air conduction greatly influences the air flow in the room. The inflow impulse of the fresh air during jet ventilation causes the formation of air rollers in particular at a high inflow velocity. The lower the flow velocity is and the larger the area is where the air is distributed or replaced, the more diffuse the flow inside the room becomes (replacement ventilation). In housing techniques with perforated floors, overfloor and underfloor suction can be distinguished.

Table 13 lists the forced ventilation systems common in practice based on their impulse effect.

### 3.3.2 Free ventilation

Free ventilation in the animal house is caused by thermal effects and/or the wind flow (pressure differences). In contrast to forced ventilation, no defined air volume flow can be set. In practice, different free ventilation systems exist (Table 14).

Currently, there are no binding regulations for the design of free ventilation systems. The standard

Tabelle 13. Zwangslüftungssysteme

Verfahren	Funktionsweise	Einsatzbereich
Strahllüftung	Die Zuluft wird an den Seiten im Deckenbereich durch Düsen, Wand- oder Kanalelemente, deren Querschnitt über Klappen der Lüftrate angepasst werden kann, in das Stallabteil geleitet.	Schweine, Geflügel, (Rinder, Anbindehaltung)
	Bei der <i>Futterganglüftung</i> (bis ca. 15 m Ganglänge) strömt die Zuluft durch eine Öffnung in der Abteiltür bodennah in den Futtergang ein. Im Sommer bildet sich bei großem Luftvolumenstrom und einer hohen Strömungsgeschwindigkeit eine Luftwalze. Im Winter strömt die Zuluft mit niedriger Geschwindigkeit ein und läuft über die geschlossenen Trennwände in die Buchten über. Die Zuluft kann auch durch Unterflurkanäle, die mit perforierten Böden abgedeckt sind, in das Abteil geleitet werden.	Schweine
Verdrängungslüftung	Die Zuluft strömt durch Luftkanäle, deren Boden perforiert ist (Rieselkanäle), oder durch Porendecken großflächig in den Stallraum ein.  Als <i>Tunnellüftung</i> bezeichnet man ein Lüftungssystem, bei dem die Zuluft über den Giebel und/oder die Seitenwände zugeführt und die Abluft zur anderen Giebelseite abgesaugt wird.	Schweine, Mastkälber Mastgeflügel
Kombinierte Lüftungssysteme	Bei Kombination der Rieselkanäle mit seitlichen Zuluftelementen wird die Winterlüftrate vollständig über die Kanäle und die Sommerlüftrate zu etwa 70 % über die Kanäle und zu etwa 30 % über die seitlichen Zuluftelemente in den Stallraum geführt.	Schweine

Table 13. Forced ventilation systems

Technique	Mode of operation	Area of use
Jet ventilation	The fresh air is led into the animal house compartment on the sides in the ceiling area through nozzles, wall or channel elements, whose cross section can be adapted to the air rate by means of flaps.	pigs, poultry, (cattle, tethered housing)
	During <i>feeding passage ventilation</i> (up to a passage length of ca. 15 m), the fresh air flows into the feeding passage closely to the floor through an opening in the compartment door. In the summer, an air roller develops at high air volume flows and high flow velocities. In the winter, the fresh air flows in at a lower velocity and reaches the pens over the closed separating walls. The fresh air can also be conducted into the compartment through underfloor channels covered by perforated floors.	pigs
Replacement ventilation	The fresh air flows into the animal house on large surfaces through air channels with perforated floors (airflow channels) or through pore ceilings.  A ventilation system where the fresh air is conducted into the animal house via the gable and/or side walls and the outgoing air is sucked off on the other gable side is termed <i>tunnel ventilation</i> .	pigs, fattening calves fattening poultry
Combined ventilation systems	If the airflow channels are combined with lateral fresh air elements, the entire winter air rate and approximately 70 % of the summer air rate are conducted into the animal house via the channels, while about 30 % is led into the animal house via the lateral fresh air elements.	pigs

Tabelle 14. Freie Lüftungsverfahren

Verfahren	Funktionsweise	Einsatzbereich
Trauf-First-Lüftung	Die Zuluft strömt an den Traufen oder über die Seitenwände in den Stall ein. Die Abluft wird durch einen über die gesamte Firstlänge offenen Firstschlitz abgeleitet. Zur Regulierung der Luftvolumenströme können die Zu- und Abluftöffnungen mit Klappen zur Änderung der Strömungsquerschnitte versehen sein. Im Sommer muss die Lüftung durch Öffnen von Türen und Toren unterstützt werden.	Rinder
Querlüftung	Der Luftaustausch erfolgt über großflächige Öffnungen in den Seitenwänden, deren Querschnitt z. B. durch Jalousien oder Windschutznetze verändert werden kann. Der Luftaustausch wird im Winter durch Firstschlitze und im Sommer bei firstparalleler Anströmung des Stalls zusätzlich durch giebelseitige Öffnungen unterstützt.	Schweine, Geflügel, Rinder
Offenfront	Der dreiseitig geschlossene Stallraum wird von der offenen Frontseite belüftet. Die Frontseite kann mit Windschutznetzen versehen sein.	Schweine, Rinder
Schachtlüftung	Die Zuluft strömt über Klappen oder Fenster in den Seiten- oder Giebelwänden in den Stall ein. Die Abluft wird durch einen oder mehrere Schächte abgeführt. Im Sommer muss die freie Lüftung durch Öffnen von Türen und Toren oder durch den Einsatz von Ventilatoren unterstützt werden.	Rinder (Schweine)

Table 14. Free ventilation techniques

Techniques	Mode of operation	Area of use
Eaves-ridge ventilation	The fresh air flows into the animal house via the eaves or the side walls. The outgoing air leaves the animal house via a ridge slit open over the entire length of the ridge. The openings for fresh and outgoing air can be equipped with flaps for the variation of the flow cross sections in order to control the air volume flows. In the summer, the ventilation must be supported by opening doors and gates.	cattle
Cross ventilation	Air exchange takes place via large-area openings in the side walls, whose cross section can be varied using blinds or wind protection nets, for example. The air exchange is supported by ridge slits in the winter and additionally by openings on the gable side if the air flow is parallel to the ridge in the summer.	pigs, poultry, cattle
Open front	The animal house, which is closed on three sides, is ventilated through the open front side. The front side can be equipped with wind protection nets.	pigs, cattle
Shaft ventilation	The fresh air flows into the animal house through flaps or windows in the side or gable walls, while the outgoing air leaves the animal house through one or several shafts. In the summer, free ventilation must be supported by opening doors and gates or by means of additional ventilation.	cattle (pigs)

DIN 18910-1 ist hierzu nicht geeignet. Planungsempfehlungen insbesondere zur Dimensionierung der Zu- und Abluftöffnungen werden in der Literatur angegeben.

Bei frei belüfteten Ställen sollte der Stall möglichst quer zur Hauptwindrichtung ausgerichtet und frei anströmbar sein, um eine optimale Be- und Entlüftung sicherzustellen. Zu diesem Zweck sollten die Ställe neben regulierbaren Öffnungen in den Seitenwänden auch Öffnungen in First und gegebenenfalls den Giebelseiten aufweisen (siehe [4]).

Freie Lüftungen können mit Elementen der Zwangslüftung kombiniert werden.

### 3.4 Fütterung und Tränke

Die wichtigsten Fütterungsverfahren sind in Tabelle 15 zusammengestellt.

Trockenfuttermittel werden in Silos gelagert. Trockenfuttermittellager, die pneumatisch beschickt werden, sind mit Staubabscheidern auszustatten. Stroh und Heu können in Bergeräumen und/oder als Ballen (auch auf dem Feld) bevorratet werden.

DIN 18910-1 is not suitable for this purpose. Planning recommendations in particular for the dimensioning of the fresh and exhaust air openings are given in the literature.

Freely ventilated animal houses should be oriented at right angles to the main wind direction, if possible, and permit a free air flow to the animal house in order to guarantee an optimal flow of fresh and outgoing air. For this purpose, the animal houses should have openings in the ridge and, if necessary, also on the gable sides in addition to controllable openings in the side walls (see [4]).

Free ventilation can be combined with elements of forced ventilation.

### 3.4 Feeding and watering

Table 15 lists the most important feeding techniques.

Dry feed is stored in silos. Dry feed stores which are filled pneumatically must be equipped with dust separators. Straw and hay can be stored in storage rooms and/or as bales (also on the field).

Tabelle 15. Fütterungsverfahren

Futtermittelgruppen	Silagen (z.B. Grassilage, Maissilage)	Nassfuttermittel/Feuchtfuttermittel (Schlempe, Molke, Treber, Speiseabfälle)	Trockenfuttermittel (Getreide, Hülsenfrüchte, Soja) als Mehl, Schrot, Pellets	Frischfutter (Gras, Rüben) und Raufutter
Tierart	Rinder, Schweine	Rinder, Schweine	alle Tierarten	Rinder, Pferde
Futterlagerung	Ballensilage, Fahrsiloplanlage, Hochsilo	geschlossene Behälter	geschlossene Silos	Ballenlagerung, lose in Bergeräumen (Raufutter)
Vorlage	rationiert oder auf Vorrat mit mobilen Fütterungstechniken	Flüssigfütterung/Fütterung	Trockenfütterung, Breifütterung, Flüssigfütterung	direkte Vorlage mit mobiler Technik

Table 15. Feeding techniques

<b>Feedstuff groups</b>	Silage (e.g. grass silage, corn silage)	Wet feedstuff/ moist feedstuff (vinasse, whey, spent grains, food waste)	Dry feedstuff (grain, legumes, soya) as flour, crushed grain, pellets	Fresh feedstuff (grass, beet) and roughage
<b>Animal species</b>	cattle, pigs	cattle, pigs	all animal species	cattle, horses
<b>Feed storage</b>	bale silage, horizontal silo facility, upright silo	closed container	closed silos	bale storage; loose storage in storage rooms (roughage)
<b>Dispensing</b>	rationed or in stock with the aid of mobile feeding equipment	liquid feeding/feeding	dry feeding, mash feeding, liquid feeding	direct dispensing with mobile equipment

Zur Herstellung und Lagerung von Silage werden häufig Flachsilos genutzt. Flachsilos (Fahrsilos) bestehen aus Betonplatten mit Seitenwänden. Der bei der Silagelagerung anfallende Sickersaft wird aufgefangen und in geschlossenen Gruben gesammelt. Foliensilos werden z. B. als Siloschläuche oder Pressballen ausgeführt.

Geruchsintensive Futtermittel (z.B. Molke) sind grundsätzlich in geschlossenen Behältern oder Hallen zu lagern.

Das Futter kann den Tieren ständig zur Verfügung stehen (ad libitum), tagesrationiert zu einer oder zwei Fütterungszeiten oder in häufigeren Intervallen vorgelegt werden.

Alle Verteilersysteme müssen leicht zu reinigen sein, damit Futter und Wasser in hygienisch einwandfreiem Zustand angeboten werden. Es müssen die technischen Voraussetzungen dafür gegeben sein, um die Futtermenge zu dosieren und Wasserverluste zu vermeiden. Weitergehende Informationen zu Tränkeinrichtungen, Tränkewasseraufbereitung und -qualität für Rinder, Schweine und Geflügel können den KTBL-Heften 81, 82 und 83 [5] entnommen werden.

**3.5 Lagerung von Fest- und Flüssigmist, Geflügelkot**

In Tabelle 16 sind die Verfahren zur Lagerung von Fest- und Flüssigmist sowie Geflügelkot zusammengefasst.

Die Lagerung kann im Stall oder außerhalb des Stallgebäudes erfolgen.

Horizontal silos are often used for the production and storage of silage. Horizontal (clamp) silos consist of concrete plates with side walls. The silage effluents produced during silage storage is drained and collected in closed pits. Film silos are designed as silo hoses or bales, for example.

Odour-intensive feedstuff (e.g. whey) must in principle be stored in closed containers or in halls.

The feedstuff can be constantly available to the animals (ad libitum), or it can be dispensed in daily rations at one or two feeding times or in more frequent intervals.

All dispensing systems must be easy to clean so that feedstuff and water are offered in a hygienically sound condition. The technical prerequisites for the metering of the feed quantity and the avoidance of water losses must be fulfilled. More detailed information about watering equipment as well as drinking water conditioning and water quality for cattle, pigs, and poultry is available in the KTBL publications number 81, 82 and 83 [5].

**3.5 Storage of solid and liquid manure, poultry dung**

Table 16 lists the techniques for the storage of solid and liquid manure as well as poultry dung.

The manure can be stored in the animal house or outside of the animal house building.

Tabelle 16. Verfahren zur Lagerung von Fest- und Flüssigmist sowie Geflügelkot

<b>Standort</b>	<b>Flüssigmist</b>	<b>Festmist</b>	<b>Geflügelkot</b>
Im Stall	Gülle Keller, Güllekanäle	Tiefstreustall	Einstreumatratze, Kotbunker
Außerhalb des Stalls	Tiefbehälter, Hochbehälter, Gülleerdbecken mit Dichtungsbahnen	befestigte Mistlagerstätte mit Jauchebehälter	überdachtes Lager, Lagerhalle

Table 16. Techniques for the storage of solid and liquid manure as well as poultry dung

Location	Liquid manure	Solid manure	Poultry dung
In the animal house	slurry cellar, slurry channels	deep litter house	litter mattress, dung bunker
Outside of the animal house	low-level container, high-level container, slurry ground tank with waterproof sheeting	paved dung storage facility with a slurry container	roof-covered store, storage hall

**Flüssigmist**

Flüssigmisthochbehälter sind Lagerbehälter, bei denen der Fußpunkt (Übergang von der Seitenwand zur Behältersohle) dauerhaft einsehbar ist. Tiefbehälter sind in den Erdboden eingelassen. Der Fußpunkt ist nicht dauerhaft einsehbar.

Gülleerdbecken mit Dichtungsbahnen sind Flüssigmistlager, die durch das Ausheben einer Erdgrube mit schrägen Seitenwänden errichtet werden. Das Becken wird mit speziellen Dichtungsbahnen ausgekleidet.

Bei allen Lagereinrichtungen sind die wasserrechtlichen Vorschriften zu beachten und gegebenenfalls Leckerkennungseinrichtungen (z.B. Ring- oder Flächendrainage) vorzusehen.

Zur Emissionsminderung (siehe Abschnitt 4.2.4, Tabelle 19) sind Außenbehälter für Flüssigmist/Gülleerdbecken mit Dichtungsbahnen mit einer natürlichen oder künstlichen Schwimmdecke, einer Schwimmfolie oder einer festen Abdeckung zu versehen (siehe Tabelle 19). Flüssigmist wird vor dem Ausbringen mit hydraulischen oder mechanischen Rührsystemen homogenisiert (durchmischt), um Sinkschichten und Schwimmdecken aufzurühren und die Nährstoffe gleichmäßig zu verteilen.

Beim Bau und Betrieb von Flüssigmistanlagen sind die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften zu beachten. Durch das Aufrühren des Flüssigmists werden plötzlich große Mengen an Schadgasen freigesetzt, die die Gesundheit von Mensch und Tier gefährden können. Insbesondere beim Aufrühren von Flüssigmist im Stall muss sichergestellt sein, dass die Schadgase ausreichend schnell durch Lüftungsmaßnahmen abgeführt werden.

**Festmist**

Platten zur Lagerung von Festmist bestehen aus (armiertem) Beton, die je nach baulicher Ausgestaltung auch die Decke der darunter liegenden Jauchegrube bilden können. Gegen Verunreinigung von Boden und Wasser muss die Platte wasserundurchlässig sein. Die bei der Lagerung anfallende Jauche ist aufzufangen und einer Lagerstätte zuzuführen. Bei den unterschiedlichen Lagermöglichkeiten sind in jedem Fall die geltenden wasserrechtlichen Vorschriften zu beachten.

**Liquid manure**

High-level liquid manure containers are storage containers whose foot point (transition from the side wall to the container base) is always visible. Low-level containers are embedded in the ground. The foot point is not always visible.

Slurry ground tanks with liquidproof sheeting are liquid manure stores built by digging a ground pit with slanted side walls. The tank is covered with special liquidproof sheeting.

All storage facilities require the observation of the regulations of the water law. If necessary, leak detection equipment (e.g. ring or surface drainage systems) must be installed.

In order to reduce emissions (see Section 4.2.5, Table 19), outdoor storage containers for liquid manure/slurry ground containers with liquidproof sheeting must be covered with a natural or an artificial floating cover, floating, film, or a solid cover (see Table 19). Before distribution, liquid manure is homogenized (mixed) by hydraulic or mechanical agitators in order to stir up sunken layers and floating covers and to distribute nutrients evenly.

The construction and operation of liquid manure facilities requires the observation of the accident prevention regulations of the employers' liability insurance associations. The stirring of liquid manure leads to the sudden release of large quantities of noxious gases, which can endanger the health of people and animals. Especially when liquid manure is stirred up in the animal house, ventilation measures must guarantee that noxious gases are removed quickly enough.

**Solid manure**

Plates for solid manure storage consist of (reinforced) concrete. Depending on the design, these plates can also form the ceiling of the slurry pit situated underneath. The plate must be waterproof in order to prevent soil and water contamination. Slurry produced during storage must be caught and drained into a storage facility. In any case, the application of the different storage options requires the observation of the current regulations of the water law.

Für eine ordnungsgemäße Stapelung und eine vereinfachte Entnahme des Festmists mit mobilen Entmistungsgeräten empfiehlt sich eine Rückwand als Gegenlager. Eine Festmistlagerstätte sollte in der Regel eine dreiseitige Umwandung aufweisen, damit der Mist besser gestapelt werden kann und die emittierende Oberfläche minimiert wird. Durch Rinnen, Wülste oder Wandungen im Randbereich der Platte wird das Abfließen von verunreinigtem Niederschlagswasser (Sickerwasser) verhindert. In Ausnahmefällen, z.B. bei witterungsbedingt eingeschränkter Befahrbarkeit der Böden, bei beengter Hoflage oder begrenzter Lagerkapazität kann Festmist vorübergehend am Feldrand der späteren Verwertungsflächen gelagert werden. Hierzu gibt es länderspezifische Regelungen.

#### **Geflügelkot**

Geflügelkot ist so zu lagern, dass eine Wiederbefeuchtung ausgeschlossen wird (z.B. durch ein wasserabweisendes Vlies oder eine Überdachung der Lagerstätte).

## **4 Vermeidung und Minderung von Emissionen**

### **4.1 Umweltrelevante Emissionen aus Tierhaltungsanlagen**

Aus Tierhaltungsanlagen wird eine Vielzahl verschiedener luftverunreinigender Stoffe freigesetzt. Hinsichtlich der Wirkung in der Umwelt sind die Emissionen von Gerüchen, Ammoniak, Staub (Partikeln) und an den klimawirksamen Gasen Methan und Distickstoffmonoxid (Lachgas) am wichtigsten. Im Rahmen einzelbetrieblicher Genehmigungs- und gegebenenfalls Überwachungsverfahren spielen Methan und Lachgas allerdings keine Rolle, da derzeit keine Emissions- und Immissionsbegrenzung festgelegt ist. Tabelle 17 gibt einen Überblick zu den Quellen, Ursachen und möglichen Wirkungen dieser Emissionen.

#### **Geruch**

Bei den aus Tierhaltungsanlagen emittierten Geruchsstoffemissionen handelt sich um ein komplexes Gemisch von über 150 verschiedenen Komponenten in unterschiedlichen Konzentrationen. Eine Leitsubstanz, z.B. Ammoniak oder Schwefelwasserstoff, kann nicht festgelegt werden [6]. Auch wenn alle chemischen Substanzen, die zu einer Geruchswahrnehmung führen, bekannt sind, ist es nicht möglich die Geruchswahrnehmung aufgrund der Konzentration der Einzelsubstanzen zu bestimmen, da Geruch keine Stoffeigenschaft, sondern eine physiologische Reaktion des Menschen ist.

For the proper stacking and simplified removal of solid manure with the aid of mobile demanuring equipment, a back wall as a support is recommended. A solid manure storage facility should generally have walls on three sides so that the manure can be stacked better and the emitting surface is minimized. Channels, bulges, or walls at the edge of the plate prevent the draining of contaminated precipitation water (seeping water). In exceptional cases (e.g. restricted practicability of the soil due to the weather, confined space on the farm, or limited storage capacity), solid manure can temporarily be stored at the edge of the fields where it will be used later. Here, specific regulations apply in the different federal states.

#### **Poultry dung**

Poultry dung must be stored such that remoistening is excluded (e.g. by means of a waterproof fleece or a roof over the storage facility).

## **4 Avoidance and reduction of emissions**

### **4.1 Environmentally relevant emissions from animal housing facilities**

Animal housing facilities emit a large number of different air-polluting substances. With regard to the environmental impact, the emissions of odour, ammonia, dust (particles), and the climatically relevant gases methane and dinitrogen monoxide (laughing gas) have the greatest importance. For the approval and (if required) the monitoring of facilities on individual farms, however, methane and laughing gas do not play any role because currently no emission and immission limits exist. Table 17 provides an overview of the sources, causes, and potential effects of these emissions.

#### **Odour**

The odorant emissions released from animal housing facilities are a complex mixture of more than 150 components in different concentrations. A leading substance (e.g. ammonia or hydrogen sulphide) cannot be determined [6]. Even if all chemical substances which lead to odour perception are known, it is not possible to determine odour perception based on the concentration of individual substances because odour is a human physiological reaction and no material property.

Tabelle 17. Übersicht zu Quellen, Ursachen und möglichen Wirkungen der Emissionen aus Anlagen der Nutztierhaltung

Art der Emission	Quelle	Ursache	Mögliche Wirkung
<b>Geruch</b>	Ställe und Ausläufe, Lager-einrichtungen für Fest- und Flüssigmist sowie Futtermittel (insbesondere Silage)	mikrobieller Abbau von organischer Substanz (z. B. Kot, Harn und Futter), Eigengeruch	Geruchsbelästigungen
<b>Ammoniak</b>	Ställe und Ausläufe, Lager-einrichtungen für Fest- und Flüssigmist	mikrobieller Abbau des Harnstoffs und der Harnsäure in den Exkremen-ten	Schädigung empfindlicher Pflanzen bei hoher Ammoniakkonzentration, Eutrophie-rung und Versauerung von Ökosystemen durch Stickstoffdeposition, Bildung von Sekundärpartikeln (Feinstaub)
<b>Staub (Partikel, Bioaerosole)</b>	Ställe, Futtermanagement	Tieraktivität, Einstreu, Fördern, Mah-len, Mischen und Zuteilen von Futtermit-teln	Gesundheitsgefährdung durch Atemwegs-erkrankungen und Allergien
<b>Methan</b>	Wiederkäuer; Ställe und Ausläufe, Lager-einrichtungen für Fest- und Flüssigmist	Futtervergärung im Pansen; anaero-ber mikrobieller Abbau von Fest- und Flüssigmist	klimawirksame Gase, Beitrag zum weltwe-irksamem Treibhauseffekt
<b>Distickstoff-monoxid</b>	Ställe und Ausläufe, Lager-einrichtungen für Fest- und Flüssigmist	Nitrifizierungs- und Denitrifizierungs-vorgänge im Fest- und Flüssigmist	

Table 17. Overview of sources, causes, and potential effects of emissions from farm animal housing facilities

Kind of emission	Source	Cause	Potential effect
<b>Odour</b>	animal houses and yards, storage facilities for solid and liquid manure as well as feed-stuff (especially silage)	microbial degradation of organic substance (e.g. faeces, urine, and feedstuff), natural odour	offensive odour
<b>Ammonia</b>	animal houses and yards, storage facilities for solid and liquid manure	microbial degradation of urea and uric acid in the excrement	damage to sensitive plants at high ammo-nia concentration, eutrophication and acidification of ecosystems due to nitrogen deposition, formation of secondary parti-cles (fine dust).
<b>Dust (particles, bioaerosols)</b>	animal houses, feed management	animal activity, litter, conveying, grinding, mixing, and dispensing of feedstuff	health hazards due to diseases of the respiratory tract and allergies
<b>Methane</b>	ruminants, animal houses and yards, storage facilities for solid and liquid manure	feed fermentation in the rumen, anaerobic microbial degradation of solid and liquid manure	emission of climatically relevant gases contributing to the global greenhouse effect
<b>Dinitrogen monoxide</b>	animal houses and yards, storage facilities for solid and liquid manure	nitrification and denitrification processes in solid and liquid manure	

Die Geruchsstoffemissionen können entsprechend der Häufigkeit, der Intensität, der Dauer und des Belästigungsgrads bewertet werden („FIDO-Faktoren“: frequency, intensity, duration, offensiveness).

**Ammoniak**

Das aus Tierhaltungsanlagen freigesetzte Ammoniak kann bei hoher Konzentration im Nahbereich von Ställen Schäden an empfindlichen Pflanzen verursachen.

Odorant immissions can be evaluated based on the frequency, the intensity, the duration, and the degree of offensiveness (“FIDO factors” frequency, inten-sity, duration, offensiveness).

**Ammonia**

The ammonia emitted by animal housing facilities can cause damage to sensitive plants in the surround-ings of animal houses if its concentration is high.

Während des atmosphärischen Transports wird es über trockene und nasse Deposition aus der Atmosphäre ausgetragen.

Durch seine Reaktion mit sauren Luftbestandteilen zu partikulären Verbindungen kann Ammoniak auch überregional Umweltwirkungen hervorrufen. Der Eintrag des Stickstoffs (N-Eintrag bzw. N-Deposition) aus diesen Reaktionsprodukten hat einen großen Anteil an der Versauerung und Eutrophierung stickstoffempfindlicher Ökosysteme. Die längerfristige Überschreitung kritischer Belastungswerte (critical load) kann zu Veränderungen der Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften und der biologischen Vielfalt führen [7].

### **Staub (Partikel)**

Feinstäube können die menschliche Gesundheit beeinträchtigen. Derzeit werden für die Beurteilung der gesundheitlichen Wirkung die Fraktionen  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$  herangezogen (siehe EU-Richtlinie 2008/50/EG).

Die Emission von luftgetragenen Partikeln und Bioaerosolen als Umweltbelastung findet zunehmend Beachtung. Partikelemissionen aus der Landwirtschaft zeichnen sich durch eine besondere Heterogenität aus. Sie werden aus Partikeln anorganischer Substanzen, z.B. Bodenmaterial, gebildet und beinhalten gleichzeitig Partikel organischer Herkunft von Pflanzen und Tieren, einschließlich toter und lebender Mikroorganismen wie Bakterien, Pilze, Viren und auch Teile davon, z.B. Endotoxine. Diese biologischen Bestandteile werden als „Bioaerosole“ bezeichnet (siehe VDI 4255 Blatt 2).

Mögliche gesundheitliche Gefahren durch Bioaerosolemissionen aus Tierställen sind Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Der Gesetzgeber hat bisher keine Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor den Einwirkungen durch Bioaerosole festgelegt. Nach TA Luft Abschnitt 5.4.7.1 sind Möglichkeiten, die Emissionen an Keimen und Endotoxinen durch den Stand der Technik entsprechende Maßnahmen zu vermindern, zu prüfen. Entsprechende Maßnahmen sind in der Richtlinie VDI 4255 Blatt 2 zusammengefasst und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bewertet.

### **Methan- und Distickstoffmonoxid (Lachgas)**

Methan- und Lachgas sind Treibhausgase. Ihre Emissionen sind im Hinblick auf die Klimaveränderung von Bedeutung.

During atmospheric transport, it is discharged from the atmosphere as a result of dry and wet deposition.

Since it forms particular compounds by reacting with acid air components, ammonia can also cause environmental impacts beyond an individual region. The immission of nitrogen (immission or deposition of nitrogen) from these reaction products is largely responsible for the acidification and eutrophication of nitrogen-sensitive ecosystems. If the critical load is exceeded for a longer period of time, this can lead to changes in the composition of plant communities and biological diversity [7].

### **Dust (particles)**

Particles can impair human health. Currently, the fractions  $PM_{10}$  and  $PM_{2,5}$  are used for the evaluation of health effects (see EU Directive 2008/50/EC).

The emission of airborne particles and bioaerosols as a form of environmental pollution is meeting with growing interest. The special characteristic of particle emissions from agriculture is particular heterogeneity. They consist of particles of anorganic substances (e.g. soil material). At the same time, they contain particles of organic origin from plants and animals including dead and living microorganisms, such as bacteria, fungi, viruses and parts of these organisms, e.g. endotoxins. These biological components are termed “bioaerosols” (see VDI 4255 Part 2).

Potential health hazards due to bioaerosol emissions from animal houses are studied scientifically. So far, the legislator has not yet determined any immission values for the protection of human health against the effects of bioaerosols. According to Section 5.4.7.1 of TA Luft, options for the reduction of germ and endotoxin emissions by means of state-of-the-art measures must be examined. Appropriate measures are listed and evaluated with regard to their effectiveness in guideline VDI 4255 Part 2.

### **Methane and dinitrogen monoxide (laughing gas)**

Methane and laughing gas are greenhouse gases. Their emissions are important with regard to climate change.

#### 4.2 Prozessintegrierte Maßnahmen zur Emissionsminderung für Geruch und Ammoniak

Die Emission von Geruchsstoffen und Ammoniak aus Tierhaltungsanlagen werden wesentlich durch die Tierart sowie die Produktions- bzw. Nutzungsrichtung beeinflusst. Die Ausscheidungen unterscheiden sich aufgrund der für jede Tierart spezifischen Futterverwertung hinsichtlich der Eiweißrückstände, sodass die Höhe der Emissionen und die Qualität der Geruchsfreisetzungen unterschiedlich sind. So wie bei der Berechnung der tierspezifischen Luftstraten (Mindestluftstrate Winter bzw. Sommer) ist die Emission der Tiere nicht mit der Körpermasse proportional. Beispielsweise sind die auf die Tierlebensmasse bezogenen Geruchsstoffemissionen bei der Sauenhaltung in der Regel niedriger und bei der Ferkelaufzucht höher als bei der Schweinemast [8]. Das Produktionsverfahren beeinflusst ebenfalls die Emissionen, insbesondere durch den Emissionsrhythmus. Bei der kontinuierlichen Mast ist mit gleichmäßigeren Emissionen aus einer Anlage zu rechnen als bei der Mast im Rein-Raus-Verfahren (z.B. Schweine- und Hähnchenmast).

Zwischen den unterschiedlichen Haltungsverfahren sind in Bezug auf die Geruchsstoffemissionen pro Einheit Tierlebensmasse in der Regel bisher nur geringe Unterschiede nachgewiesen. Tendenziell tragen Maßnahmen, die zu geringeren Ammoniak- und Staubemissionen führen, auch zur Minderung der Geruchsstoffemissionen bei.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand können die in diesem Abschnitt beschriebenen Minderungsmaßnahmen nicht generell quantifiziert werden. Die aktuell verfügbaren Daten der Effizienz von Emissionsminderungsmaßnahmen für Ammoniak können dem Anhang B entnommen werden, soweit die Maßnahmen nicht bereits in den Emissionsfaktoren berücksichtigt sind (z.B. Kotbandentmischung bei der Legehennenhaltung).

Tabelle 18 fasst die wichtigsten Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung der Ammoniak- und Geruchsstoffemissionen zusammen, ohne dass daraus unmittelbar quantitative Schlussfolgerungen möglich sind. Grundsätzlich kann zwischen prozessintegrierten Maßnahmen (Primärmaßnahmen wie nährstoffangepasste Fütterung oder Weidenutzung) und sogenannten „nicht prozessintegrierten Maßnahmen“ (Sekundärmaßnahmen wie Abluftreinigung; Abschnitt 4.5.1; Behandlung von Fest- und Flüssigmist; Abschnitt 4.5.2) unterschieden werden.

Die prozessintegrierten Maßnahmen in Tabelle 18 sind den Faktoren zugeordnet, die einen maßgeb-

#### 4.2 Process-integrated measures for the emission reduction of odour and ammonia

The emission of odorants and ammonia from animal housing facilities are largely influenced by the animal species as well as the branch of production. The excrement varies with regard to protein residues due to the kind of feed utilization, which is different for every animal species so that the amount of emissions and the quality of odorant emissions are different. Like in the calculation of the animal-specific air rates (minimum winter/summer air rate), the emission caused by the animals is not proportional to the body mass. In sow housing, for example, the odorant emissions in relation to the live animal mass are lower than in pig fattening, whereas they are higher in piglet rearing [8]. The production technique also influences emissions, in particular due to the emission rhythm. During continuous fattening, more even emissions from a facility must be expected than if fattening takes place according to the all-in all-out technique (e.g. in pig and broiler fattening).

With regard to odorant emissions per unit of live animal mass, generally only small differences between the different housing techniques have been proven. Measures which lead to lower ammonia and dust emissions also tend to contribute to a reduction of odorant emissions.

According to current knowledge, the reduction measures described in this section cannot be generally quantified. The currently available data about the efficiency of emission reduction measures for ammonia are listed in Annex B, if the measures are not already considered in the emission factors (e.g. dung belt demanuring in laying hen housing).

Table 18 lists the most important measures for the avoidance and reduction of ammonia and odorant emissions. However, this does not allow immediate quantitative conclusions to be drawn. In principle, process-integrated measures (primary measures, such as nutrient-adapted feeding or pasture use) and so-called “non-process-integrated measures“ (secondary measures, such as exhaust air cleaning, Section 4.5.1; treatment of solid and liquid manure, Section 4.5.2) can be distinguished.

The process-integrated measures in Table 18 are based on the following factors which have a signifi-

Tabelle 18. Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung der Ammoniak- und Geruchsstoffemissionen

Ort der Emission/ Einflussfaktor	Tierart, Produktions- richtung	Emissionspotenzial			
		niedriger	tendenziell		höher
		Maßnahme			
<b>Stall</b>					
<b>Bauhülle/ Lüftung</b>	alle Tierarten und Produktions- richtungen	niedrige Raumtemperatur geschlossenes oder (teilweise) offenes, nicht wärmegeprägtes Gebäude/ freie Lüftung freie Lüftung, wärmegeprägtes Dach niedrige Strömungsgeschwindigkeit über emissionsrelevanten Flächen technische Maßnahme zur Minderung der Lufrate (Zwangslüftung, z. B. Zuluftkühlung) vorhanden		hohe Raumtemperatur geschlossenes, wärmegeprägtes Gebäude/Zwangslüftung freie Lüftung, ungedämmtes Dach höhere Strömungsgeschwindigkeit über emissionsrelevanten Flächen technische Maßnahme zur Minderung der Lufrate nicht vorhanden	
	Geflügel- aufzucht/-mast	Fußboden wärmegeprägt (Bodenhaltung)		Fußboden nicht wärmegeprägt (Bodenhaltung)	
<b>Haltungsform/ Raumstruktu- rierung</b>	alle Tierarten	geringe Tieraktivität		hohe Tieraktivität	
	Schweine	Großgruppen- und Mehrflächenbuchten mit separatem Kotbereich, Einzelhaltung mit Fixierung (nur Sauen)	Großgruppen- und Mehrflächenbuchten ohne separaten Kotbereich		Kleingruppen in Einflächenbuchten ohne separaten Kotbereich
	Rinder, Pferde	Einzelhaltung mit Fixierung (Anbindestall/Ständerhaltung)	Einflächenbucht, keine Funktionsbereiche/Einzelbox	Buchten und Haltungseinheiten/ Gruppenbox mit separaten Funktionsbereichen	Mehrraumlaufstall mit separaten Funktionsbereichen und Fütterungseinrichtungen im Laufhof
	Lege- und Junghennen	Anordnung von Ruhe-, Tränke- und Fütterungseinrichtungen über perforiertem Kotbereich		Anordnung von Ruhe-, Tränke- und Fütterungseinrichtungen über Einstreufläche	
	Pekingenten	Dusche, Bad nicht vorhanden		Dusche, Bad vorhanden	
<b>Einstreu und Entmistung</b>	alle Tierarten und Produktionsrichtungen	keine Dunglagerung im Stall, tägliches Entfernen des Dungs	kurzfristige Dunglagerung im Stall		langfristige Dunglagerung im Stall
	Rinder	geringe Bewegung des Flüssigmists im Kanal (Treibmist) Festmistverfahren, separate Jaucheableitung täglich mehrmaliges Abschieben perforierter Laufflächen	mittlere Bewegung des Flüssigmists im Kanal (Staumist) Flüssigmistverfahren perforierte Laufflächen; täglich mehrmaliges Abschieben plan befestigter Laufflächen	große Bewegung des Flüssigmists im Kanal, Aufrühren (Spülverfahren) Festmistverfahren ohne Jaucheableitung nicht tägliches Abschieben plan befestigter Laufflächen	
	Lege- und Junghennen	Kotbereich mit Entmistung durch belüftetes Kotband	Kotbereich mit Entmistung durch Kotband	Kotbereich mit Entmistung durch Schieber etc.	Kotbereich mit mobiler Entmistung Scharraum

Tabelle 18. Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung der Ammoniak- und Geruchsstoffemissionen (Fortsetzung)

Ort der Emission/ Einflussfaktor	Tierart, Produktions- richtung	Emissionspotenzial		
		niedriger	tendenziell	höher
		Maßnahme		
<b>Einstreu und Entmistung</b>	Mastgeflügel	Einstreu wird nicht bearbeitet.		Einstreu wird bearbeitet.
	Pferde	täglich mehrmaliges Absammeln der Exkremente		kein tägliches Absammeln der Exkremente
<b>Fütterung/ Tränke</b>	Schweine, Geflügel (nur NH <sub>3</sub> )	nährstoffangepasste Fütterung multiphasige Fütterung	mehrphasige Fütterung	nicht angepasste Fütterung einphasige Fütterung
	Rinder (nur Geruch)	Heu, Stroh, Grünfutter als Grund- bzw. Raufutter		Silage als Grund- bzw. Raufutter Fütterung geruchsintensiver Futtermittel (z. B. Molke)
	Mastgeflügel	Nippeltränke mit Tropfwasser- auffangschale	Nippeltränke	Schalentränke
<b>Lager</b>				
<b>Fest- und Flüssigmist- lager, Kotlager</b>	alle Tierarten und Produktionsrichtungen	Festmistlager nicht vorhanden	Festmistlager mit Stapelmist, seltene Beschickung	Festmistlager mit häufiger, loser Beschickung
	Rinder und Schweine	Flüssigmistlager mit festger Abdeckung (Beton, Zelt), Schwimmfolie	Flüssigmistlager mit Abdeckung (natürliche oder künstliche Schwimmdecke (Granulate, Strohhäcksel)	Flüssigmistlager ohne Abdeckung
	Lege- und Junghennen	Kotlagerhalle mit oder ohne Abluftreinigung, abgedeckte Kotlagerung oder direkte Kotabfuhr	überdachte Kotlagerung	ungeschützte Kotlagerung
<b>Silage</b>	Rinder (nur Geruch)	Hochsilos	Schlauchsilo, Wickelballen	Flachsilo
<b>Auslauf</b>				
<b>Gestaltung</b>	alle Tierarten und Produktionsrichtungen	nicht vorhanden	vorhanden, mit Funktionsgestaltung/Kotbereich (Mastschweine und Sauen)	vorhanden, ohne Funktionsgestaltung (Kotbereich)
<b>Entmistung</b>	Rinder, Schweine, Pferde	mehrmals tägliches Entfernen der Exkremente (plan befestigter Boden), perforierter Boden	Exkremente werden nicht mehrmals täglich entfernt (plan befestigter Boden).	
<b>Reinigung</b>	Rinder	Laufflächen werden täglich gereinigt.	Laufflächen werden wöchentlich gereinigt.	
<b>Weide</b>				
<b>Dauer</b>	Rinder, Pferde	Ganztagsweide	nicht ganztägige Weide	kein Weidegang

Table 18. Measures for the avoidance and reduction of ammonia and odorant emissions

Place of emission/ influencing factor	Animal species, branch of production	Emission potential			
		lower	tendency		higher
		Measure			
<b>Animal house</b>					
<b>Building shell/ ventilation</b>	all animal species and branches of production	low room temperature closed or (partially) open, non-temperature-insulated building/free ventilation free insulation, temperature-insulated roof low flow velocity over emission-relevant areas air rate reduction technique (animal houses with forced ventilation, e.g. cooling or fresh air) available		high room temperature closed, temperature-insulated building/forced ventilation free ventilation, non-temperature-insulated roof higher flow velocity over emission-relevant areas air rate reduction techniques not available	
	rearing and fattening of poultry	temperature-insulated floor (floor husbandry)		non-temperature-insulated floor (floor husbandry)	
<b>Housing technique/ room structure</b>	all animal species	low level of animal activity		high level of animal activity	
	pigs	large group and multiple area pens with a separate dung area, individual animal housing with fixing (sows only)	large group and multiple area pens without a separate dung area		small groups in single area pens without a separate dung area
	cattle/horses	individual housing with fixing (tethered housing, stand housing)	single area pen, no functional areas/ individual box	pens and housing units/group box with separate functional areas	multiple room house with separate functional areas and feeding equipment in the cattle yard
	layers and young hens	arrangement of resting, drinking, and feeding areas above a perforated dung area		arrangement of resting, drinking, and feeding areas above a littered area	
	Pekin ducks	shower/bath facility not available		shower, bath facility available	
<b>Litter and demanuring</b>	all animal species and branches of production	no dung storage in the animal house, daily dung removal	short-term dung storage in the animal house		long-term dung storage in the animal house
	cattle	little movement of the liquid manure in the channel (floating manure) solid manure technique, separate slurry drainage repeated daily cleaning of perforated activity areas	average motion of the liquid manure in the channel (manure accumulation) liquid manure technique perforated activity areas; repeated daily cleaning of level concrete activity areas	significant motion of the liquid manure in the channel, stirring (rinsing technique) solid manure technique without slurry drainage no daily cleaning of level concrete activity areas	
	layers and young hens	dung area demanured by a ventilated dung belt	dung area demanured by a dung belt	dung area demanured by pusher blades, etc.	dung area with mobile demanuring

Table 18. Measures for the avoidance and reduction of ammonia and odorant emissions (continued)

Place of emission/ influencing factor	Animal species, branch of production	Emission potential tendency		
		lower	higher	
		Measure		
<b>Litter and demanuring</b>	fattening poultry	Litter is not cleaned.		Litter is cleaned.
	horses	repeated daily collection of excrement		no daily collection of excrement
<b>Feeding/ watering</b>	pigs, poultry (only NH <sub>3</sub> )	nutrient-adapted feeding	non-adapted feeding	
		multiple-phase feeding	multiple-phase feeding	single-phase feeding
	cattle (only odour)	hay, straw, forage as basic feed and roughage		silage as basic feed and roughage use of odour-intensive feedstuff (e.g. whey)
	fattening poultry	nipple drinker with drip water collection bowl	nipple drinker	bowl drinker
<b>Store</b>				
<b>Solid and liquid manure store, dung store</b>	all animal species and branches of production	no solid manure store	solid dung store with stacked manure rare filling	solid manure store with frequent, loose filling
	cattle and pigs	liquid manure store with a solid cover (concrete, tent), floating film	covered liquid manure store (natural or artificial floating cover, granulate, chopped straw)	liquid manure store without cover
	layers and young hens	dung storage hall with or without exhaust air cleaning, covered dung store or direct dung removal	covered dung storage	unprotected dung storage
<b>Silage</b>	cattle (only odour)	upright silo	hose silo, wrapped bales	clamp silo
<b>Yard</b>				
<b>Design</b>	all animal species and branches of production	none	yes, with functional design/dung area (fattening pigs and sows)	yes, without functional design (dung area)
<b>Demanuring</b>	cattle, pigs, horses	repeated daily removal of the excrement (level concrete floor) perforated floor		Excrement is removed several times per day (level concrete floor).
<b>Cleaning</b>	cattle	Activity areas are cleaned daily.		Activity areas are cleaned weekly.
<b>Pasture</b>				
<b>Duration</b>	cattle, horses	all-day pasture	no, all-day pasture	no pasture

lichen Einfluss auf das Emissionspotenzial von Hal-  
tungsverfahren haben:

- Bauhülle und Lüftungsverfahren
- Haltungsverfahren und Raumstrukturierung  
(Funktionsbereiche)
- Einstreu und Entmistung
- Fütterung- und Tränkeverfahren
- Lagerung von Fest- und Flüssigmist bzw.  
Silage
- Nutzung, Gestaltung und Management von  
Ausläufen
- Weidenutzung

Minderungsmaßnahmen können in den Bereichen  
Stall, Lager, Auslauf und/oder Weide ansetzen.

Bei der Umsetzung von Emissionsminderungsmaß-  
nahmen sind mögliche Zielkonflikte (Tierschutz, Im-  
missionsschutz, Energieeffizienz, Klimaschutz) ab-  
zuwägen. Beispielsweise können einige der aufge-  
führten Maßnahmen aus Tabelle 18, wie die Abde-  
ckung des Flüssigmistlagers mit Stroh, eine Erhö-  
hung von Lachgas- und Methanemissionen bewirken.  
Die gute fachliche Praxis zur Minderung von Ammo-  
niakemissionen aus Tierhaltungsanlagen ist in [12]  
ausführlich beschrieben.

#### 4.2.1 Bauhülle und Lüftungsverfahren

Bauhülle und Lüftung sollen ein Stallklima sicher-  
stellen, das den Anforderungen der Tiere gerecht  
wird, hohe Produktionsleistungen ermöglicht und ge-  
mäß DIN 18910-1 ausgelegt ist.

Durch ein möglichst niedriges Temperaturniveau im  
Stall unter Beachtung der tierphysiologischen Anfor-  
derungen werden mikrobiologische Abbauvorgänge  
verlangsamt und gasförmige Emissionen verringert.  
Da frei gelüftete Ställe im Jahresdurchschnitt ein nied-  
rigeres Temperaturniveau als wärmegeämmte,  
zwangsgelüftete Ställe aufweisen, ist ihr Emissionspo-  
tenzial geringer. Eine gedämmte Dachhaut reduziert  
den Eintrag von unerwünschter Strahlungswärme.  
Lichtplatten sind so anzubringen, dass der Aufent-  
haltsbereich der Tiere nicht unnötig erwärmt wird.

Eine Absenkung des Temperaturniveaus im Stall ins-  
besondere unter Sommerbedingungen ist auch durch  
Kühlen der Zuluft möglich (z.B. Wassernebel-Ver-  
dunstungskühlung, Erdwärmetauscher). Zudem  
sollte die Zuluft so angesaugt werden, dass sie im  
Sommer nicht zusätzlich erwärmt wird (z.B. keine  
Ansaugung im Dachbereich, Ansaugöffnungen im  
Schattenbereich).

Durch eine geringere Zulufttemperatur kann außer-  
dem die Mindestluftfrate für den Sommerbetrieb re-

cant influence on the emission potential of housing  
techniques:

- building shell and ventilation techniques
- housing technique and room structure  
(functional areas)
- littering and demanuring
- feeding and watering techniques
- storage of solid and liquid manure as well as  
silage
- utilization, design, and management of yards
- pasture use

Reduction measures can be applied in animal houses,  
storage facilities, yards, and/or pastures.

When emission reduction measures are realized, po-  
tential goal conflicts (animal protection, immission  
protection, energy efficiency, climate protection)  
must be weighed. Some of the listed measures in Ta-  
ble 18, such as the covering of the liquid manure store  
with straw, for example, can cause an increase in  
laughing gas and methane emissions. Good practice  
in the reduction of ammonia emissions from animal  
housing facilities is described in detail in [12].

#### 4.2.1 Building shell and ventilation techniques

The building shell and ventilation are intended to  
guarantee an animal house climate which meets the  
requirements of the animals, allows high production  
outputs to be reached, and is designed according to  
DIN 18910-1.

If the temperature level in the animal house is kept as  
low as possible with regard to animal-physiological  
needs, microbiological degradation processes are  
slowed down and gaseous emissions are reduced.  
Since the temperature level in freely ventilated ani-  
mal houses is lower over the average of the year than  
in temperature-insulated animal houses with forced  
ventilation, their emission potential is lower. An insu-  
lated roof skin reduces the input of undesired radia-  
tion heat. Light plates must be installed such that the  
animal area is not heated more than necessary.

The temperature level in the animal house, especially  
in summer, can also be lowered by means of fresh air  
cooling (e.g. water fog evaporation cooling, geother-  
mal heat exchanger). Moreover, fresh air should be  
aspirated such that it is not additionally heated in the  
summer (e.g. no aspiration in the roof area, aspiration  
openings in the shade).

A lower fresh air temperature also allows the mini-  
mum air rate for summer operation to be reduced.

duziert werden. Dies hat niedrigere Strömungsgeschwindigkeiten der Zuluft im Stallraum und emissionsärmere Bedingungen zur Folge, da eine niedrige Strömungsgeschwindigkeit der Luft über emissionsaktiven Flächen, z. B. verunreinigte Böden, den Übergang luftverunreinigender Stoffe in die Stallluft verringert.

Das Strömungsverhalten der Luft kann bei Strahlungsanlagen durch Lage und Dimensionierung der Zu- und Abluftöffnungen günstig beeinflusst werden (z. B. Seitenwand- oder Giebelabsaugung, linienförmige Absaugung durch Abluftkanäle). Die Verdrängungslüftung über Rieselkanäle und Porendecken führt zu niedrigen Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich.

Um bei der Bodenhaltung von Geflügel zu verhindern, dass Luftfeuchtigkeit auf dem Boden kondensiert und die Einstreu vernässt, sind die Ställe vor dem Einstreuen und Einstellen der Tiere vorzuwärmen (siehe auch Tabelle 18) und Böden zu dämmen.

#### 4.2.2 Haltungsförm und Raumstrukturierung (Funktionsbereiche)

Die Haltungsförm wie Einzelhaltung oder Gruppenhaltung und die Größe und Strukturierung des Raums haben maßgeblichen Einfluss auf die Emissionen. Haltungsförmverfahren, die getrennte Funktionsbereiche (Aktivitäts-, Liege- und Dungbereich) ermöglichen, führen zu einer Verringerung verschmutzter, emissionsaktiver Oberflächen und ermöglichen eine tiergerechtere Haltung.

In der Schweinehaltung besteht ein hohes Potenzial zur Bildung von Funktionsbereichen durch die artgemäße Verhaltensweise der Tiere, wenn ihnen die Möglichkeit dazu geboten wird.

Dagegen sind in der Rinder- und Pferdehaltung Funktionsbereiche nur beschränkt möglich. Alle Bereiche, die von den Tieren benutzt werden – mit Ausnahmen der Liegebereiche – sind potenzielle Emissionsflächen. Diese Flächen und daraus resultierende Emissionen sind bei Einzelhaltung mit Fixierung am geringsten und bei Gruppenhaltung in Laufställen am größten.

Auch bei der Boden- und Volierenhaltung von Lege- und Junghennen ist die Strukturierung des Stallraums eine Voraussetzung zur Minderung der Emissionen. Durch Anordnung von Sitzstangen, Tränke- und Fütterungseinrichtungen ist eine räumliche Trennung des Kotbereichs von der restlichen Fläche möglich. Die Abfuhr des Kots auf Transportbändern ist besonders emissionsarm.

Ist für eine tiergerechte Haltung (z. B. bei Pekingenten) der Zugang zu Wasser erforderlich, sind Du-

This leads to lower flow velocities of the fresh air in the animal house and lower emissions because a lower flow velocity of the air above emission-active areas (e. g. contaminated soils) reduces the transition of air-polluting substances into the animal house air.

If jet ventilation systems are used, the position and dimensioning of fresh and exhaust air openings can influence the flow behavior of the air positively (e. g. side wall and gable suction, line-shaped suction through exhaust air channels). Replacement ventilation through airflow channels and pore ceilings leads to low air velocities in the animal area.

In order to prevent humidity from condensing on the floor in poultry floor husbandry, which would lead to moist litter, the animal houses must be preheated before being littered and before the animals are put in the animal house (cf. Table 18). In addition, the floors must be insulated.

#### 4.2.2 Housing technique and room structure (functional areas)

The housing technique, such as individual or group housing, along with the size and the structure of the room significantly influence the emissions. Housing techniques which allow separate functional areas (activity, lying, and dung area) to be established lead to a reduction of soiled, emission-active surfaces and improve animal welfare.

In pig housing, species-appropriate behavior of the animals provides great potential for the establishment of functional areas if the animals are given the freedom to show this behavior.

In cattle and horse housing, however, functional areas can be realized only to a limited extent. All areas used by animals except for the lying areas are potential emission surfaces. These areas and the resulting emissions are smallest when the animals are housed individually and fixed, and they are largest in group housing in loose houses.

If layers and young hens are kept on the floor or in aviaries, emission reduction also requires structuring of the space in the animal house. The arrangement of perches, drinkers, and feeding equipment enables the dung area to be separated spatially from the remaining area. Dung removal on transport belts causes particularly low emissions.

If animal-friendly housing (e. g. of Peking ducks) requires access to water, showers and bathing facilities

schen und Bademöglichkeiten so zu gestalten, dass im Umfeld die Einstreu nicht vernässt wird.

#### 4.2.3 Einstreu und Entmistung

##### Haltungsverfahren mit Flüssigmist

In der *Rinderhaltung* vermindert das täglich mehrmalige Abschieben plan befestigter oder perforierter Böden mit mechanischen Entmistungsgeräten die Emissionen. Sie sind umso niedriger, je weniger der Flüssigmist in den Kanälen bewegt wird. Ungünstig zu bewerten sind daher Rinderställe, in denen Flüssigmist in einem Zirkulations- oder Slalomsystem gelagert wird.

Um die gasförmigen Emissionen durch zusätzliches Aufrühren möglichst gering halten zu können, sollten die Flüssigmistkanäle so gestaltet werden, dass keine Verengungen, möglichst große Durchgänge an den Kanalenden und keine Stichkanäle vorhanden sind.

##### Sicherheitshinweis:

Durch das Aufrühren von Flüssigmist im Stall kann schlagartig eine hohe Konzentration von  $H_2S$  freigesetzt werden, die geruchlich nicht wahrnehmbar, aber lebensgefährlich ist.

In der *Schweinehaltung* sind flache Kanäle mit Spüleinrichtungen, die ein möglichst rasches Abführen des Flüssigmists aus dem Stallbereich bewirken, zur Minderung der Emissionen positiv zu bewerten. Zwischen Stallraum und außen liegenden Flüssigmistkanälen und -behältern ist ein Siphon einzubauen, um das Einströmen von Gasen in den Stall zu verhindern.

Güllekanäle im Stall sind so zu bemessen, dass der Füllstand maximal bis 10 cm unter die perforierten Böden ansteigt. Bei Unterflurabsaugung sollte der Füllstand bis höchstens 30 cm [9] unterhalb der Unterkante der Luftabsaugöffnung ansteigen.

##### Haltungsverfahren mit Festmist

Trockene Flächen und Einstreu minimieren Ammoniak- und Geruchsstoffemissionen und sind aus Tierchutzaspekten positiv zu bewerten.

Die Ställe müssen ausreichend eingestreut, nachgestreut und regelmäßig entmistet werden (mindestens nach jeder Haltungsperiode). Die Emissionen sind umso geringer, je größer die verwendete Einstreumenge pro Großvieheinheit (GV) ist und je vollständiger Kot und Harn in der Einstreu gebunden werden. Die Haltung von Pferden ist im Vergleich zu anderen Tierarten emissionsarm, da hier die spezifische Einstreumenge pro Tier am größten ist.

Die frische Einstreu muss so gelagert werden, dass sie trocken, sauber und frei von Schimmelpilzen ist (z. B. überdachte Lagerung).

must be designed such that the surrounding litter does not become wet.

#### 4.2.3 Littering and demanuring

##### Housing techniques with liquid manure

In *cattle housing*, the repeated daily cleaning of level concrete or perforated floors with the aid of mechanical demanuring equipment reduces emissions. The less liquid manure is moved in the channels, the lower the emissions are. Cattle houses where liquid manure is stored in a circulation or slalom system must therefore be considered unfavorable.

In order to keep gaseous emissions due to additional stirring to a minimum, the liquid manure channels should be designed such that they do not have any narrow points and side cuts and that the passages at the channel ends are as large as possible.

##### Safety advice:

The stirring of liquid manure in the animal house can suddenly release a large concentration of  $H_2S$ , which is life-threatening even though it cannot be perceived in the form of odour.

In *pig housing*, flat channels with rinsing equipment, which cause the liquid manure to drain from the animal house area as quickly as possible, can be considered positive for emission reduction. A siphon must be installed between the animal house and outdoor liquid manure channels and containers in order to prevent gases from penetrating into the animal house.

Slurry channels in the animal house must be dimensioned such that the filling height does not rise beyond 10 cm below the perforated floors. In animal houses with underfloor suction, the filling height should not rise beyond 30 cm [9] below the lower edge of the air aspiration opening.

##### Housing techniques with solid manure

Dry areas and litter minimize ammonia and odorant emissions and must be considered positive under animal protection aspects.

The animal houses must be littered sufficiently. In addition, the litter must be replaced, and the animal house must be demanured regularly (at least after every husbandry period). The larger the quantity of litter per livestock unit (LU) is and the more completely faeces and urine are absorbed by the litter, the lower the emissions are. As compared with other animal species, horse housing causes low emissions because it has the largest specific litter quantity per animal.

Fresh litter must be stored such that it is dry, clean, and free of mould (e.g. through covered storage).

Bei den Haltungsverfahren, bei denen der Harn nicht vollständig von der Einstreu gebunden wird, ist ein geregelter Jaucheabfluss durch Gefälle und Rinnen direkt in eine Jauche- oder Flüssigmistgrube sicherzustellen. Plan befestigte Böden müssen eben ausgeführt sein, um eine möglichst vollständige Räumung zu erreichen.

Bei der Bodenhaltung von Mastgeflügel sollte der Stall zu Beginn der Haltungsperiode ausreichend eingestreut werden. Der Stall ist mindestens am Ende eines Mastdurchgangs zu entmisten. Zwischendurch sind feuchte Einstreustellen zu entfernen oder nachzustreuen.

In allen eingestreuten Haltungssystemen können durch häufiges Nachstreuen (falls dieses möglich ist) die Geruchsstoffemissionen deutlich gesenkt werden.

#### Trockenkotsysteme

In der Geflügelhaltung hemmt das Trocknen des Kots dessen mikrobiologischen Abbau und damit auch die Freisetzung von Emissionen [10; 11]. Das Trocknen wird durch Sammeln des Kots auf Transportbändern und zusätzliches Belüften erreicht (Kotbandbelüftung). In Abhängigkeit von der Belüftungsrate wird bei wöchentlicher Entmistung ein Trockensubstanzgehalt von 60 % erreicht. Ein höherer Trockensubstanzgehalt kann mit Nach Trocknungsanlagen (Trocknungstunnel) erzielt werden.

#### 4.2.4 Fütterung und Tränke

Geringere Ammoniakemissionen in der gesamten Verfahrenskette vom Stall bis zur Ausbringung des Fest- und Flüssigmists bzw. Geflügelkots werden erreicht, wenn der Stickstoffeintrag durch eine an den tatsächlichen Bedarf der Tiere angepasste Fütterung begrenzt wird. Dies führt zu einer verringerten Stickstoffausscheidung – zwischen 5 % und 20 % je nach Tierart, Leistungsstadium und Ausgangssituation [12]. Eine Minderung der Geruchsstoffemissionen durch diese Maßnahmen konnte allerdings bisher nicht nachgewiesen werden.

Das größte Potenzial zur Emissionsminderung von Ammoniak durch angepasste Fütterung besteht in der *Schweine- und Geflügelhaltung* durch folgende Maßnahmen:

- separate Futtermischungen für tragende und säugende Sauen
- Phasenfütterung durch separate Futtermischungen für Anfangs- und Haupt-/Endmast bei Mastschweinen und in der Geflügelmast
- Multiphasenfütterung (laufende Anpassung der Fütterung)

Housing techniques without complete absorption of urine by the litter require controlled slurry drainage directly into a slurry or liquid manure pit by means of sloping floors and channels. Concrete floors must be level so that they can be cleared as completely as possible.

When fattening poultry is kept in floor husbandry, the animal house should be sufficiently littered at the beginning of the husbandry period. The animal house must be demanured at the latest at the end of a fattening period. In between, moist litter must be removed or replaced.

In all littered housing systems, frequent litter replacement (if possible) allows odorant emissions to be significantly reduced.

#### Dry dung systems

In poultry housing, dung drying inhibits degradation by microbes and, hence, also reduces the release of emissions [10; 11]. The dung is dried by collecting it on transport belts and by means of additional ventilation (dung belt ventilation). Depending on the ventilation rate, a dry matter content of 60 % is reached if the animal house is demanured weekly. Afterdrying systems (drying tunnel) can provide a higher dry matter content.

#### 4.2.4 Feeding and watering

Lower ammonia emissions in the entire process chain from the animal house to the distribution of the solid and liquid manure or the poultry dung are reached if nitrogen input is limited by adapting feeding to the actual requirements of the animals. This leads to a reduction of nitrogen excretion by 5 % to 20 % depending on the animal species, the performance stage, and the initial situation [12]. So far, however, no reduction of odorant emissions as a result of these measures has been proven.

The following measures provide the greatest emission reduction potential by means of adapted feeding in *pig and poultry husbandry*:

- separate feed mixtures for pregnant and nursing sows
- phase feeding through separate feed mixtures for the initial and main/final fattening of fattening pigs and in poultry fattening
- multiple-phase feeding (current adaptation of feeding)

- Einsatz der RAM-Fütterung, bei der maximale Rohproteingehalte in Abhängigkeit vom Energiegehalt vorgegeben sind
- Einsatz von freien Aminosäuren

*Milchkühe* sind während des Trockenstehens und in der Laktationsperiode separat mit einer angepassten Futtermischung zu füttern.

Geruchsstoffemissionen können bei der Fütterung von Silagen durch organisatorische Maßnahmen vermindert werden. So sollte Silage täglich frisch vorgelegt werden, da eine Lagerung im Stall zu höheren Geruchsstoffemissionen beiträgt. Grundsätzlich ist Maissilage mit hohem Trockensubstanzgehalt weniger geruchsintensiv als Gras- und Zwischenfruchtsilage (Nasssilage) und Rübenblattsilage, die einen niedrigeren Trockensubstanzgehalt aufweisen.

Minderwertiges oder verdorbenes Futter kann erhebliche Geruchsstoffemissionen verursachen. Emissionen aus Futterresten können durch eine dem Tier angepasste Futtermenge weitgehend vermieden werden, z.B. durch Einsatz einer Sensorfütterung mit angepassten Futtermengen und Fütterungszeiten in der Schweinehaltung. Das Restfutter sollte täglich, bei Vorratsfütterung entsprechend dem Futtervorlageintervall entfernt werden. Die Verwertung kann z.B. mit dem Fest- oder Flüssigmist erfolgen.

Tränkesysteme müssen funktionssicher und frei von Leckagen sein, um das Durchfeuchten der Einstreu zu vermeiden. Nippeltränken mit Auffangschalen haben sich zu diesem Zweck bei der Bodenhaltung von Geflügel bewährt [13]. Bei Mastgeflügel sollten zur Vermeidung von Wasserverlusten höhenverstellbare Tränken eingesetzt werden. Weitergehende Informationen zu Tränkeeinrichtungen, Tränkewasseraufbereitung und -qualität für Rinder, Schweine und Geflügel können KTBL-Heften entnommen werden.

#### 4.2.5 Lagerung von Fest- und Flüssigmist und Silage

##### Lagerkapazität

Die Lagerkapazität für Fest- und Flüssigmist ist so zu bemessen, dass eine Ausbringung zu den Zeiten höchsten Nährstoffbedarfs der zu düngenden Kulturen und bei günstigen Witterungsbedingungen erfolgen kann (DüV, [14]). Für Flüssigmist beträgt sie mindestens sechs Monate. Bei der Dimensionierung des Behältervolumens zur Außenlagerung von Flüssigmist und Jauche sind neben dem Flüssigmist- bzw. Jaucheanfall auch Reinigungswasser und – bei offenen Behältern – die standortabhängige Niederschlagsmenge zu berücksichtigen. Darüber hinaus ist ein Sicherheitsfreibord von mindestens 20 cm einzuplanen.

- application of RAM feeding, which provides maximum crude protein contents depending on the energy content
- use of free amino acids

*Dairy cows* must be fed an adapted feed mixture while standing dry and during the lactation period.

When silage is dispensed as feed, odorant emissions can be reduced by taking organizational measures. Silage should be dispensed fresh because storage in the animals house contributes to higher odorant emissions. In principle, corn silage with a high dry matter content is less odour-intensive than grass and intermediate crop silage (wet silage) as well as beet leaf silage, whose dry matter content is lower.

Feed of inferior quality or spoiled feedstuff can cause considerable odorant emissions. Emissions from feed residues can largely be avoided by adapting feed quantity to the needs of the animal, e.g. by means of sensor feeding with adapted feedstuff quantities and feeding times in pig husbandry. Feed residues should be removed daily or (in the case of stock feeding) according to the feed dispensing interval. The residues can be utilized together with solid or liquid manure, for example.

Watering systems must be functionally reliable and free of leaks in order to avoid litter wetting. Nipple drinkers with catching bowls have proven themselves for this purpose in the floor housing of poultry [13]. For fattening poultry, height-adjustable drinkers should be used in order to avoid water losses. More detailed information about watering equipment as well as drinking water conditioning and water quality for cattle, pigs, and poultry is available in KTBL publications.

#### 4.2.5 Storage of solid and liquid manure as well as silage

##### Storage capacity

Storage capacity for solid and liquid manure must be dimensioned such that distribution can take place when the crops to be fertilized need the largest quantity of nutrients and when the weather conditions are good (DüV, [14]). For liquid manure, at least six months are required. In addition to the quantity of liquid manure and slurry, cleaning water and (in the case of open containers) the location-dependent quantity of precipitation must be considered in the dimensioning of the container volume for the outdoor storage of liquid manure and slurry. Moreover, a safety freeboard of at least 20 cm must be provided.

Bei Festmistlagerstätten ist die Lagerkapazität so zu bemessen, dass der Festmist zu einem pflanzenbaulich geeigneten Zeitpunkt ausgebracht werden kann.

The storage capacity of solid manure stores must be dimensioned such that the solid manure can be spread at an agronomically suitable time.

**Emissionsminderung – Flüssigmist**

Die gasförmigen Emissionen bei der Lagerung von Flüssigmist sind umso geringer,

**Emission reduction – liquid manure**

The more the following conditions are fulfilled, the more the gaseous emissions released during liquid manure storage decrease:

- je kleiner der Behälterdurchmesser und die Windangriffsfläche an der Flüssigmistoberfläche sind (kostengünstige Behälterabmessungen ergeben sich bei einem Verhältnis von Höhe : Durchmesser von 1:3 bis 1:4),
- je niedriger die Luftgeschwindigkeit über der Flüssigmistoberfläche ist (Windabschattung durch niedrigen Füllstand bzw. ein hohes Freibord, Eingrünung, Abdeckung siehe Tabelle 19),
- je niedriger die Temperatur des gelagerten Flüssigmists ist (Einsatz von Tiefbehältern, Abschattung; allerdings ist der Investitionsbedarf von Tiefbehältern im Vergleich zu Hochbehältern höher) und
- je weniger der Flüssigmist bewegt wird (Umpumpen, Homogenisieren).

- small container diameter and small area exposed to the wind at the liquid manure surface (a height-diameter ratio of 1:3 to 1:4 provides cost-effective container measurements),
- low air velocity over the liquid manure surface (wind shading due to low filling height or a high freeboard, plants, cover, see Table 19),
- low temperature of the stored liquid manure (use of underground tanks, shading; however, the investment requirements for underground tanks as compared with high-level tanks are higher), and
- little movement of the liquid manure (pumping, homogenizing).

Das Einleiten von Flüssigmist in Lagerbehälter hat bodennah zu erfolgen, um eine Unterspiegelfüllung zu ermöglichen. Homogenisieren und Umpumpen von Flüssigmist sind bevorzugt bei Windrichtungen durchzuführen, bei denen die zu schützenden Immissionsorte nicht betroffen sind.

Liquid manure must be led into storage containers close to the surface in order to allow the container to be filled below the surface level. Liquid manure must preferably be homogenized and pumped when the wind blows into directions where the immission places to be protected are not affected.

Tabelle 19. Spanne der Emissionsminderung (%) durch verschiedene Abdeckungen für Flüssigmistbehälter

Art der Abdeckung	Minderung gegenüber nicht abgedeckten Behältern in %		
	Rindergülle	Schweinegülle	Bemerkungen
Natürliche Schwimmdecke	30 bis 80 <sup>a)</sup>	20 bis 70 <sup>a)</sup>	geringe Wirksamkeit in Betrieben mit häufiger Gülleausbringung Anstieg von Lachgas-Emissionen möglich
Strohhäcksel	– <sup>b)</sup>	80 <sup>c)</sup>	Regelmäßige Kontrolle der Dicke und Vollständigkeit der Strohschicht; eine zerstörte Strohschicht ist unverzüglich wieder herzustellen. geringe Wirksamkeit in Betrieben mit häufiger Gülleausbringung Anstieg von Lachgas-Emissionen möglich
Granulate, Schwimmkörper	– <sup>b)</sup>	80 bis 90	Ausgleich von Materialverlusten erforderlich Anstieg von Lachgas-Emissionen möglich
Schwimmfolie	– <sup>b)</sup>	80 bis 90	bei großflächigen Lagerbehältern hoher Aufwand für das Aufbringen der Folie
Zelt	– <sup>b)</sup>	> 85	Emission durch windinduzierten Pumpeffekt bei elastischer Zelt Dachkonstruktion
Beton oder andere feste Abdeckung	irrelevante Emission		

<sup>a)</sup> je nach Ausprägung (Dicke, Dichte und Bedeckungsgrad) der Schwimmdecke

<sup>b)</sup> In der Regel ist bei Rindergülle eine natürliche Schwimmdecke vorhanden; zusätzliche Abdeckungsmaßnahmen sind nicht erforderlich.

<sup>c)</sup> Strohhäckselauflage mindestens 5 kg/m<sup>2</sup> bzw. Dicke von 10 cm

Table 19. Range of emission reduction (%) by different liquid manure container covers

Type of cover	Reduction as compared with non-covered containers in %		
	Cattle slurry	Pig slurry	Comments
Natural floating layer	30 to 80 <sup>a)</sup>	20 to 70 <sup>a)</sup>	Low effectiveness on farms where slurry is spread frequently. Higher laughing gas emissions are possible.
Chopped straw	– <sup>b)</sup>	80 <sup>c)</sup>	Regular checks of the thickness and completeness of the straw layer. A destroyed straw layer must be repaired immediately. Low efficiency on farms where slurry is spread frequently. Higher laughing gas emissions are possible.
Granulate, floating bodies	– <sup>b)</sup>	80 bis 90	Compensation for material losses is necessary. Higher laughing gas emissions are possible.
Floating film	– <sup>b)</sup>	80 bis 90	In large-area storage containers, the application of the film is time-consuming.
Tent	– <sup>b)</sup>	> 85	emission due to a wind-induced pumping effect in an elastic tent roof construction
Concrete or other type of solid cover	irrelevant emission		low maintenance requirements, no rainwater input, longest service life

<sup>a)</sup> depending on the characteristics (thickness, tightness, and covering degree) of the floating layer

<sup>b)</sup> In general, cattle slurry has a natural floating layer; additional covering is not required.

<sup>c)</sup> chopped straw cover at least 5 kg/m<sup>2</sup> or a thickness of 10 cm

Für die Flüssigmistlagerung sind Emissionsminderungsmaßnahmen in Tabelle 19 aufgeführt [2; 16; 17; 18].

Auf Rinderflüssigmist entsteht wegen des großen Anteils rohfaserreicher Futtermittel (Heu, Silage) in der Futterration meist eine natürliche Schwimmdecke. Die emissionsmindernde Wirkung dieser Schwimmdecke hängt von ihrer Beschaffenheit und Dicke ab. Ist die Bildung der Schwimmdecke unzureichend, kann sie durch das Aufbringen von Strohhäcksel unterstützt werden. Dies ist bei der Lagerung von Schweinegülle in der Regel notwendig. Die Strohmenge hat mindestens 5 kg/m<sup>2</sup> zu betragen und ist möglichst gleichmäßig auf der Oberfläche zu verteilen. Die Strohabdeckung sollte dauerhaft geschlossen gehalten werden. Diese Form der Abdeckung ist die kostengünstigste Emissionsminderungsmaßnahme (Tabelle 19).

Bei Verwendung von Granulaten, Schwimmkörpern oder -folien lassen sich im Vergleich zu Strohhäcksel höhere Emissionsminderungsgrade erzielen. Am wirkungsvollsten sind feste Abdeckungen, z.B. in Form von Betondecken oder Zeltdächern. Diese Abdeckungsformen weisen auch die längste Nutzungsdauer auf und erfordern einen geringeren Wartungsaufwand, stellen allerdings die teuerste Form der Abdeckung dar.

Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit eignen sich für die Abdeckung von bestehenden Flüssigmistbehäl-

Emission reduction measures for liquid manure storage are listed in Table 19 [2; 16; 17; 18].

Due to the large percentage of feedstuff rich in crude fibre (hay, silage) in the feed ration, generally a natural floating layer develops on liquid manure from cattle. The emission-reducing effect of this floating cover depends on its structure and its thickness. If floating cover formation is insufficient, it can be supported by adding chopped straw. This is generally necessary for the storage of pig slurry. The straw quantity must reach at least 5 kg/m<sup>2</sup> and be distributed as evenly as possible on the surface. The straw cover should remain closed permanently. This type of cover is the most cost-effective emission reduction measure (Table 19).

If granulate, floating bodies or film are used, higher degrees of emission reduction can be reached as compared with chopped straw. Solid covers (e.g. in the form of concrete covers or tent roofs) are the most effective solution. These cover types also have the longest service life and require less maintenance. However, they are the most expensive type of cover.

Due to the cost-performance ratio, especially artificial floating covers (e.g. chopped straw, granulate,

tern vor allem künstliche Schwimmdecken (z.B. Strohhäcksel, Granulate, Schwimmkörper), da diese Abdeckungen keine zusätzlichen baulichen Maßnahmen erfordern.

Flüssigmist oder Jauche darf nur an einem befestigten Platz aus dem Lagerbehälter entnommen werden. Verschmutzte Entnahmestellen sind zu reinigen. Das Reinigungs- und Niederschlagswasser von Entnahmeflächen ist in den Lagerbehälter zu leiten.

Eine Verbesserung der lokalen Immissionsituation im Einwirkungsbereich der Stallanlage kann erreicht werden, wenn Fest- und Flüssigmist außerhalb des Anlagengeländes gelagert werden.

### **Festmist**

Die Möglichkeiten, Emissionen bei der Lagerung von Festmist zu reduzieren, sind begrenzt und im Vergleich zur Flüssigmistlagerung kaum untersucht.

Zur Lagerung von Festmist ist eine befestigte Mistlagerstätte anzulegen (DIN 1045-1). Um die Emissionen möglichst gering zu halten, sollte eine kompakte Mistlagerung mit einer geringen Oberfläche angestrebt werden (große Stapelhöhe, kleine Grundfläche). Zur Verringerung der Oberfläche und zur Verminderung der Windeinflüsse sollte die Lagerstätte dreiseitig umwandet sein.

Die Emissionen sind umso höher, je häufiger und je loser der Festmiststapel beschickt wird. Beim Einsatz von Presskolben- und Presskanalschiebern wird der Miststapel von unten beschickt. An der Oberfläche des Miststapels kann durch Austrocknen eine Kruste entstehen, die zur Minderung der Emissionen führt.

Jauche und Regenwasser sind zu sammeln und in einen geschlossenen Jauchebehälter abzuleiten (DIN 11622).

Ferner sollten geeignete Vorkehrungen gegen den Eintrag von Oberflächenwasser in den Jauchebehälter getroffen werden, z.B. durch seitliches Aufkanten der Betonplatte.

### **Trockenkot**

Geflügeltrockenkot ist abgedeckt oder überdacht und trocken zu lagern, um eine Wiederbefeuchtung des Kots durch Witterungseinflüsse zu verhindern. Bei geschlossenen Hallen ist durch geeignete Maßnahmen Kondensation zu vermeiden, z.B. durch Wärmedämmung.

### **Silage**

Hochsilos stellen die emissionsärmste Form der Silagelagerung dar, sind aber nur bei kleineren Betrieben praktikabel.

floating bodies) are suitable as covers of existing liquid manure containers because these covers do not require any additional construction measures.

Liquid manure or slurry may be removed from the storage container only on a paved surface. Soiled tapping places must be cleaned. The cleaning and precipitation water from tapping surfaces must be led into the storage container.

The local immission situation in the input area of the animal house facility can be improved if solid and liquid manure are stored outside of the facility area.

### **Solid manure**

The options of emission reduction during solid manure storage are limited and have rarely been studied as compared with liquid manure storage.

The storage of solid manure requires the construction of a paved dung storage facility (DIN 1045-1). In order to keep emissions to a minimum, compact manure storage with a small surface should be striven for (large stacking height, small area). The storage facility should have walls on three sides in order to reduce the surface and wind influence.

The more often and the more loosely the solid manure stack is filled, the higher the emissions are. When plunger and channel pushers are used, the manure stack is filled from below. At the surface of the manure stack, a crust may form due to drying, which leads to reduced emissions.

Slurry and rainwater must be collected and drained into a closed slurry container (DIN 11622).

In addition, suitable measures should be taken to prevent the penetration of surface water into the slurry container, e.g. by means of lateral edge walls on the concrete plate.

### **Dry dung**

Dry poultry dung must be stored under dry conditions under a cover or a roof in order to prevent remoistening of the dung caused by weather influences. In closed halls, condensation must be prevented by taking appropriate measures (e.g. temperature insulation).

### **Silage**

Upright silos are the form of silage storage which produces the smallest quantity of emissions. However, these silos are suitable only for smaller farms.

Bei der Herstellung, Lagerung und Entnahme von Silage sind Fehlgärungen zu vermeiden, die den Silagegeruch unangenehm verstärken können. Um Nachgärungen zu vermeiden, wird empfohlen, dass bei Flachsilos die Futterentnahme so erfolgt, dass die Anschnittfläche möglichst glatt gehalten und der Futterstapel nicht unnötig aufgelockert wird. Wird täglich ein- oder mehrmals Silage entnommen, ist das zwischenzeitliche Abdecken nicht notwendig. Gär- und Sickersäfte sind entsprechend den wasserrechtlichen Vorschriften aufzufangen und zu lagern.

Das Futterlager und seine Umgebung sind von Futterresten sauber zu halten.

Bei der Planung einer Siloanlage sollte darauf geachtet werden, die Siloanschnittfläche in nördlicher und nicht entgegen der Hauptwindrichtung auszurichten.

Eine Verbesserung der lokalen Immissionsituation im Umfeld der Stallanlage kann erreicht werden, wenn die Silage an einem anderen oder weiter entfernten Standort als am oder im Stall gelagert wird.

#### 4.2.6 Nutzung, Gestaltung und Management von Ausläufen

Ausläufe ermöglichen in der Regel eine tiergerechte Ergänzung der Stallhaltung. Sie können jedoch zusätzliche Emissionen verursachen.

Daher sollten Ausläufe wie alle Stallbereiche möglichst sauber und trocken gehalten werden. Dies wird unterstützt durch

- perforierte Böden,
- separate Kotbereiche (nur Schweinehaltung) und
- tägliches, gegebenenfalls mehrmaliges Entfernen der Exkremete (außer Geflügelhaltung).

Das Reinigen mit Wasser trägt zwar zur Emissionsminderung bei, erhöht aber die zu lagernde und auszubringende Flüssigmist- bzw. Jauchemenge.

Zur Reduzierung der Ammoniakemissionen im Auslauf sind auch bautechnische Lösungen möglich, indem z.B. bei Neubauten der Auslauf zwischen zwei Laufstalleinheiten angelegt und teilweise überdacht wird.

#### 4.2.7 Weidenutzung

Bei Weidenutzung verringern sich die Emissionen aus dem Stall zeitanteilig.

### 4.3 Emissionsmindernde Maßnahmen für staubförmige Emissionen

Die Art und Höhe der Staubemissionen aus Ställen wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Die wichtigsten Faktoren sind:

When silage is produced, stored, and removed, faulty fermentation must be avoided because it might cause an unpleasant intensification of silage odour. In order to avoid postfermentation, silage should be removed from clamp silos such that the cut surface is as smooth as possible and the silage stack is not loosened unnecessarily. If silage is removed several times a day, the silo does not have to be covered in the meantime. Fermentation and silage effluents must be caught and stored according to the regulations of the water law.

The silage store and its environment must be kept free of silage residues.

When planning a silo facility, one should make sure that the silo cut area faces north and not in the main wind direction.

The local immission situation around the animal house facility can be improved if the silage is stored at a different or a more distant place than around the animal house or inside it.

#### 4.2.6 Use, design, and management of yards

Yards generally allow indoor housing to be supplemented with an animal-friendly feature. However, they can cause additional emissions.

Therefore, yards should be kept as clean and dry as possible like all areas in the animal house. This is supported by

- perforated floors,
- separate dung areas (only in pig housing), and
- daily removal of the excrement (except for poultry housing), if necessary several time per day.

Cleaning with water contributes to emission reduction. However, it increases the quantity of liquid manure or slurry to be stored and distributed.

Construction-technical solutions also enable ammonia emissions in the yard to be reduced if, for example, the yard in newly built animal houses is constructed between two loose house units and if it is partially roof-covered.

#### 4.2.7 Pasture use

If a pasture is used, emissions from the animal house decrease by the percentage of time which the animals spend grazing.

### 4.3 Emission-reducing measures for dustlike emissions

The kind and the quantity of dust emissions from animal houses is influenced by different factors: The most important factors are:

- Aufstallungsart (Entmistung) und Einstreuverfahren bzw. -management
- Raumströmung und Aktivität der Tiere im Stall (Wiederaufwirbeln bereits sedimentierter Staubpartikel)
- Futterart bzw. -konsistenz
- Luftfeuchte im Stall (Staubbindungsvermögen der Stallluft)

Prozessintegrierte Maßnahmen zur Minderung der Staubemissionen tragen zur Seuchenhygiene und zur Minderung der Emissionen von Bioaerosolen bei.

Grundsätzlich sollten die Stalleinrichtung und alle Stallflächen möglichst glatt und leicht zu reinigen sein. Staubablagerungen sind regelmäßig zu entfernen. Dies wird in der Mast durch das Organisationsprinzip der Rein-Raus-Methode unterstützt, da nach dem Ausstallen aller Tiere eine sorgfältige Reinigung und Desinfektion des Stalls erforderlich ist. Bei der Handhabung staubender Stoffe vermindern niedrige Schütt- und Fallhöhen die Staubbefreiung. In Tabelle 20 sind verschiedene Maßnahmen und ihr Einfluss auf die Staubemissionen dargestellt.

#### **Aufstallungsart/Einstreu**

In eingestreuten Ställen entsteht im Vergleich zu einstreulosen Ställen in der Regel mehr Staub, wenn sie, um Kot und Harn zu binden, in ausreichender Menge eingestreut werden.

Einstreuart und -qualität beeinflussen die Emissionen. Die Freisetzung von Partikeln ist bei fein strukturiertem Material, z.B. Häckselstroh, höher als bei grobem Material (Langstroh, Hobelspäne).

Die Art, Häufigkeit und Menge des Einstreuens beeinflussen die Emissionen, da während des Einstreuvorgangs die Staubbefreiung der Stallluft besonders hoch ist. Einstreuverfahren mit geringer Staubbefreiung, z.B. Einstreuen per Hand, sind günstiger als Verfahren mit starker Staubbefreiung, z.B. der Einsatz eines Ballenauflösers mit Wurfgebläse.

In der Mastgeflügelhaltung sollte das Kot-Einstreugemisch nicht oder nur sehr selten bearbeitet, z.B. umgefräst werden, da dies nicht nur gasförmige, sondern auch partikuläre Emissionen fördert.

#### **Tieraktivität**

Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Tieraktivität und Staubkonzentration zeigen, dass die Staubkonzentration sehr stark von der Aktivität der Tiere abhängt. Haltungssysteme, die den Tieren nur geringe Bewegungsmöglichkeiten bieten, z.B. die Einzelhaltung mit Fixierung bei Sauen oder die Kleingruppenhaltung bei Legehennen, weisen geringere Staubemissionen auf als solche, die mehr Bewe-

- the kind of housing (demanuring) as well as the littering technique and the litter management
- airflow and activity of the animals in the animal house (whirling up of dust particles which had already settled)
- the type and the consistency of feedstuff
- humidity in the animal house (dust absorption capacity of the animal house air)

Process-integrated measures for the reduction of dust emissions contribute to the prevention of epizootic diseases and the reduction of bioaerosol emissions.

Generally, the equipment and all areas in the animal house should be as smooth and as easy to clean as possible. Dust deposits must be removed regularly. During fattening, this is supported by the organizational principle of all-in all-out management because careful cleaning and disinfection of the animal house is necessary after all animals leave the animal house. When materials are handled which give off dust, low pouring and falling heights reduce dust emissions. Table 20 shows different measures and their influence on dust emissions.

#### **Housing technique/litter**

As compared with animal houses without litter, more dust is released in littered houses if sufficient quantities of litter are spread in these houses in order to bind faeces and urine.

The kind and quality of litter influence the emissions. Finely structured material (e.g. chopped straw) emits more particles than coarse material (long straw, wood shavings).

In addition, the kind, frequency, and quantity of littering influence the emissions because the dust load in the animal house air is particularly high during the littering process. Littering techniques which release little dust (e.g. manual littering) are more favorable than techniques which emit large quantities of dust (e.g. the use of a bale dissolver with a throw blower).

In fattening poultry housing, the dung-litter mixture should be treated (e.g. turned with the aid of a rotary cutter) only rarely or not at all because this increases not only gaseous, but also particle emissions.

#### **Animal activity**

Studies on the connections between animal activity and dust concentration show that the latter very strongly depends on animal activity. Housing techniques which offer the animals only little freedom of motion (e.g. individual housing with fixing in sow husbandry or the small group housing of laying hens) emit less dust than those which provide more freedom of motion (e.g. large group housing, aviary

Tabelle 20. Maßnahmen und ihr Einfluss auf die Staubemissionen

Ort der Emission/ Einflussfaktor	Tierart, Produktions- richtung	Emissionspotenzial		
		niedriger	tendenziell	höher
Maßnahme				
Stall				
Einstreu	alle Tierarten und Produktions- richtungen	Einstreu nicht vorhanden grob strukturiertes Material (z. B. Langstroh, Hobelspäne) wöchentliches Einstreuen/geringe Einstreumenge Einstreuverfahren mit geringer Staubentwicklung (z. B. per Hand, Raufe, Ballen in Bucht setzen, keine Verteilung)		Einstreu vorhanden fein strukturiertes Material (z. B. Häckselstroh) tägliches Einstreuen/große Einstreumenge Einstreuverfahren mit starker Staubentwicklung (z. B. Ballenauflöser mit Wurfgebläse, Stroh von Bühne abwerfen)
	Mastgeflügel	Einstreu wird nicht bearbeitet		Einstreu wird bearbeitet
Tieraktivität	Schweine	Einzelhaltung mit Fixierung (Sauen) Fütterung ad libitum	Kleingruppen in Einflächebucht Fütterung ein- oder mehrmals täglich	Großgruppen- und Mehrlächenbuchten
	Lege- und Junghennen	Kleingruppenhaltung	Bodenhaltung	Volierenhaltung
	Geflügel	Kaltscharraum nicht vorhanden/ nur Innenscharraum	Kaltscharraum vorhanden/kein Innenscharraum	Kaltscharraum vorhanden/zusätzlich Innenscharraum
Fütterung	alle Tierarten und Produktions- richtungen	Feuchtfutter, Trockenfutter als Pellets oder ölgebunden, Mais- und Grassilage, Grünfutter		Trockenfutter (mehlförmig), Heu, Stroh
Technische Maßnahme	Geflügel, Schweine (Rinder)	Staubbindung durch Ölvernebelung	Staubbindung durch Wasservernebelung	keine technische Maßnahme zur Staubbindung
Lager				
Futter	alle Tierarten und Produktions- richtungen	Raufutter-Bergeraum mit Ballen Kraftfuttersilo	Raufutter-Bergeraum mit loser Befüllung Flachlager für Kraftfutter	Raufutter-Bergeraum mit Gebläsebefüllung

Table 20. Different measures and their influence on dust emissions

Place of emission/ influencing factor	Animal species, branch of production	Emission potential tendency		
		lower	higher	
Measure				
Animal house				
Litter	all animal species and branches of production	no litter coarsely structured material (e.g. long straw, wood shavings) weekly littering/small litter quantity low-dust littering techniques (e.g. by hand, rack, deposition of bales in the pen, no distribution)	littered finnely structured material (e.g. chopped straw) daily littering/large litter quantities high-dust littering techniques (e.g. bale dissolver with a throw blower, bale dropping from a platform)	
	fattening poultry	Litter is not treated.	Litter is treated.	
Animal activity	pigs	individual housing with fixing (sows) ad libitum feeding	small groups in single area pen feeding once or several times per day	large group and multiple area pens
	layers and young hens	small group housing	floor husbandry	aviary housing
	poultry	no outdoor wintergarden/ indoor wintergarden only	outdoor wintergarden/indoor wintergarden	outdoor wintergarden/additional indoor wintergarden
Feeding	all animal species and branches of production	moist feed, dry feed as pellets or oil-bound, corn and grass silage, forage	dry feed (floury), hay, straw	
Technical measure	poultry, pigs (cattle)	dust absorption by oil fog	dust absorption by water fog	no technical measures for dust absorption
Store				
Feed	all animal species and branches of production	roughage store with bales feed concentrate silo	roughage store with loose filling flat storage of feed concentrate	roughage store with pneumatic filling

gungsmöglichkeiten zulassen, z.B. Großgruppenhaltung, Volierenhaltung, Bodenhaltung, Kaltscharrraum zusätzlich zum Innenscharrraum.

Bei Schweinen wird die Staubkonzentration im Tagesverlauf durch die Art der Fütterung, Stallarbeiten und die natürlichen Aktivitäts- und Ruhephasen bestimmt. Tagsüber und während der Fütterung oder einer Störung der Tiere, z.B. durch Kontrollgänge, werden in der Regel höhere Konzentrationen gemessen als nachts und in Ruhe. Das Fütterungsregime beeinflusst die Tieraktivität und damit die Emissionen in besonderem Maß. Bei rationierter Fütterung, das heißt, das Futter wird täglich zu bestimmten Zeiten angeboten und steht den Tieren nicht die gesamte Zeit zur Verfügung, kommt es während der Fütterungszeit zu stark erhöhten Konzentrationswerten. Die Fütterung ad libitum ist daher günstiger zu bewerten.

#### **Futterart bzw. Futterkonsistenz**

Auch die Futterart und -zuteilung wirken sich auf die Emissionen aus [19]. Die Staubentwicklung kann verringert werden, z.B. durch:

- Feuchtfutter oder pelletiertes Trockenfutter
- Einsatz mehligter Futtermischungen in Flüssigfütterungsanlagen
- Zusatz von Futterfetten oder Ölen bei Trockenfütterung

Mais- und Grassilage oder Grünfutter sind günstiger als der Einsatz von Raufutter (Heu, Stroh).

#### **Staubbindung**

Die Möglichkeiten, die Belastungen der Stallluft durch stallinterne technische Maßnahmen zu mindern, sind begrenzt. Das Versprühen eines Öl- oder Wassernebels im Stall ist eine Möglichkeit. Andere Maßnahmen, z.B. die Stallluft-Ionisation oder -Filtration sind kostenintensiv und wenig effektiv oder befinden sich zurzeit noch in der Entwicklung (z.B. Umluftreinigung).

#### **Futterlagerung**

Bei der Lagerung von Raufutter ist das mechanische Befüllen des Bergeraums mit Ballen oder in loser Form emissionsärmer als eine Gebläsebefüllung. Die Lagerung von Kraftfutter hat in einem geschlossenen System (Kraftfuttersilo) zu erfolgen. Trockenfuttermittellager, die pneumatisch beschickt werden, sind mit Staubabscheidern auszustatten.

#### **4.4 Emissionsmindernde Maßnahmen für Lachgas und Methan**

Die Möglichkeiten zur Minderung klimawirksamer Gase bei der Stallhaltung von Tieren sind begrenzt.

housing, floor husbandry, outdoor wintergarden in addition to an indoor yard).

In pig housing, dust concentration over the course of the day is determined by the feeding technique, work in the animal house, as well as the natural activity and resting phases. During the day and during feeding or when the animals are disturbed (e.g. during inspection rounds), generally higher concentrations are measured than at night and in resting phases. The feeding regime particularly influences animal activity and emissions. If feed is dispensed in rations, which means that feedstuff is offered at certain times of the day and is not constantly available to the animals, the concentration values during feeding time are significantly higher than usual. For this reason, ad libitum feeding must be considered more favorable.

#### **Type and consistency of feedstuff**

The kind of feedstuff used and its dispensing also influence the emissions [19]. The formation of dust can be reduced, e.g. by:

- moist feed or pelleted dry feedstuff
- use of floury feed mixtures in liquid feed dispensers
- addition of dietary fat or oil to dry feed

Corn and grass silage or forage are more favorable than roughage (hay, straw).

#### **Dust absorption**

The options of reducing air pollution in the animal house by taking technical measures within the house are limited. Spraying an oil or water fog in the animal house is one possible solution. Other measures, such as the ionization or filtration of the animal house air are cost-intensive and have little effect, or they are currently still in the development phase (e.g. recirculation air cleaning).

#### **Feed storage**

In roughage stores, the mechanical filling of the storage room with bales or loose roughage causes fewer emissions than filling with the aid of fans. Feed concentrate must be stored in a closed system (feed concentrate silo). Dry feed stores which are filled pneumatically must be equipped with dust separators.

#### **4.4 Emission-reducing measures for laughing gas and methane**

The options of reducing climatically relevant gases in animal housing are limited. In addition, correlations

Außerdem sind Wechselwirkungen hinsichtlich der Freisetzung anderer gas- und partikelförmiger Emissionen zu beachten.

Durch den Einsatz von Einstreu in den Haltungsvorfahren erhöht sich z.B. das Potenzial für Lachgasemissionen, besonders, wenn es sich um Tiefstreuverfahren handelt. Minderungsmaßnahmen lassen sich in diesem Zusammenhang nicht ableiten.

Großen Einfluss auf die Methanfreisetzung der Tiere haben dagegen die Zusammensetzung des Futters und die Futterration. So trägt bei der Rinderhaltung eine bedarfsangepasste Fütterung zur Minderung der Methanemissionen bei.

Die Erzeugung und Nutzung von Biogas ist ein effektiver Weg zur Minderung klimawirksamer Gase aus der Tierhaltung (siehe Abschnitt 4.5.2).

## 4.5 Weitere Minderungsmaßnahmen

### 4.5.1 Abluftreinigung

Durch den Einsatz einer Abluftreinigungsanlage ist eine weitergehende Minderung der Emissionen aus zwangsbelüfteten Ställen möglich.

Grundsätzlich können diese Verfahren nur bei zwangsbelüfteten Ställen eingesetzt werden, da die Abluft aus den Ställen gesammelt und durch die Reinigungsanlage geleitet werden muss. Haltungsvorfahren mit freier Lüftung lassen sich nicht mit einer Abluftreinigungsanlage ausrüsten. Hauptanwendungsbereich ist zurzeit die Schweinehaltung.

Die Errichtung und der Betrieb dieser Anlagen sind mit einem erheblichem Aufwand und hohen Kosten verbunden [20]. Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit werden sie in der Regel nur dann eingesetzt, wenn alle prozessintegrierten Maßnahmen zur Minderung der Emissionen bzw. zur Minderung der Immissionsbelastung ausgeschöpft sind und der Schutz der Umwelt vor schädlichen Einwirkungen nicht auf andere Art und Weise sichergestellt werden kann. Anforderungen zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen werden in der TA Luft geregelt.

Die Auswahl des Reinigungsverfahrens richtet sich vor allem danach, welche Emissionen gemindert werden sollen, für welchen Einsatzbereich das Verfahren geplant wird und welche Reinigungsleistung erforderlich ist [21]. In Tabelle 21 sind die wichtigsten der auf dem Markt verfügbaren Reinigungsverfahren zusammengestellt. Grundsätzlich sollten nur eignungsgeprüfte Verfahren eingesetzt werden [22].

Eine dauerhaft hohe Reinigungsleistung setzt voraus, dass die Anlage richtig dimensioniert und ordnungsgemäß betrieben wird. Der Anlagenbetreiber muss dies durch regelmäßige Überwachung und Wartung

with the release of other gaseous and particle emissions must be considered.

The use of litter in animal housing increases the potential of laughing gas emissions, for example, especially if deep litter techniques are applied. Here, no reduction measures can be taken.

The composition of the feedstuff and the feed ration, however, has great influence on methane emission by the animals. In cattle housing, for example, demand-adapted feeding contributes to the reduction of methane emissions.

The production and use of biogas is an effective method for the reduction of climatically relevant gases from animal housing (see Section 4.5.2).

## 4.5 Other reduction measures

### 4.5.1 Exhaust air cleaning

The use of an exhaust air cleaning system allows emissions from animal houses with forced ventilation to be reduced more significantly.

In principle, these techniques can only be used in animal houses with forced ventilation because the exhaust air from the animal houses must be collected and led through the cleaning system. Freely ventilated animal houses cannot be equipped with an exhaust air cleaning system. The main area of application of this technique is currently pig housing.

The construction and the operation of these facilities cause significant expenditures and high costs [20]. For reasons of proportionality, they are generally used only when all process-integrated measures of emission reduction or immission load reduction have been exhausted and the protection of the environment against harmful impacts cannot be guaranteed otherwise. TA Luft provides requirements for the prevention of harmful environmental impacts.

The cleaning technique is chosen mainly based on the kind of emissions to be reduced, the intended area of application of the technique, and the required cleaning capacity [21]. Table 21 lists the most important cleaning techniques available on the market. In principle, only techniques which have passed a suitability test should be applied [22].

Continuously high cleaning performance requires that the facility is correctly dimensioned and operated properly. The operator of the facility must guarantee this by means of regular monitoring and mainte-

Tabelle 21. Verfügbare Abluftreinigungsverfahren und ihre Reinigungsleistung bei ordnungsgemäßer Auslegung und Betrieb [21]

Merkmal	Chemischer Wäscher	Rieselbettreaktor (Biowäscher)	Biofilter	Kombinationsverfahren (2-stufig)	Kombinationsverfahren (3-stufig)
Geruch	–	++	++	++	++
Ammoniak	++	+	–	++	++
Staub	+	+	+	+	++
Einsatzbereich (Haltungsverfahren)	Schweine, Kälbermast (Flüssigmist), Kotlager	Schweine, Kälbermast (Flüssigmist)	Schweine, Kälbermast (Flüssigmist)	Schweine, Kälbermast (Fest- oder Flüssigmist), Geflügelmast, Kotlager	Schweine, Kälbermast (Fest- oder Flüssigmist), Kotlager

- ungeeignet
- + mindestens 70 %
- ++ mindestens 90 % (Geruch: kein Stallgeruch in der Reinluft wahrnehmbar und Reingaskonzentration < 300 GE/m<sup>3</sup>)

Table 21. Available exhaust air cleaning techniques and cleaning capacity of properly designed and operated facilities [21]

Characteristic	Chemical washer	Trickle bed reactor (biowasher)	Biofilter	Combination technique (2 stages)	Combination technique (3 stages)
Odour	–	++	++	++	++
Ammonia	++	+	–	++	++
Dust	+	+	+	+	++
Area of use (housing technique)	pigs, calf fattening (liquid manure), dung store	pigs, calf fattening (liquid manure)	pigs, calf fattening (liquid manure)	pigs, calf fattening (solid or liquid manure), poultry fattening, dung store	pigs, calf fattening (solid or liquid manure), dung store

- inappropriate
- + at least 70 %
- ++ at least 90 % (odour: no animal house odour perceptible in the clean air and pure gas concentration < 300 OU/m<sup>3</sup>)

der Anlage sicherstellen, und darüber hinaus sollte dies entsprechend dokumentiert werden. Zusätzlich ist Sorge zu tragen, dass die durch die Abluftreinigungsanlage anfallenden Stoffe (z.B. Stickstoffverbindungen) adäquat zwischengelagert und weiterverwertet werden.

#### 4.5.2 Behandlung von Fest- und Flüssigmist

Die Behandlung von Fest- und Flüssigmist hat u.a. zum Ziel, die Emissionen an Gerüchen, Ammoniak und klimawirksamen Gasen während der Lagerung und bei der Ausbringung von Fest- und Flüssigmist zu mindern.

Außer durch Ansäuern konnte durch die Zugabe von chemischen oder biochemischen Stoffen eine Emissionsminderung bisher nicht gesichert nachgewiesen werden [23].

Von den technischen Verfahren hat nur die anaerobe Behandlung von Fest- und Flüssigmist (Biogasproduktion) besondere Bedeutung erlangt. Allerdings sind die emissionsmindernden Effekte der Biogasanwendung für Investitionsentscheidungen in der Regel nachrangig. Im Vordergrund stehen die wirtschaftlichen Vorteile durch den Nettoenergiegewinn.

In addition, these measures should be documented appropriately. Moreover, the operator must make sure that substances produced by the exhaust air cleaning system (e.g. nitrogen compounds) are stored in an adequate intermediate store and reused.

#### 4.5.2 Treatment of solid and liquid manure

One of the goals of solid and liquid manure treatment is the reduction of the emission of odour, ammonia, and climatically relevant gases during the storage and the distribution of solid and liquid manure.

Except for acidification, the addition of chemical or biochemical substances has not provided a proven reduction of emissions so far [23].

Of the technical methods, only the anaerobic treatment of solid and liquid manure (biogas production) has gained particular significance. The emission-reducing effects of biogas application, however, are generally of secondary importance for investment decisions. The primary aspect is the economic advantage due to the net energy gain.

In Biogasanlagen wird organische Biomasse (Gärsubstrat) von Methanbakterien unter Luftabschluss zu Kohlendioxid und Methan umgewandelt. Dabei werden geruchsintensive Verbindungen abgebaut und pathogene Keime sowie keimfähige Unkrautsamen reduziert. Biogas kann in einem Blockheizkraftwerk zur Erzeugung von Strom und Wärme genutzt oder direkt in das Gasnetz eingespeist werden.

Die Biogaserzeugung trägt zu einer Emissionsminderung vor allem von Methan, aber auch von Gerüchen bei, wenn Fermenter und Lagerbehälter gasdicht abgedeckt sind und diffuse Emissionen vermieden werden (VDI 3475 Blatt 4).

Der Abgaskamin eines BHKW muss in Abhängigkeit von der Emission und vom Standort eine ausreichende Bauhöhe aufweisen.

Im Gärrest ist das Emissionspotenzial für Ammoniak erhöht, da bei der Fermentation der Ammoniumanteil zunimmt. Zur landbaulichen Verwertung der Gärreste sollten daher nur emissionsarme Ausbringeverfahren angewendet werden.

## 5 Maßnahmen zur Beeinflussung der Immissionssituation

### 5.1 Standortwahl

Bei der Wahl des Standorts einer geplanten Stallanlage sind insbesondere folgende Faktoren zu beachten:

- ausreichende Abstände zu schutzbedürftigen Nutzungen wie Wohnhäusern sowie Schutzgütern unter Beachtung einer gegebenenfalls vorhandenen Vorbelastung
- Windrichtungshäufigkeitsverteilung, aus der die Richtung erkennbar ist, in der hauptsächlich mit Immissionen zu rechnen ist
- Orografie und Topografie und ihre Auswirkungen auf die Strömungsverhältnisse
- Belange der Bauleitplanung und sonstiger Fachplanungen
- ausreichende Reserven für die weitere Entwicklung des Betriebs

### 5.2 Ableitbedingungen

Die in Abschnitt 3.3 beschriebenen Prinzipien der Zwangslüftung und der freien Lüftung haben unterschiedliche Ableitbedingungen der Abluft zur Folge, die sich hinsichtlich der Immissionen auswirken. Die Art und Weise der Abluftführung ist im Einzelfall an den Bedingungen des Standorts auszurichten.

In biogas plants, methane bacteria anaerobically convert organic biomass (fermentation substrate) into carbon dioxide and methane. During this process, odour-intensive compounds are degraded, and the numbers of pathogenic germs as well as germinating weed seeds are reduced. Biogas can be used for electricity and heat generation in a combined heat and power system, or it can directly be fed into the gas network.

Biogas production contributes not only to the reduction of methane emissions, but also to a reduction of odour emission if the fermenter and the storage container have a gas-tight cover and if diffuse emissions are avoided (VDI 3475 Part 4).

Depending on the emission and the location, the construction height of the exhaust gas chimney of a combined heat and power system must be sufficient.

Fermentation residues have increased ammonia emission potential because the percentage of ammonia grows during fermentation. Therefore, only low-emission distribution techniques should be applied for the agricultural use of fermentation residues.

## 5 Measures for the improvement of the immission situation

### 5.1 Choice of location

When the location of a planned animal house facility is chosen, in particular the following factors must be considered:

- sufficient distance from areas in need of protection, such as residential housing, and protected objects, observing potential previous loads, if necessary
- distribution of wind direction frequency, which allows the main direction to be determined from which immissions must be expected
- orography and topography and their effects on the flow conditions
- concerns of urban development planning and other technical and constructional plans
- sufficient reserves for the future development of the farm

### 5.2 Exhaust conditions

The principles of forced and free ventilation described in Section 3.3 lead to different conditions of exhaust air conduction, which have an effect on immissions. The design of exhaust air conduction must be adapted to the conditions at the individual location.

## 6 Emissionen

### 6.1 Konventionenwerte für Emissionsfaktoren

Die Emissionen aus Tierhaltungsanlagen weisen im Tages- und Jahresverlauf eine große Variabilität auf, die u.a. vom Größenwachstum der Tiere, den Schwankungen der Umgebungstemperatur, der unterschiedlichen Tieraktivität im Tagesverlauf und dem Haltungssystem sowie dem Management beeinflusst wird. Emissionsdaten, die für einzelne Halteverfahren veröffentlicht sind, haben in der Regel eine große Streubreite. Zudem sind sie nur eingeschränkt miteinander vergleichbar (siehe z.B. [10]), da es bisher keine einheitlichen Standards in Bezug auf die Messverfahren und Randbedingungen zur Durchführung von Emissionsmessungen gibt.

Gesicherte Aussagen über den repräsentativen Emissionsfaktor eines ganzen Haltungssystems können im Praxismaßstab nur mit dem sogenannten „Multi-Site-Sampling-Approach“ erreicht werden [24]. Innerhalb eines Betriebs können zwar Langzeiteffekte sowie eine jahres- und tageszeitliche Dynamik aufgezeigt werden, doch mit Blick auf die Übertragbarkeit auf ein ganzes Haltungssystem und auf ein Verallgemeinern der Ergebnisse ist eine Absicherung mit Emissionsmessungen bei mehreren voneinander unabhängigen (Praxis-)Betrieben zwingend notwendig. Des Weiteren sind über die Jahreszeiten verteilte Emissionsmessungen durchzuführen, um sowohl die klimatische Variation im Jahresverlauf als auch z.B. die jahreszeitlichen Futterwechsel zu berücksichtigen. Diese Voraussetzungen treffen jedoch nur für einen verschwindend geringen Anteil der in der Literatur veröffentlichten Emissionsmessungen bzw. verfügbaren Emissionsfaktoren zu.

Deshalb wurden in dieser Richtlinie Konventionenwerte für Emissionsfaktoren auf der Grundlage von Literaturangaben, Plausibilitätsbetrachtungen und praktischem Erfahrungsschatz festgelegt.

Um aus einer in der Literatur vorliegenden Spannweite von Emissionsdaten bzw. -faktoren einen repräsentativen Emissionsfaktor für ein Haltungssystem zu bestimmen, ist es in der Regel nicht zulässig, diesen durch einfache Mittelwertbildung abzuleiten. Denn dieses würde voraussetzen, dass die Emissionsdaten nicht nur vergleichbar gemessen wurden (siehe oben) sondern auch eine Gleichverteilung (Normalverteilung) aufweisen würden.

Die Konventionenwerte dieser Richtlinie sind in der Regel Einzelwerten vorzuziehen, insbesondere wenn diese aus einzelnen Stichprobenmessungen oder Extremwerten von Emissionsdaten abgeleitet wurden.

Basis der hier angegebenen Konventionenwerte sind der Stand der Haltungstechnik sowie die gute fachliche Praxis. Sie sind repräsentativ für eine über das

## 6 Emissions

### 6.1 Conventional values for emission factors

Emissions from animal housing facilities show great variability over the course of the day and the year, which depends on the size growth of the animals, the fluctuations of the ambient temperature, different animal activities over the course of the day, the housing system, and the management. Emission data published for individual housing techniques generally show a large range of variation. In addition, they are comparable only to a limited extent (cf. e.g. [10]), because currently no uniform standards with regard to the measuring techniques and the marginal conditions for the realization of emission measurements are available.

At a practical scale, only the so-called “multi-site sampling approach” allows the representative emission factor of an entire housing system to be determined reliably [24]. Within one farm, this method shows long-term effects as well as seasonal and day-time-specific dynamics. Applicability to an entire housing system and the generalization of the results, however, absolutely require emission measurements on several independent farms for confirmation. Moreover, emission measurements distributed over the seasons must be carried out in order to consider climatic variation over the course of the year and seasonal feed change, for example. However, only an infinitely small percentage of the emission measurements published in the literature and the available emission factors fulfill these conditions.

Therefore, conventional values for emission factors were determined in this guideline based on literature references, plausibility considerations, and practical experiences.

A representative emission factor for a housing system based on a range of emission data and factors available in the literature generally cannot be derived by forming a simple average value. This would require that the emission data would not only be measured under comparable conditions (see above), but that they would also show equal distribution (normal distribution).

The conventional values of this guideline are generally preferable to individual values in particular if the latter were derived from individual sample measurements or extreme values of emission data.

The conventional values given in the present guideline are based on the state of the art in housing technique and good practice. They represent the assumed

Jahr angenommene Emission unter Berücksichtigung der typischen Betriebsabläufe und von Standard-servicezeiten. Alle Werte werden als Jahresmittelwert angegeben. Für eine zeitlich aufgelöste Emissionsbetrachtung können diese Werte nur eingeschränkt herangezogen werden [25; 31].

Die Werte in Tabelle 22, Tabelle 24 und Tabelle 26 beziehen sich ausschließlich auf die Emissionen aus Ställen.

Zur Ermittlung der Emission aus dem Stall ist die für den Stall geplante Tierplatzzahl und/oder die mittlere Tiermasse heranzuziehen.

Weichen Anlagen wesentlich in Bezug auf die Zeiträume der Stallbelegung, Emission, Nutzungsrichtung, Aufstallung, Fütterung, Fest- und Flüssigmist sowie Kotlagerung ab, können auf der Grundlage plausibler Begründungen abweichende Konventionenwerte für Emissionsfaktoren herangezogen werden.

### 6.1.1 Geruch

Der Geruchsstoffstrom einer Anlage ist das Produkt der mittleren Tiermasse in den Ställen angegeben in GV (siehe Anhang A) und dem spezifischen, auf die Tiermasse bezogenen Emissionsfaktor ( $\text{GE} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{GV}^{-1}$ ). Die Emissionen von Flächenquellen ergeben sich als Produkt der Quellfläche ( $\text{m}^2$ ) und des auf die Fläche bezogenen Emissionsfaktors ( $\text{GE} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ).

Eine umfangreiche Datensammlung für Emissionsfaktoren wurde in [10] zusammengestellt. Weitere Daten liegen zu den Emissionen aus der Enten- und Putenhaltung, zur Legehennenhaltung und zur Rinderhaltung vor. Diese Werte wurden im Gutachten „Beste verfügbare Technik in der Intensivtierhaltung“ [1] und im nationalen Bewertungsrahmen [2] verwendet. Aufbauend auf diesen Daten und umfangreichen Erfahrungen aus der Genehmigungspraxis wurden in Niedersachsen für eine Vielzahl von Tierarten Emissionsfaktoren per Konvention zusammengestellt [33]. In Tabelle 22 wurden die Emissionsfaktoren der genannten und weiterer Veröffentlichungen zusammengefasst, neu bewertet und als Konventionenwerte für Emissionsfaktoren festgelegt.

Eine Differenzierung der Daten für verschiedene Haltungsverfahren einer Produktionsrichtung ist nur für wenige Fälle möglich, da die Emissionsfaktoren stark streuen und die Unterschiede zwischen den Haltungsverfahren verwischen. Bei allen Daten handelt es sich um Konventionenwerte, die aus Messungen abgeleitet wurden und die sich bei der Prognose und Beurteilung der Geruchsstoffmissionen von Stallanlagen bewährt haben. Pferde werden in der Regel hinsichtlich der Geruchsstoffemissionen wie Milchvieh oder günstiger beurteilt, da die Ställe zumeist stärker eingestreut werden.

emission during one year taking typical work processes and standard service times into consideration. All values are given as mean annual values. However, the suitability of these values for a temporally dissolved consideration of emissions is limited [25; 31].

The values in Table 22, Table 24, and Table 26 exclusively refer to emissions from animal houses.

The determination of emission from the animal house must be based on the number of animal places planned in the house and/or the mean animal mass.

If facilities differ considerably from these values with regard to housing periods, emission, branch of production, housing techniques, feeding, and the storage of solid and liquid manure as well as dung, different conventional values can be used for the determination of emission factors based on plausible reasons.

### 6.1.1 Odour

The odorant flow of a facility is the product of the mean animal mass in the animal houses indicated in livestock units (see Annex A) and the specific emission factor in relation to the animal mass ( $\text{OU} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{LU}^{-1}$ ). The emissions of area sources are the product of the source area ( $\text{m}^2$ ) and the emission factor in relation to the area ( $\text{OU} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ).

Comprehensive data of emission factors were collected in reference [10]. Additional data on emissions from duck and turkey housing, laying hen housing, and cattle housing are available. These values were used in the expert's report "Best available techniques in intensive animal farming" [1] and in the national evaluation frame [2]. Based on these data and comprehensive experiences from permission practice, conventional emission factors for a large number of animals were collected in Lower Saxony [33]. In Table 22, the emission factors of the mentioned and other publications were collected, reevaluated, and determined as conventional values for emission factors.

Differentiation of the data for different housing techniques within a branch of production is only possible in a few cases because the emission factors vary significantly and blur the differences between the housing techniques. All data are conventional values derived from measurements, which have proven themselves in the prognosis and evaluation of odorant emissions from animal housing facilities. With regard to odorant emissions, horses are generally evaluated like dairy cattle or more favorably because stables are generally littered more intensively.

Tabelle 22. Geruchsstoffemissionsfaktoren (Konventionswerte) für verschiedene Tierarten, Produktionsrichtungen und Haltungsverfahren<sup>a)</sup>

Tierart	Produktionsrichtung Haltungsverfahren	Geruchsstoff- emissions- faktor in GE·s <sup>-1</sup> ·GV <sup>-1</sup>	Anwendbar für Verfahren gemäß Nationalem Bewertungsrahmen (Abschnitt 3 (ID-Nr.))	Quelle/Anmerkungen
<b>Schweine</b>	<b>Schweinemast</b> Flüssigmist-/Festmistverfahren	50	S/MS 0001–0005 und 0007 <sup>c)</sup> 0008 <sup>c)</sup>	[8; 10; 30]
	Tiefstreuverfahren	30 <sup>b)</sup>	S/MS 0006	[2; 10]
	<b>Ferkelerzeugung</b> Warte- und Deckbereich (Sauen, Eber)	22 <sup>b)</sup>	S/FD 0001–0002; 0003 <sup>c)</sup> ; 0004 <sup>c)</sup> , 0005–0006 S/FW 0001–0002; 0003 <sup>c)</sup> , 0004, 0005 <sup>c)</sup> und 0007 S/FE 0001–0004	[8; 30]
	Abferkel- und Säugebereich (Sauen mit Ferkeln)	20 <sup>b)</sup>	S/FG 0001–0002 <sup>c)</sup> und 0004 <sup>c)</sup> –0006	[8; 10; 30]
	Ferkelaufzucht	75 <sup>b)</sup>	S/FA 0001–0005; 0006 <sup>c)</sup> , 0007; 0008 <sup>c)</sup> –0009	[8; 10; 30]
	Jungsauenaufzucht	50	wie MS	[8; 10; 30]
<b>Geflügel</b>	<b>Legehennenhaltung</b> Kleingruppenhaltung, Kotband <sup>d)</sup>	30 <sup>b)</sup>	H/LH 0412	abgeleitet nach [2] und [30]
	Bodenhaltung mit Volierengestellen, Kotband <sup>d)</sup>	30 <sup>b)</sup>	H/LH 0211; 0221; 0231 <sup>e)</sup> ; 0241 <sup>e)</sup>	abgeleitet nach [2] und [30]
	Bodenhaltung	42	H/LH 0315; 0351; 0331 <sup>e)</sup> ; 0341 <sup>e)</sup> ; 0361 <sup>e)</sup>	abgeleitet nach [2] und [30]
	<b>Junghennenaufzucht</b> alle Haltungsverfahren	wie Legehennenhaltung	H/AZ 0001–0003	
	<b>Hähnchenmast</b> Bodenhaltung	60	H/MH 0001–0002; 0003 <sup>e)</sup> ; 0004 <sup>e)</sup>	[31]
	<b>Entenaufzucht</b> Bodenhaltung	75 <sup>b)</sup>	E/AZ 0001	abgeleitet nach [10] und [30]
	<b>Entenmast</b> Bodenhaltung	75 <sup>b)</sup>	E/EM 0001–0002	abgeleitet nach [10] und [30]
	<b>Putenaufzucht</b> Bodenhaltung	32 <sup>b)</sup>	T/AZ 0001	abgeleitet nach [2] und [10]
	<b>Putenmast</b> Bodenhaltung	32 <sup>b)</sup>	T/PM 0001–0003; 0004 <sup>e)</sup> ; 0005 <sup>e)</sup> ; 0006	abgeleitet nach [2] und [10]
	<b>Rinder<sup>e)</sup></b>	<b>Milchvieh- und Mutterkuhhaltung</b> alle Haltungsverfahren (inkl. Kälber bis 6 Monate)	12	R/MV 0001 – 0018, 0013 <sup>e)</sup> R/MK 0001 <sup>e)</sup> ; 0002 <sup>e)</sup> ; 0003–0004; 0005 <sup>e)</sup>
<b>Rinderaufzucht und Mast</b> Rindermast		12	R/RM 0001–0005	[2; 8; 30]
Jungrinderhaltung (weiblich)		12	R/JV 0001–0006; 0004 <sup>e)</sup>	[2; 8; 30]
Kälberaufzucht bis 6 Monate (separate Aufstallung)		12	R/KA 0001 <sup>e)</sup> ; 0002–0005; 0006 <sup>e)</sup> ; 0007–0008	[2; 8; 30]
Kälbermast		30 <sup>b)</sup>	R/KM 0001–0003	[2; 8; 30]
<b>Pferde<sup>e)</sup></b>	<b>Pferdehaltung</b>	10 <sup>b)</sup>	P/E 0003–0005; 0006–0007 <sup>e)</sup> P/G 0022–0024 und 0027–0028; 005–0026 <sup>e)</sup>	
<b>Schafe</b>	<b>Schafhaltung</b> Bock Jungtiere und weibliche Tiere	50 <sup>b)</sup> 25 <sup>b)</sup>	im NBR nicht beschrieben im NBR nicht beschrieben	abgeleitet nach [32]
	<b>Ziegen</b>	<b>Ziegenhaltung</b> Bock Jungtiere und weibliche Tiere	100 <sup>b)</sup> 30 <sup>b)</sup>	im NBR nicht beschrieben im NBR nicht beschrieben

a) Weichen Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren wesentlich in Bezug auf das Haltungsverfahren von den in der Tabelle genannten Verfahren ab, können auf der Grundlage plausibler Begründungen (z.B. Messberichte, Praxisuntersuchungen) abweichende Emissionsfaktoren zur Berechnung herangezogen werden.

b) Untersuchungen zur Validierung erforderlich

c) Haltungsverfahren mit Auslauf, Wert gilt nur für den Stall ohne Auslauf.

d) Bisher liegen keine Untersuchungen zur Differenzierung bezüglich belüftetes/unbelüftetes Kotband vor.

e) Emissionsdaten beziehen sich nur auf die Zeiten der Stallhaltung.

**Anmerkung:** Außer den angegebenen Minderungsmaßnahmen, die bereits in den Emissionsfaktoren enthalten sind, sind keine zusätzlichen Minderungsmaßnahmen quantifizierbar. Maßnahmen zur Minderung der Ammoniakemissionen tragen tendenziell zur Minderung der Geruchsemissionen bei. Es gibt aber keine konstanten Beziehungen.

Table 22. Odorant emissions (conventional values) for different animal species, branches of production, and housing techniques<sup>a)</sup>

Animal species	Branch of production Housing technique	Odorant emission factor in OU·s <sup>-1</sup> ·LU <sup>-1</sup>	Applicable for techniques according to the national evaluation frame (Section 3 (ID-No.))	Source/comments
<b>Pigs</b>	<b>Pig fattening</b> liquid manure/solid manure technique	50	S/MS 0001–0005 and 0007 <sup>c)</sup> 0008 <sup>c)</sup>	[8; 30]
	deep litter technique	30 <sup>b)</sup>	S/MS 0006	[2; 10]
	<b>Piglet production</b> waiting and mating area (sows, boars)	22 <sup>b)</sup>	S/FD 0001–0002; 0003 <sup>c)</sup> ; 0004 <sup>c)</sup> , 0005–0006 S/FW 0001–0002; 0003 <sup>c)</sup> , 0004, 0005 <sup>c)</sup> and 0007 S/FE 0001–0004	[8; 30]
	farrowing and nursing area (sows with piglets)	20 <sup>b)</sup>	S/FG 0001–0002 <sup>c)</sup> and 0004 <sup>c)</sup> –0006	[8; 10; 30]
	piglet rearing	75 <sup>b)</sup>	S/FA 0001–0005; 0006 <sup>c)</sup> , 0007; 0008 <sup>c)</sup> –0009	[8; 10; 30]
	young sow rearing	50	like MS	[8; 10; 30]
<b>Poultry</b>	<b>Laying hen housing</b> small group housing, dung belt <sup>d)</sup>	30 <sup>b)</sup>	H/LH 0412	derived according to [2] and [30]
	floor husbandry with aviaries, dung belt <sup>d)</sup>	30 <sup>b)</sup>	H/LH 0211; 0221; 0231 <sup>c)</sup> ; 0241 <sup>c)</sup>	derived according to [2] and [30]
	floor husbandry	42	H/LH 0315; 0351; 0331 <sup>c)</sup> ; 0341 <sup>c)</sup> ; 0361 <sup>c)</sup>	derived according to [2] and [30]
	<b>Young hen rearing</b> all housing techniques	like laying hen housing	H/AZ 0001–0003	
	<b>Broiler fattening</b> floor husbandry	60	H/MH 0001–0002; 0003 <sup>c)</sup> ; 0004 <sup>c)</sup>	[31]
	<b>Duck rearing</b> floor husbandry	75 <sup>b)</sup>	E/AZ 0001	derived according to [10] and [30]
	<b>Duck fattening</b> floor husbandry	75 <sup>b)</sup>	E/EM 0001–0002	derived according to [10] and [30]
	<b>Turkey rearing</b> floor husbandry	32 <sup>b)</sup>	T/AZ 0001	derived according to [2] and [10]
	<b>Turkey fattening</b> floor husbandry	32 <sup>b)</sup>	T/PM 0001–0003; 0004 <sup>c)</sup> ; 0005 <sup>c)</sup> ; 0006	derived according to [2] and [10]
	<b>Cattle<sup>e)</sup></b>	<b>Dairy cattle and mother cow housing</b> all housing techniques (including calves up to 6 months)	12	R/MV 0001 – 0018, 0013 <sup>c)</sup> R/MK 0001 <sup>c)</sup> ; 0002 <sup>c)</sup> ; 0003–0004; 0005 <sup>c)</sup>
<b>Cattle rearing and fattening</b> cattle fattening		12	R/RM 0001–0005	[2; 8; 30]
young cattle housing (females)		12	R/JV 0001–0006; 0004 <sup>c)</sup>	[2; 8; 30]
calf rearing up to 6 months (separate housing)		12	R/KA 0001 <sup>c)</sup> ; 0002–0005; 0006 <sup>c)</sup> ; 0007–0008	[2; 8; 30]
calf fattening		30 <sup>b)</sup>	R/KM 0001–0003	[2; 30]
<b>Horses<sup>e)</sup></b>		<b>Horse housing</b>	10 <sup>b)</sup>	P/E 0003–0005; 0006–0007 <sup>c)</sup> P/G 0022–0024 und 0027–0028; 005–0026 <sup>c)</sup>
<b>Sheep</b>	<b>Sheep housing</b> buck	50 <sup>b)</sup>	not described in the national evaluation frame	derived according to [32]
	young animals and females	25 <sup>b)</sup>	not described in the national evaluation frame	
<b>Goats</b>	<b>Goat housing</b> buck	100 <sup>b)</sup>	not described in the national evaluation frame	derived according to [32]
	young animals and females	30 <sup>b)</sup>	not described in the national evaluation frame	

a) If facilities for the housing or rearing of farm animals differ significantly from the techniques described in the table, different emission factors can be used for calculation on a plausible basis (e.g. measurement reports, practical examinations).

b) studies for validation required

c) Housing techniques with a yard. This value applies only to the animal house without a yard.

d) so far, no studies on differentiation with regard to a ventilated/non-ventilated dung belt

e) Emission data only include times of husbandry in animal houses.

**Note:** Except for the indicated reduction measures, which are already included in the emission factors, no additional reduction measures can be quantified. Measures of ammonia emission reduction tend to contribute to the reduction of odor emissions. Constant relations, however, do not exist.

In allen eingestreuten Haltungssystemen können durch häufiges Nachstreuen (falls dieses möglich ist) die Geruchsstoffemissionen deutlich gesenkt werden.

Die Daten gelten für zwangsgelüftete Ställe, bei Rindern auch für frei gelüftete. Untersuchungen zu Ställen in Offenbauweise, z.B. Kistenställen mit getrennten Funktionsbereichen und Louisiana-Ställen, deuten darauf hin, dass diese bei freier Lage und in ausreichendem Abstand hinsichtlich der Geruchsstoffimmissionen vorteilhafter als zwangsgelüftete Ställe zu bewerten sind. In der Regel können die in den Tabellen angegebenen Werte für zwangsgelüftete Ställe auch für die tendenziell konservative Beurteilung von frei gelüfteten Haltungssystemen herangezogen werden.

Zu den Emissionen von diffusen, windabhängigen Quellen, wie Ausläufe, Fest- und Flüssigmistlager, Silagelagerstätten, liegen aufgrund messtechnischer Probleme kaum Daten vor. Abschätzungen auf der Grundlage von Hauben- oder Windtunnelmessungen sind unter anderem in der „Sächsischen Rinderrichtlinie“ veröffentlicht (siehe Tabelle 23).

Für Ausläufe sind keine Werte verfügbar. Es ist aber davon auszugehen, dass verschmutzte Ausläufe die emissionsrelevanten Flächen vergrößern und einen nicht unerheblichen Anteil an den Emissionen einer Stallanlage ausmachen können. Verschmutzungen lassen sich durch regelmäßiges Reinigen vermindern.

**6.1.2 Ammoniak**

Zur Abschätzung der Ammoniakemissionen werden in der Regel mittlere Emissionsraten pro Tierplatz und Jahr benutzt. Tabelle 24 fasst die aktuellen Konventionenwerte, die zum Teil in die TA Luft 2002 übernommen worden sind, sowie Daten aus neueren Veröffentlichungen zusammen [26; 27; 28; 47].

In all littered housing systems, frequent littering (if possible) allows odorant emissions to be significantly reduced.

The data apply to animal houses with forced ventilation and freely ventilated cattle houses. Studies on animal houses with an open design (e.g. kennel houses with separate functional areas and Louisiana houses) indicate that these houses are more advantageous with regard to odorant immission than animal houses with forced ventilation if they stand freely and if distances are sufficient. The values for animal houses with forced ventilation given in the tables can generally also be used for freely ventilated housing systems, which tend to be evaluated conservatively.

Due to measurement-technological problems, virtually no data are available on the emission of diffuse, wind-dependent sources, such as yards, solid and liquid manure stores, and silage storing facilities. Estimates based on hood or wind tunnel measurements are published in the “Saxonian cattle directives” and other publications (see Table 23).

For yards, no values are available. One must assume, however, that soiled yards increase the size of emission-relevant areas and can account for a not insignificant percentage of the emissions of an animal husbandry. Regular cleaning allows soiling to be reduced.

**6.1.2 Ammonia**

In general, mean emission rates per animal place and per year are used to estimate ammonia emissions. Table 24 lists the current conventional values, some of which have been taken over into the 2002 version of TA Luft as well as data from recent publications [26; 27; 28; 47].

Tabelle 23. Geruchsstoffemissionsfaktoren für verschiedene Flächenquellen (Konventionenwerte)

Art der Flächenquelle	Geruchsstoffemissionsfaktor <sup>a)</sup> in GE · s <sup>-1</sup> · m <sup>-2</sup>	Quelle/Anmerkungen
Futtersilage (Anschnittfläche)		
Mais	3	[33]
Gras	6	[33]
Flüssigmistaußenlager <sup>a)</sup> (offene Oberfläche)		
Schweinegülle	7	[34]
Rindergülle	3	[33]
Mischgülle	4	[33]
Festmistlager (Rinder, Schweine, Masthühner, Grundfläche)	3	[33]
Kotlager (TS > 55%)	7	[30]
Ausläufe	k. A.	

a) siehe Tabelle 19 bezüglich Minderungsmaßnahmen

k.A. keine Angaben

Table 23. Odorant emission factors for different area sources (conventional values)

Kind of area source	Odorant emission factor <sup>a)</sup> in $\text{GE} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$	Source/Comments
Feed silage (cut surface)		
Corn	3	[33]
Grass	6	[33]
Outdoor liquid manure store <sup>a)</sup> (open surface)		
Pig slurry	7	[34]
Cattle slurry	3	[33]
Mixed slurry	4	[33]
Solid manure store (cattle, pigs, fattening chickens, area)	3	[33]
Dung store (dry matter > 55%)	7	[30]
Yards	n. d.	

a) see Table 19 for reduction measures  
n.d. no data

Vielfach werden auch die Werte der niederländischen Ammoniak-Richtlinie [37] im Rahmen von Immissionsbeurteilungen benutzt, die zusammen mit der Beschreibung emissionsarmer Stallsysteme über das Internet abrufbar sind [29]. Es ist in jedem Fall zu prüfen, ob die beschriebenen Haltungsverfahren und deren Emissionswerte übertragbar sind.

Die Emissionsfaktoren repräsentieren konventionelle Haltungsverfahren ohne Berücksichtigung zusätzlicher emissionsmindernder Maßnahmen (siehe unten). Konventionelles Haltungsverfahren bedeutet beispielsweise bei Mastschweinen die Haltung in einem wärmedämmten und zwangsbelüfteten Stall in Kleingruppen mit 10 bis 15 Tieren pro Bucht ( $0,65 \text{ m}^2$  bis  $0,8 \text{ m}^2$  pro Tier) und einphasiger Fütterung mit durchgängig 19 % Rohproteingehalt im Futter.

Die Faktoren decken nicht alle Verfahren ab, die in der Praxis eine Rolle spielen und sind teilweise pauschalisiert. Beispielsweise gibt es für die verschiedenen Bereiche der Schweinezucht und die verschiedenen Produktionsverfahren für Mastgeflügel jeweils nur einen Emissionsfaktor ohne weitere Differenzierung der Haltungsstufen oder -verfahren.

Wie bei den Geruchsemissionen liegen zu den Emissionen von Flächenquellen kaum Daten vor (siehe Tabelle 25).

**Minderungsmaßnahmen Ammoniak**

Gegenüber den oben genannten Emissionsfaktoren für die Standardverfahren gibt es noch verschiedene zusätzliche Minderungsmaßnahmen für die Rinder- und Schweinehaltung. Für die Geflügelhaltung liegen über die in Tabelle 24 aufgeführten Minderungsmaßnahmen (z.B. Kotbandbelüftung) bisher kaum gesicherte Erkenntnisse vor. Die wichtigsten sind in

In many cases, the values of the Dutch ammonia directive [37] are used for immission evaluations. These data can be called up on the internet together with the description of low-emission animal housing systems [29]. It must be examined in any case whether the described housing techniques and their emission values can be applied in the individual case.

The emission factors represent conventional housing techniques without consideration of additional emission-reducing measures (see below). A conventional housing technique for fattening pigs, for example, means housing in a temperature-insulated animal house with forced ventilation in small groups of 10 to 15 animals per pen ( $0,65 \text{ m}^2$  to  $0,8 \text{ m}^2$  per animal) and single-phase feeding with a continuous crude protein content of 19 % in the feedstuff.

The factors do not cover all techniques which play a role in practice and are partially flat values. For the different areas of pig breeding and the different production techniques for fattening poultry, there is only one emission factor each without any further differentiation of the housing stages or techniques.

Like in the case of odorant emissions, virtually no data are available about the emissions of area sources (Table 25).

**Reduction measures for ammonia**

In addition to the above-mentioned emission factors for standard techniques, there are different other reduction measures for cattle and pig housing. For poultry housing, virtually no reliable information is available beyond the reduction measures (e.g. dung belt ventilation) listed in Table 24. The most important data are listed in Annex B, Table B1 and

Tabelle 24. Ammoniakemissionsfaktoren (Konventionenwerte) für verschiedene Tierarten, Produktionsrichtungen und Haltungsverfahren<sup>a)</sup>

Tierart	Produktionsrichtung Haltungsverfahren	Ammoniak- emissionsfaktor in kg · a <sup>-1</sup> · Tierplatz <sup>-1</sup>	Anwendbar für Verfahren gemäß Nationalem Bewertungsrahmen (Abschnitt 4 (ID-Nr.))	Quelle/ Anmerkungen
<b>Schweine</b>	<b>Schweinemast</b>			
	Zwangslüftung, Flüssigmistverfahren (Teil- oder Vollspaltenböden)	3,64	S/MS 0001–0003	TA Luft <sup>b)</sup>
	Zwangslüftung, Festmistverfahren	4,86	keine Verfahren im NBR beschrieben	TA Luft <sup>b)</sup>
	Außenklimastall, Flüssig- oder Festmist- verfahren (Kisten-/ Schrägbodenstall)	2,43	S/MS 0004; 0005; 0007 <sup>h)</sup>	TA Luft <sup>b)</sup>
	Außenklimastall, Tiefstreuverfahren	4,2	S/MS 0006	[28]
	<b>Ferkelerzeugung</b>			
	alle Bereiche und Haltungsverfahren (Zuchtsauen inkl. Ferkel bis 25 kg)	7,29	–	TA Luft <sup>b)</sup>
	Warte- und Deckbereich (Sauen)	4,8 <sup>c)</sup>	S/FW 0001–0002; 0003 <sup>h)</sup> ; 0004; 0005 <sup>a)</sup> ; 0007 S/FD 0001; 0002; 0003 <sup>a)</sup> ; 0004 <sup>a)</sup> ; 0005; 0006	abgeleitet <sup>d)</sup>
	Abferkel- und Säugebereich (Sauen inkl. Ferkel bis 10 kg)	8,3 <sup>c)</sup>	S/FG 0001–0002 <sup>a)</sup> ; 0004 <sup>a)</sup> –0006	abgeleitet <sup>d)</sup>
	Ferkelaufzucht	0,5 <sup>c)i)</sup>	S/FA 0001–0005; 0006 <sup>a)</sup> ; 0007; 0008 <sup>a)</sup> ; 0009	abgeleitet <sup>d)</sup>
Jungsauenaufzucht	3,64	wie MS		
<b>Geflügel</b>	<b>Legehennenhaltung</b>			
	Kleingruppenhaltung, unbelüftetes Kot- band, Entmistung einmal je Woche	0,150 <sup>c)</sup>	H/LH 0412 <sup>i)</sup>	[28]
	Kleingruppenhaltung, belüftetes Kotband, Entmistung einmal je Woche	0,040 <sup>c)</sup>	H/LH 0412 <sup>i)</sup>	[28]
	Bodenhaltung mit Volierengestellen, unbelüftetes Kotband, Kotabfuhr einmal je Woche	0,091	H/LH 0211; 0231 <sup>h)</sup> ; 0241 <sup>h)</sup>	[28] <sup>e)</sup>
	Bodenhaltung mit Volierengestellen, unbelüftetes Kotband, Kotabfuhr zweimal je Woche	0,056	H/LH 0211; 0231 <sup>h)</sup> ; 0241 <sup>h)</sup>	[28]
	Bodenhaltung mit Volierengestellen, belüftetes Kotband ((0,4–0,5) m <sup>3</sup> /(Tier · h) ohne Zuluftkonditionierung), Entmistung einmal je Woche	0,046	H/LH 0221	[28]
	Bodenhaltung, Kotgrube	0,3157	H/LH 0315; 0331 <sup>h)</sup> ; 0341 <sup>h)</sup> ; 0351; 0361 <sup>a)</sup>	TA Luft <sup>b)f)</sup>
	<b>Junghennenaufzucht (bis 18. Woche)</b>	70 % des jeweiligen Verfahrens der Legehennenhaltung	H/AZ 0001–0003	[28]
	<b>Hähnchenmast</b>			
	Bodenhaltung (bis 33 Tage)	0,035	H/MH 0001; 0002 <sup>h)</sup>	[28] <sup>f)</sup>
	Bodenhaltung (bis 42 Tage)	0,0486	H/MH 0003 <sup>h)</sup> ; 0004 <sup>i)</sup>	TA Luft <sup>b)f)</sup>
	<b>Enten</b>			
	Bodenhaltung Aufzucht	0,050	E/AZ 0001 und E/EM 0001–0002	abgeleitet <sup>g)</sup>
	Bodenhaltung Mast	0,1457		TA Luft <sup>b)</sup>
	<b>Puten</b>			
Bodenhaltung Aufzucht	0,150	T/PM 0001–0003; 0004 <sup>h)</sup> ; 0005 <sup>h)</sup> ; 0006 + T/AZ 0001	[35]	
Bodenhaltung Mast Hähne	0,680		[28]	
Bodenhaltung Mast Hennen	0,387		[28]	

Tabelle 24. Ammoniakemissionsfaktoren (Konventionswerte) für verschiedene Tierarten, Produktionsrichtungen und Haltungsverfahren<sup>a)</sup> (Fortsetzung)

Tierart	Produktionsrichtung Haltungsverfahren	Ammoniak- emissionsfaktor in kg · a <sup>-1</sup> · Tierplatz <sup>-1</sup>	Anwendbar für Verfahren gemäß Nationalem Bewertungsrahmen (Abschnitt 4 (ID-Nr.))	Quelle/ Anmerkungen
<b>Rinder</b>	<b>Milchviehhaltung/Mutterkuhhaltung<sup>k)</sup></b>			
	Anbindehaltung, Fest- oder Flüssigmistverfahren	4,86	R/MV 0001–0006	TA Luft <sup>b)</sup>
	Liegeboxenlaufstall, Fest- oder Flüssigmistverfahren	14,57	R/MV 0007–0012	TA Luft <sup>b)</sup>
	Laufstall, Tiefstreuverfahren	14,57	R/MV 0013 <sup>h)</sup> ; 0014; 0016–0017 R/MK 0001 <sup>a)</sup> ; 0002 <sup>a)</sup> ; 0003; 0005 <sup>a)</sup>	TA Luft <sup>b)</sup>
	Laufstall, Tretmistverfahren	15,79	R/MV 0015; 0018; R/MK 0004	TA Luft <sup>b)</sup>
	Kälberaufzucht bis 6 Monate (separate Aufstallung)	im Emissionsfaktor für die Milchvieh- haltung enthalten	R/KA 0001 <sup>a)</sup> ; 0002–0005; 0006 <sup>a)</sup> ; 0007–0008	[36]
	Kälbermast bis 6 Monate	k. A.	R/KM 0001–0003	siehe z. B. [37]
	<b>Rindermast, Jungrinderhaltung (0,5 bis 2 Jahre)</b>			
Anbindehaltung, Fest- oder Flüssigmistverfahren	2,43	keine Verfahren im NBR beschrieben	TA Luft <sup>b)</sup>	
Laufstall, Flüssigmistverfahren	3,04	R/RM 0001; 0003; 0005 R/JV 0001; 0003–0004 <sup>h)</sup> ; 0005	TA Luft <sup>b)</sup>	
Laufstall, Tretmistverfahren	3,64	keine Verfahren im NBR beschrieben	TA Luft <sup>b)</sup>	
<b>Pferde</b>	<b>Pferdehaltung</b>	k. A.	P/E 0003–0007; P/G 0022–0029	siehe z. B. [37]
<b>Schafe</b>	<b>Schafhaltung</b>	k. A.	keine Verfahren im NBR beschrieben	
<b>Ziegen</b>	<b>Ziegenhaltung</b>	k. A.	keine Verfahren im NBR beschrieben	

- a) Weichen Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren wesentlich in Bezug auf das Haltungsverfahren von den in der Tabelle genannten Verfahren ab, können auf der Grundlage plausibler Begründungen (z.B. Messberichte, Praxisuntersuchungen) abweichende Emissionsfaktoren zur Berechnung herangezogen werden.
- b) Emissionsfaktor übernommen aus [36] durch Umrechnung von Ammoniak-N auf Ammoniak
- c) Untersuchungen zur Validierung erforderlich
- d) abgeleitet aus TA Luft und [36] als gewichtetes Mittel entsprechend den Verhältnissen der Tierplätze in den einzelnen Zuchtbereichen
- e) Korrektur der TA-Luft-Zuordnung entsprechend [36]
- f) Wert gilt für den Stall einschließlich eines Kaltscharrums (falls vorhanden)
- g) abgeleitet aus dem Verhältnis der Tiermasse von Aufzucht- und Mastentern
- h) Haltungsverfahren mit Auslauf; Wert gilt nur für den Stall ohne Auslauf. Bei der Geflügelhaltung (Bodenhaltung, Bodenhaltung mit Volierengestellen) erhöht sich der Emissionsfaktor um 10 % [28].
- i) 3,5 Ferkelaufzuchtplätze pro produktiver Zuchtsau
- j) Grundsystem gleich, Unterscheidung durch belüftetes bzw. unbelüftetes Kotband
- k) geringere Emission je nach Zeitanteil der Weidehaltung
- l) Lagerung des Kots über die gesamte Haltungsperiode im Stall
- k. A. keine Angaben

Table 24. Ammonia emission factors (conventional values) for different animal species, branches of production, and housing techniques<sup>a)</sup>

Animal species	Branch of production Housing technique	Ammonia emission factor in kg·a <sup>-1</sup> ·animal place <sup>-1</sup>	Applicable for techniques according to the national evaluation frame (Section 4 (ID-No.))	Source/ comments
<b>Pigs</b>	<b>Pig fattening</b>			
	Forced ventilation, liquid manure technique (partially or fully slatted floors)	3,64	S/MS 0001–0003	TA Luft <sup>b)</sup>
	Forced ventilation, solid manure technique	4,86	no techniques described in the national evaluation frame	TA Luft <sup>b)</sup>
	Outdoor climate house, liquid or solid manure technique ((kennel housing, sloped floor housing)	2,43	S/MS 0004; 0005; 0007 <sup>h)</sup>	TA Luft <sup>b)</sup>
	Outdoor climate house, deep litter technique	4,2	S/MS 0006	[28]
	<b>Piglet production</b>			
	All areas and housing techniques (breeding sows including piglets up to 25 kg)	7,29	–	TA Luft <sup>b)</sup>
	Waiting and mating area (sows)	4,8 <sup>c)</sup>	S/FW 0001–0002; 0003 <sup>h)</sup> ; 0004; 0005 <sup>a)</sup> ; 0007 S/FD 0001; 0002; 0003 <sup>a)</sup> ; 0004 <sup>a)</sup> ; 0005; 0006	derived <sup>d)</sup>
	Farrowing and nursing area (sows including piglets up to 10 kg)	8,3 <sup>c)</sup>	S/FG 0001–0002 <sup>a)</sup> ; 0004 <sup>a)</sup> –0006	derived <sup>d)</sup>
Piglet rearing	0,5 <sup>c)</sup> <sup>i)</sup>	S/FA 0001–0005; 0006 <sup>a)</sup> ; 0007; 0008 <sup>a)</sup> ; 0009	derived <sup>d)</sup>	
Young sow rearing	3,64	like MS		
<b>Poultry</b>	<b>Laying hen housing</b>			
	Small group housing, non-ventilated dung belt, demanuring once per week	0,150 <sup>c)</sup>	H/LH 0412 <sup>j)</sup>	[28]
	Small group housing, ventilated dung belt, demanuring once per week	0,040 <sup>c)</sup>	H/LH 0412 <sup>j)</sup>	[28]
	Floor housing with aviaries, non-ventilated dung belt, dung removal once per week	0,091	H/LH 0211; 0231 <sup>h)</sup> ; 0241 <sup>h)</sup>	[28] <sup>e)</sup>
	Floor housing with aviaries, non-ventilated dung belt, dung removal twice per week	0,056	H/LH 0211; 0231 <sup>h)</sup> ; 0241 <sup>h)</sup>	[28]
	Floor housing with aviaries, ventilated dung belt ((0,4–0,5) m <sup>3</sup> /(animal·h) without fresh air conditioning), demanuring once per week	0,046	H/LH 0221	[28]
	Floor housing, dung pit	0,3157	H/LH 0315; 0331 <sup>h)</sup> ; 0341 <sup>h)</sup> ; 0351; 0361 <sup>a)</sup>	TA Luft <sup>b)</sup> <sup>f)</sup>
	<b>Young hen rearing (until the 18<sup>th</sup> week)</b>	70 % of the technique applied in laying hen housing	H/AZ 0001–0003	[28]
	<b>Broiler fattening</b>			
	Floor housing (up to 33 days)	0,035	H/MH 0001; 0002 <sup>h)</sup>	[28] <sup>f)</sup>
	Floor housing (up to 42 days)	0,0486	H/MH 0003 <sup>h)</sup> ; 0004 <sup>i)</sup>	TA Luft <sup>b)</sup> <sup>f)</sup>
	<b>Ducks</b>			
	Floor housing rearing	0,050	E/AZ 0001 and	derived <sup>g)</sup>
	Floor housing fattening	0,1457	E/EM 0001–0002	TA Luft <sup>b)</sup>
	<b>Turkeys</b>			
Floor housing rearing	0,150	T/PM 0001–0003; 0004 <sup>h)</sup> ;	[35]	
Floor housing turkey cock fattening	0,680	0005 <sup>h)</sup> ; 0006 + T/AZ 0001	[28]	
Floor housing turkey hen fattening	0,387		[28]	

Table 24. Ammonia emission factors (conventional values) for different animal species, branches of production, and housing techniques<sup>a)</sup> (continued)

Animal species	Branch of production Housing technique	Ammonia emission factor in kg·a <sup>-1</sup> ·animal place <sup>-1</sup>	Applicable for techniques according to the national evaluation frame (Section 4 (ID-No.))	Source/ comments
<b>Cattle</b>	<b>Dairy cattle housing/mother cow housing<sup>k)</sup></b>			
	Tethered housing, solid or liquid manure technique	4,86	R/MV 0001–0006	TA Luft <sup>b)</sup>
	Lying box loose house, solid or liquid manure technique	14,57	R/MV 0007–0012	TA Luft <sup>b)</sup>
	Loose house, deep litter technique	14,57	R/MV 0013 <sup>h)</sup> ; 0014; 0016–0017 R/MK 0001 <sup>a)</sup> ; 0002 <sup>a)</sup> ; 0003; 0005 <sup>a)</sup>	TA Luft <sup>b)</sup>
	Loose house, sloped floor housing	15,79	R/MV 0015; 0018; R/MK 0004	TA Luft <sup>b)</sup>
	Calf rearing up to an age of 6 months (separate housing)	included in the emission factor for dairy cattle housing	R/KA 0001 <sup>a)</sup> ; 0002–0005; 0006 <sup>a)</sup> ; 0007–0008	[36]
	Calf fattening up to an age of 6 months	n.d..	R/KM 0001–0003	see, for example [37]
	<b>Cattle fattening, young cattle housing (0,5 to 2 years)</b>			
	Tethered housing, solid or liquid manure technique	2,43	no techniques described in the national evaluation frame	TA Luft <sup>b)</sup>
Loose house, liquid manure technique	3,04	R/RM 0001; 0003; 0005 R/JV 0001; 0003–0004 <sup>h)</sup> ; 0005	TA Luft <sup>b)</sup>	
Loose house, sloped floor housing	3,64	no techniques described in the national evaluation frame	TA Luft <sup>b)</sup>	
<b>Horses</b>	<b>Horse housing</b>	n. d.	P/E 0003–0007; P/G 0022–0029	see, for example [37]
<b>Sheep</b>	<b>Sheep housing</b>	n. d.	no techniques described in the national evaluation frame	
<b>Goats</b>	<b>Goat housing</b>	n. d.	no techniques described in the national evaluation frame	

a) If facilities for the housing or rearing of farm animals differ considerably from the techniques listed in the table with regard to the housing technique, different emission factors based on plausible data (e.g. measurement reports, practical studies) can be used for calculation

b) emission factor taken over from [36] by converting ammonia-N into ammonia

c) validation studies required

d) derived according to TA Luft and [36] as a weighted average based on the ratios of animal places in the individual breeding areas

e) correction of TA Luft according to [36]

f) Value applies to the stable, including wintergarden (if available).

g) derived from the ratio of the mass of raising and fattening ducks

h) Housing techniques with a yard; this value only applies to the animal house without the yard [28].

i) 3,5 piglet places per productive breeding sow

j) basic system identical, different feature: ventilated/non-ventilated dung belt

k) lower emission depending on the amount of time spent on the pasture

l) storage of dung throughout the accounting period in the barn

n.d. no data

Tabelle 25. Ammoniakemissionsfaktoren (Konventionenwerte) für verschiedene Flächenquellen

Art der Flächenquelle	Ammoniakemissionsfaktor in $g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$	Quelle/Anmerkungen
Flüssigmistlager (offene Oberfläche)		
Schweinegülle	10 <sup>a)</sup>	[38]
Rindergülle	6 <sup>a)</sup>	[38]
Festmistlager (Grundfläche)	5 <sup>a)</sup>	[39]
Laufhof (Milchvieh)	8 <sup>a)</sup>	abgeleitet nach [40] und [41]
Kotlager	k.A.	

a) abgeleitet aus der Literatur, Validierung erforderlich

k.A. keine Angaben

Tabelle 25. Ammonia emission factors (conventional values) for different area sources

Type of area source	Ammonia emission factor in $g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$	Source/comments
Liquid manure store (open surface)		
Pig slurry	10 <sup>a)</sup>	[38]
Cattle slurry	6 <sup>a)</sup>	[38]
Solid manure store (area)	5 <sup>a)</sup>	[39]
Cattle yard (dairy cattle)	8 <sup>a)</sup>	derived acc. to [40] and [41]
Dung store	n.d.	

a) derived from the literature, validation required

n.d. no data

Anhang B, Tabelle B1 und Tabelle B2 zusammengestellt und können bei der Festlegung der Emissionsfaktoren berücksichtigt werden. Kommen mehrere emissionsmindernde Maßnahmen gleichzeitig zur Anwendung, ist nicht davon auszugehen, dass sich die Minderungspotenziale dieser Einzeleffekte in voller Höhe kumulieren.

### 6.1.3 Staub

Die meisten der im Bereich der Landwirtschaft vorliegenden Daten zu Staub beziehen sich auf die einatembare Fraktion (Tabelle 26). Sie werden zu meist dem Gesamtstaub gleichgesetzt, wodurch ein deutlicher Fehler in Kauf genommen wird, da die Abscheidung für Partikel > 100 µm nur bei 50 % liegt und die Massenkonzentration in erster Linie aber von den großen Partikeln bestimmt wird.

Nur wenige Untersuchungen liegen zur PM<sub>10</sub>-Konzentration in der Nutztierhaltung vor. Hilfsweise kann der PM<sub>10</sub>-Anteil am Gesamtstaub mit sogenannten Konvertierungsfaktoren, die aus einigen (wenigen) Messungen abgeleitet wurden, abgeschätzt werden (Tabelle 26). Die aufgeführten Daten sind als Vorschlag zu verstehen, die zugrunde gelegten Messverfahren sind aus der Primärliteratur oftmals nicht eindeutig abzuleiten.

Table B2, and can be considered in the determination of the emission factors. If several emission-reducing measures are applied at the same time, one cannot assume that the reduction potential of these individual effects fully accumulates.

### 6.1.3 Dust

Most data about dust in agriculture cover the fraction which can be breathed in (Table 26). These data are generally equated with total dust quantity, which means that a considerable error is tolerated because only 50 % of the particles > 100 µm are separated while mass concentration is primarily determined by the large particles.

Only few studies on PM<sub>10</sub>-concentration in farm animal housing are available. In a simplified calculation, the PM<sub>10</sub>-share in the total dust can be estimated based on so-called conversion factors derived from some (few) measurements (Table 26). The listed data must be understood as a proposal. The measuring techniques used often cannot be clearly derived from the primary literature.

Tabelle 26. Emissionsfaktoren für Gesamtstaub und den PM<sub>10</sub>-Anteil am Gesamtstaub für verschiedene Tierarten, Produktionsrichtungen und Haltungsverfahren (Konventionswerte)<sup>a)</sup>

Tierart	Produktionsrichtung Haltungsverfahren	Emissionsfaktor für Gesamtstaub in kg · a <sup>-1</sup> · Tierplatz <sup>-1</sup>	PM <sub>10</sub> - Anteil am Gesamt- staub	Anwendbar für Verfahren gemäß Nationalem Bewertungsrahmen (Abschnitt 4 (ID-Nr.))	Quelle/Anmerkungen
<b>Schweine</b>	<b>Schweinemast</b>		40 %		
	Festmistverfahren	0,8		S/MS 0005–0007	abgeleitet nach [42] in [43]
	Flüssigmistverfahren	0,6		S/MS 0001–0004; 0008	abgeleitet nach [42] in [43]
	<b>Ferkelerzeugung</b>				
	alle Bereiche (Zucht- sauen inkl. Ferkel bis 25 kg), Festmistverfahren	2,0		S/FW 0003–0005; 0006 S/FD 0004; 0006 S/FG 0002; 0004; 0006 S/FE 0002	abgeleitet nach [42] in [43]
	alle Bereiche (Zucht- sauen inkl. Ferkel bis 25 kg), Flüssigmistverfahren	0,4		S/FW 0001–0002; 0004; 0007 S/FD 0001–0003; 0005 S/FG 0001; 0005 S/FE 0001; 0003–0004	abgeleitet nach [42] in [43]
	Ferkelaufzucht (8 kg bis 25 kg), Flüssigmistverfahren	0,2		S/FA 0001–0004; 0009	abgeleitet nach [42] in [43]
	Jungsaufzucht	0,6		wie MS	abgeleitet nach [42] in [43]
<b>Geflügel</b>	<b>Legehennenhaltung</b>				
	Kleingruppenhaltung	0,1	40 %	H/LH 0412	
	Bodenhaltung mit Volierengestellen, freier Zugang zum Scharraum	0,26	60 %	H/LH 0211; 0221; 0231; 0241 <sup>b)</sup>	[35]
	Bodenhaltung mit Volierengestellen, Zugang zum Schar- raum nur über untere Volierebene	0,065	60 %	H/LH 0211; 0221; 0231; 0241 <sup>b)</sup>	[35]
	Bodenhaltung, Kotbunker	0,235	50 %	H/LH 0315; 0321; 0331; 0341; 0351; 0361	[35]
	<b>Junghennenaufzucht</b>				
	alle Haltungsverfahren	ca. 50 % der Legehennen- haltung	wie Lege- hennen- haltung	H/AZ 0001–0003	
	<b>Hähnchenmast</b>				
	Bodenhaltung	0,03	50 %	H/MH 0001–0004	abgeleitet nach [42] in [43]
	<b>Enten</b>				
	Aufzucht, Bodenhaltung	0,01	k. A.	E/AZ 0001	abgeleitet nach [44] in [43]
	Mast, Bodenhaltung	0,04		E/EM 0001–0002	abgeleitet nach [44] in [43]
	<b>Puten</b>				
	Aufzucht, Bodenhaltung	0,07	30 %	T/AZ 0001	abgeleitet nach [45] in [43]
Mast Hennen, Bodenhaltung	0,3	T/PM 0001–0006		abgeleitet nach [45] in [43]	
Mast Hähne, Bodenhaltung	0,8	T/PM 0001–0006		abgeleitet nach [45] in [43]	
Mast Hennen/Hähne gemischt, Boden- haltung	0,7	T/PM 0001–0006		abgeleitet nach [45] in [43]	

Tabelle 26. Emissionsfaktoren für Gesamtstaub und den PM<sub>10</sub>-Anteil am Gesamtstaub für verschiedene Tierarten, Produktionsrichtungen und Haltungsverfahren (Konventionswerte)<sup>a)</sup> (Fortsetzung)

Tierart	Produktionsrichtung Haltungsverfahren	Emissionsfaktor für Gesamtstaub in kg · a <sup>-1</sup> · Tierplatz <sup>-1</sup>	PM <sub>10</sub> - Anteil am Gesamt- staub	Anwendbar für Verfahren gemäß Nationalem Bewertungsrahmen (Abschnitt 4 (ID-Nr.))	Quelle/Anmerkungen	
<b>Rinder</b>	<b>Milchviehhaltung/ Mutterkuhhaltung</b>		30 %			
	Festmistverfahren	1,3		R/MV 0002; 0003; 0005; 0006; 0013–0018 R/MK 0001–0005	[46]	
	Flüssigmistverfahren	0,6		R/MV 0001; 0004; 0007–0012	[46]	
	<b>Rindermast</b>					
	Festmistverfahren	0,8		R/RM 0002–0004	abgeleitet nach [42] in [43]	
	Flüssigmistverfahren	0,7		R/RM 0001; 0005	abgeleitet nach [42] in [43]	
	<b>Jungrinderhaltung (weibl.)</b>					
	Festmistverfahren	0,7		R/JV 0002; 0006	abgeleitet nach [42]	
	Flüssigmistverfahren	0,4		R/JV 0001; 0003–0005	abgeleitet nach [42]	
	<b>Kälber</b>					
	Festmistverfahren	0,3		R/KM 0002–0003	abgeleitet nach [42]	
	Flüssigmistverfahren	0,2		R/KM 0001	abgeleitet nach [42]	
<b>Pferde</b>	<b>Pferdehaltung</b>	k. A.	k. A.			
<b>Schafe</b>	<b>Schafhaltung</b>	k. A.	k. A.			
<b>Ziegen</b>	<b>Ziegenhaltung</b>	k. A.	k. A.			

a) Validierung der Werte erforderlich. Weichen Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren wesentlich in Bezug auf das Haltungsverfahren von den in der Tabelle genannten Verfahren ab, können auf der Grundlage plausibler Begründungen (z.B. Messberichte, Praxisuntersuchungen) abweichende Emissionsfaktoren zur Berechnung herangezogen werden.

b) Grundsysteme gleich; Zugang zum Scharraum unterschiedlich möglich

k. A. keine Angaben

Table 26. Emission factors for total dust and the PM<sub>10</sub>-share in the total dust quantity for different animal species, branches of production, and housing techniques (conventional values)<sup>a)</sup>

Animal species	Branch of production Housing technique	Emission factor for total dust in kg · a <sup>-1</sup> · animal place <sup>-1</sup>	PM <sub>10</sub> - share in the total dust content	Applicable for techniques according to the national evaluation frame (Section 4 (ID-No.))	Source/comments
<b>Pigs</b>	<b>Pig fattening</b>		40 %		
	solid manure technique	0,8		S/MS 0005–0007	derived according to [42] in [43]
	liquid manure technique	0,6		S/MS 0001–0004; 0008	derived according to [42] in [43]
	<b>Piglet production</b>				
	all areas (breeding sows including piglets up to 25 kg), solid manure technique	2,0		S/FW 0003–0005; 0006 S/FD 0004; 0006 S/FG 0002; 0004; 0006 S/FE 0002	derived according to [42] in [43]
	all areas (breeding sows including piglets up to 25 kg), liquid manure technique	0,4		S/FW 0001–0002; 0004; 0007 S/FD 0001–0003; 0005 S/FG 0001; 0005 S/FE 0001; 0003–0004	derived according to [42] in [43]

Table 26. Emission factors for total dust and the PM<sub>10</sub>-share in the total dust quantity for different animal species, branches of production, and housing techniques (conventional values)<sup>a)</sup> (continued)

Animal species	Branch of production Housing technique	Emission factor for total dust in kg · a <sup>-1</sup> · animal place <sup>-1</sup>	PM <sub>10</sub> -share in the total dust content	Applicable for techniques according to the national evaluation frame (Section 4 (ID-No.))	Source/comments
<b>Pigs</b>	piglet rearing (8 kg to 25 kg), liquid manure technique	0,2	40 %	S/FA 0001–0004; 0009	derived according to [42] in [43]
	young sow rearing	0,6		like MS	derived according to [42] in [43]
<b>Poultry</b>	<b>Laying hen housing</b>				
	small group housing	0,1	40 %	H/LH 0412	
	floor husbandry with aviaries, free access to the wintergarden	0,26	60 %	H/LH 0211; 0221; 0231; 0241 <sup>b)</sup>	[35]
	floor husbandry with aviaries, access to the wintergarden only via the lower aviary level	0,065	60 %	H/LH 0211; 0221; 0231; 0241 <sup>b)</sup>	[35]
	floor husbandry, dung bunker	0,235	50 %	H/LH 0315; 0321; 0331; 0341; 0351; 0361	[35]
	<b>Young hen rearing</b>				
	all housing techniques	ca. 50 % of laying hen houses	like laying hen housing	H/AZ 0001–0003	
	<b>Broiler fattening</b>				
	floor husbandry	0,03	50 %	H/MH 0001–0004	derived according to [42] in [43]
	<b>Ducks</b>				
	rearing, floor husbandry	0,01	n. d.	E/AZ 0001	derived according to [44] in [43]
	fattening, floor husbandry	0,04		E/EM 0001–0002	derived according to [44] in [43]
	<b>Turkeys</b>				
	rearing, floor husbandry	0,07	n. d.	T/AZ 0001	derived according to [45] in [43]
	hen fattening, floor husbandry	0,3		T/PM 0001–0006	derived according to [45] in [43]
broiler fattening, floor husbandry	0,8	T/PM 0001–0006		derived according to [45] in [43]	
mixed hen/broiler fattening, floor husbandry	0,7	T/PM 0001–0006		derived according to [45] in [43]	

Table 26. Emission factors for total dust and the PM<sub>10</sub>-share in the total dust quantity for different animal species, branches of production, and housing techniques (conventional values)<sup>a)</sup> (continued)

Animal species	Branch of production Housing technique	Emission factor for total dust in kg · a <sup>-1</sup> · animal place <sup>-1</sup>	PM <sub>10</sub> -share in the total dust content	Applicable for techniques according to the national evaluation frame (Section 4 (ID-No.))	Source/comments
<b>Cattle</b>	<b>Dairy cattle housing/ mother cow housing</b>		30 %		
	solid manure technique	1,3		R/MV 0002; 0003; 0005; 0006; 0013–0018 R/MK 0001–0005	[46]
	liquid manure technique	0,6		R/MV 0001; 0004; 0007–0012	[46]
	<b>Cattle fattening</b>				
	solid manure technique	0,8		R/RM 0002–0004	derived according to [42] in [43]
	liquid manure technique	0,7		R/RM 0001; 0005	derived according to [42] in [43]
	<b>Young cattle housing (females)</b>				
	Solid manure technique	0,7		R/JV 0002; 0006	derived according to [42]
	Liquid manure technique	0,4		R/JV 0001; 0003–0005	derived according to [42]
	<b>Calves</b>				
	Solid manure technique	0,3		R/KM 0002–0003	derived according to [42]
	Liquid manure technique	0,2		R/KM 0001	derived according to [42]
<b>Horses</b>	<b>Horse housing</b>	n. d.	n. d.		
<b>Sheep</b>	<b>Sheep housing</b>	n. d.	n. d.		
<b>Goats</b>	<b>Goat housing</b>	n. d.	n. d.		

a) Validation of the values required. If facilities for the housing or rearing of farm animals differ considerably from the techniques listed in the table with regard to the housing technique, different emission factors based on plausible data (e.g. measurement reports, practical studies) can be used for calculation.

b) same basic systems; different access to the wintergarden possible

n. d. no data

## 6.2 Sonstige Emissionen

Für andere Emissionen, z.B. Methan, Lachgas, Schwefelwasserstoff, liegen derzeit nur wenige belastbare Daten vor.

## 6.2 Other emissions

For other emissions (e.g. methane, laughing gas, hydrogen sulphide), currently only few reliable data are available.

**Anhang A Großvieheinheiten-Schlüssel  
(GV-Schlüssel)**

Zur Berechnung der Tierlebensmasse in GV gibt Tabelle A1 Standardwerte vor, die in Abhängigkeit von Produktionsverfahren und Rasse abweichen können. Bei der Schweinehaltung beziehen sich die

**Annex A Livestock unit key (LU key)**

Table A1 shows standard values for the calculation of live animal mass in LU, which can vary depending on production technique and race. In pig husbandry, the values are based on live animal mass or final fat-

Tabelle A1. Standardwerte für die Tierlebensmasse

<b>Tierart</b> Produktionsrichtung	<b>Mittlere Tierlebensmasse</b> in GV/Tier <sup>a)</sup>
<b>Schwein</b>	
Mastschweine (25 kg bis 110 kg)	0,13
Mastschweine (25 kg bis 115 kg)	0,14
Mastschweine (25 kg bis 120 kg)	0,15
Niedertragende und leere Sauen, Eber (150 kg)	0,30
Sauen mit Ferkeln (bis 10 kg)	0,40
Sauen mit Ferkeln (bis 14 kg)	0,45
Sauen mit Ferkeln (bis 18 kg)	0,50
Aufzuchtferkel (bis 15 kg)	0,02
Aufzuchtferkel (bis 25 kg)	0,03
Aufzuchtferkel (bis 30 kg)	0,04
Jungsauen (bis 90 kg)	0,12
<b>Geflügel</b>	
Legehennen	0,0034
Junghennenaufzucht (bis 18. Woche)	0,0014
Masthähnchen (bis 35 Tage)	0,0015
Masthähnchen (bis 42 Tage)	0,0020
Masthähnchen (bis 49 Tage)	0,0024
Entenaufzucht (Pekingenten)	0,0013
Entenmast (Pekingenten)	0,0038
Flugentenaufzucht	0,0012
Flugentenmast	0,0050
Truthühneraufzucht	0,0022
Truthühnermast, Hennen	0,0125
Truthühnermast, Hähne	0,0222
Truthühnermast, gemischtgeschlechtlich	0,016
<b>Rind</b>	
Kühe und Rinder (über 2 Jahre)	1,2
Weibliche Rinder (1 bis 2 Jahre)	0,6
Männliche Rinder (1 bis 2 Jahre)	0,7
Weibliche Rinder (0,5 bis 1 Jahr)	0,4
Männliche Rinder (0,5 bis 1 Jahr)	0,5
Kälberaufzucht (bis 6 Monate)	0,19
Mastkälber (bis 6 Monate)	0,3
<b>Pferde</b>	
über 3 Jahre	1,1
bis 3 Jahre	0,7
Ponys und Kleinpferde	0,7

<sup>a)</sup> Für Produktionsverfahren, die wesentlich von den in dieser Tabelle genannten Haltungsverfahren abweichen, kann die mittlere Einzeltiermasse (in GV/Tier) im Einzelfall festgelegt werden. Dies ist beispielsweise mit der Online-Kalkulation des KTBL im Internet (<http://daten.ktbl.de/gvrechener/gvHome.do;jsessionid=26FF99505466EAB9607D9529655A4C03#start>) möglich.

Table A1. Standard values for live animal mass

Animal species Branch of production	Average live animal mass in LU/animal <sup>a)</sup>
<b>Pig</b>	
Fattening pigs (25 kg to 110 kg)	0,13
Fattening pigs (25 kg to 115 kg)	0,14
Fattening pigs (25 kg to 120 kg)	0,15
Early-pregnant and non-pregnant sows, boars (150 kg)	0,30
Sows with piglets (up to 10 kg)	0,40
Sows with piglets (up to 14 kg)	0,45
Sows with piglets (up to 18 kg)	0,50
Rearing piglets (up to 15 kg)	0,02
Rearing piglets (up to 25 kg)	0,03
Rearing piglets (up to 30 kg)	0,04
Young sows (up to 90 kg)	0,12
<b>Poultry</b>	
Laying hens	0,0034
Young hen rearing (until the 18 <sup>th</sup> week)	0,0014
Fattening broilers (up to 35 days)	0,0015
Fattening broilers (up to 42 days)	0,0020
Fattening broilers (up to 49 days)	0,0024
Duck rearing (Pekin ducks)	0,0013
Duck fattening (Pekin ducks)	0,0038
Flying duck rearing	0,0012
Flying duck fattening	0,0050
Turkey rearing	0,0022
Turkey fattening, hens	0,0125
Turkey fattening, cocks	0,0222
Turkey fattening (mixed males and females)	0,016
<b>Cattle</b>	
Cows and cattle (above 2 years)	1,2
Female cattle (1 to 2 years)	0,6
Male cattle (1 to 2 years)	0,7
Female cattle (0,5 to 1 year)	0,4
Male cattle (0,5 to 1 year)	0,5
Calf rearing (up to 6 months)	0,19
Fattening calves (up to 6 months)	0,3
<b>Horses</b>	
above 3 years	1,1
up to 3 years	0,7
Ponies and small horses	0,7

a) For production techniques which differ considerably from the housing techniques listed in this table, the mean individual animal mass (in LU/animal) can be determined individually. This is possible with the aid of the KTBL online calculation system on the internet, for example (<http://daten.ktbl.de/gvrechner/gvHome.do;jsessionid=26FF99505466EAB9607D9529655A4C03#start>).

Werte auf die Tierlebensmasse bzw. die Mastendmasse<sup>2)</sup>, bei Geflügel, Rindern und Pferden auf das Tieralter.

tening mass<sup>2)</sup>. In poultry, cattle, and horse husbandry, the age of the animals is decisive.

<sup>2)</sup> Die Mastendmasse ist als die Endmasse zu definieren, die sich im Durchschnitt in einer Bucht/Gruppe ergibt. Das heißt beispielsweise bei Mastschweinen, dass in einer Gruppe (Rein-Raus-Verfahren) ein Teil der Tiere schwerer als die angegebene Endmasse von z.B. 110 kg sein kann.

<sup>2)</sup> The final fattening mass is defined as the final mass reached by the average of a pen/group. For fattening pigs, for example, this means that some animals in a group (all-in all-out management) can be heavier than the indicated final mass of 110 kg, for example.

**Anhang B Minderungspotenziale**

Tabelle B1. Emissionsminderungsmaßnahmen Schweine [28]

Maßnahme	Reduktionspotenzial	Anmerkungen
Referenz: Einphasenfütterung mit 18 % Rohproteingehalt (RP) Rohprotein-angepasste Fütterung durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasenfütterung (2 Phasen)</li> <li>• Mehrphasenfütterung (3 bis 4 Phasen)</li> <li>• Multiphasenfütterung</li> </ul>	bis 10 %  bis 20 %  bis 40 %	Anpassung von Vor- auf Hauptmast (von 18 % auf 15 % RP)  Anpassung in mehrwöchigen Abständen (von 18 % auf 13 % RP), Ausgleich essentieller Aminosäuren (Lysin, Methionin)  tägliche Anpassung (von 18 % auf 13 % RP); Ausgleich essentieller Aminosäuren (Lysin, Methionin)
Zuluftkühlung	10 %	u. a. durch Einsatz eines Erdwärmetauschers; in Abhängigkeit von Standort und $\Delta T$ ; nur im Sommer bei einer Außenlufttemperatur von über 25 °C
Reduzierung der emittierenden Oberfläche/ Bodengestaltung	10 % (nur bei Aufzuchtferkeln)	funktioniert nur in der Ferkelaufzucht; z. B. plan befestigter, konvexer bzw. geneigter Boden mit Harnrinnen oder anderen Ableitungseinrichtungen, Trennung der Funktionsbereiche
Futterzusätze/Futterkomponenten z. B. zur <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung des pH-Werts im Urin</li> <li>• Verbesserung der N-Ausnutzung</li> </ul>	Reduktionspotenzial nicht festlegbar	mit Zusatzkosten verbunden EU-rechtliche Vorgaben zur Zugabe in Futtermitteln müssen gewährleistet sein.
Säurezugabe Flüssigmist	Reduktionspotenzial ist im Einzelfall nachzuweisen.	hohe Kosten, Risiken bei der Handhabung, Korrosion möglich
Optimierung der Luftführung im Stall	Reduktionspotenzial ist im Einzelfall nachzuweisen.	Minimierung der Konzentrationsgradienten im bodennahen Bereich des Stalls
Lagerungsdauer der Gülle Mastschweine Referenz: Lagerdauer über eine Mastperiode Maßnahme: Güllekanäle ein- bis zweimal innerhalb der Mastperiode entleeren	Reduktionspotenzial ist im Einzelfall nachzuweisen.	Die emissionsmindernde Wirkung ist nicht immer nachweisbar bzw. unzureichend nachgewiesen; technischer Aufwand, höhere Arbeitskosten.

Tabelle B2. Emissionsminderungsmaßnahmen Milchvieh/Rinderställe [47]

Maßnahme	Reduktionspotenzial	Anmerkungen
Bedarfsgerechte Fütterung <ul style="list-style-type: none"> <li>• nach nXP-Bedarf füttern</li> <li>• positive ruminale Stickstoffbilanz (RNB) bei Grasprodukten etc. ausgleichen</li> <li>• mikrobielle Stickstoff-Ausnutzung verbessern</li> <li>• Start in die Laktation optimieren</li> <li>• Energieversorgung der Mikroben verbessern</li> <li>• Synchronisation von Energie und Protein</li> <li>• Einsatz „geschützter“ Proteine</li> </ul>	bis 25 %	gut kontrollierbar durch Harnstoffgehalt in der Milch  Die Minderungsmöglichkeiten sind bei niedriger Proteinversorgung aus der Grundration (Maissilage, Pressschnitzsilage etc.) geringer.
Bauliche Ausführung der Laufflächen	bis 20 %	plan befestigt mit 3% Gefälle zur Gangmitte und einer Rinne am tiefsten Punkt zur Harnableitung  plan befestigter Boden mit Rinnen und Löchern zum darunter liegenden Flüssigmistkanal, kammartiger Schrapper, dadurch schnelle Trennung von Kot und Harn, mehrmaliges Abschieben am Tag

Tabelle B2. Emissionsminderungsmaßnahmen Milchvieh/Rinderställe [47] (Fortsetzung)

Maßnahme	Reduktionspotenzial	Anmerkungen
Weide	bis 15 %	nur bei mind. 6 h Weidehaltung am Tag Stall weiterhin Emissionsquelle führt insgesamt zu geringeren Ammoniakemissionen, Verlagerung von N auf Weide ausreichende Flächen zur Verfügung stellen
Spülen der Laufflächen mit Wasser	bis 20 %	ungünstige Einstufung aufgrund hohen Wasserver- brauchs, höhere Kosten auch bei Lagerung und Aus- bringung, Wassereinsatz auf max. $20 \ell \cdot \text{TP}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ begrenzen
Säurezusätze zu Flüssigmist	bis 40 %	hohe Kosten bei Zugabe von organischen Säuren anorganische Säuren: erhöhte Risiken bei Handha- bung, Korrosion, erhöhte Kosten
Anwendung von Ureaseinhibitoren	Reduktionspotenzial ist im Einzelfall nachzuweisen.	Minderungspotenzial vorhanden; technische Umset- zung in die Praxis noch nicht eingeführt, Verteilung noch in der Entwicklung; Kosten derzeit noch sehr hoch gesundheits-/umwelttechnisch geprüft

**Annex B Reduction potential**

Table B1. Emission reduction measures for pigs [28]

Measure	Reduction potential	Comments
Reference: single-phase feeding with 18 % crude protein (CP) Crude-protein-adapted feeding by means of: <ul style="list-style-type: none"> <li>• phase feeding (2 phases)</li> <li>• multiple-phase feeding (3 to 4 phases)</li> <li>• multiple-phase feeding plus amino acid compensation</li> </ul>	<p>up to 10 %</p> <p>up to 20 %</p> <p>up to 40 %</p>	<p>adaptation between pre- and main fattening (from 18 % to 15 % CP)</p> <p>adaptation in intervals of several weeks (from 18 % to 13 % CP)</p> <p>daily adaptation; essential amino acid compensation (from 18 % to 13 % CP)</p>
Fresh air cooling	10 %	realized with the aid of a geothermal heat exchanger; dependent on the location and $\Delta T$ ; only in the summer at an outdoor temperature of more than 25 °C
Reduction of the emitting surface/floor design	10 % (only for rearing piglets)	works only in piglet rearing; e.g. level concrete, convex or sloped floor with urine channels or other draining systems, separation of functional areas
Feed additives/feed components, e.g. for <ul style="list-style-type: none"> <li>• reduction of the pH-value in the urine,</li> <li>• improvement of N-utilization</li> </ul>	Reduction potential cannot be determined.	requires additional expenses EU regulations for feed additives must be observed.
Addition of acid to liquid manure	Reduction potential must be proven in the individual case.	high costs, risky handling, potential corrosion
Optimization of air conduction in the animal house	Reduction potential must be proven in the individual case.	minimization of the concentration gradient close to the animal house floor
Storage duration of slurry Fattening pigs Reference: storage period one fattening period Required measures: emptying of the slurry channels once or twice within a fattening period	Reduction potential must be proven in the individual case.	The emission-reducing effect cannot always be proven or is proven insufficiently; technically complex, higher labor expenses.

Table B2. Emission reduction measures in dairy cattle/cattle housing [47]

Measure	Reduction potential	Comments
Demand-oriented feeding <ul style="list-style-type: none"> <li>• feed according to nXP-demand,</li> <li>• positive ruminal nitrogen balance (RNB) be neutralized when grass products, etc. are used as feed</li> <li>• improvement of microbial nitrogen utilization</li> <li>• optimized start into the lactation period</li> <li>• improvement of the energy supply of the microbes</li> <li>• synchronization of energy and protein</li> <li>• use of "protected" protein</li> </ul>	up to 25 %	well controllable using the urea content in the milk  If protein supply from the basic ration (corn silage, pressed silage, etc.) is low, the reduction potential is smaller.
Constructional design of the activity areas	up to 20 %	level concrete with a slope of 3 % towards the center of the aisle and a channel at the lowest point for urine drainage groove floor system, dung removal several times per day

Table B2. Emission reduction measures in dairy cattle/cattle housing [47] (continued)

Measure	Reduction potential	Comments
Pasture	up to 15 %	minimum requirement: 6 h of grazing The animal house remains a source of emissions. total N-emissions decrease, N-discharge shifts to the pasture The available area must be sufficient.
Rinsing of the activity areas with water	up to 20 %	unfavorable classification due to high water consumption, higher costs even in the case of storage and spreading, water consumption must be limited to a maximum of 20 l · animal place <sup>-1</sup> · d <sup>-1</sup>
Addition of acid to liquid manure	up to 40 %	high costs if organic acids are added anorganic acids: higher handling risks, corrosion, higher expenses
Application of urease inhibitors	Reduction potential must be proven in the individual case.	Reduction potential exists. Technical implementation in practice has not yet been realized. Distribution is still in the process of development. The costs are currently still very high. tested under aspects of health and environmental technology

**Schrifttum / Bibliography**

Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften / Acts, ordinances, administrative regulations

Richtlinie **2001/81/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmenge für bestimmte Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie), ABl. EG, 2001, Nr. L 309, S. 22–30

Richtlinie **2008/50/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa, ABl. EU, 2008, Nr. L 152, S. 1–44

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – **BImSchG**) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl I, 2002 Nr. 71, S. 3830–3855)

Tierschutzgesetz – **TierSchG** vom 24. Juli 1972 (BGBl I, S. 254) in der Fassung vom 18. Mai 2006 (BGBl I, 2006, Nr. 25, S. 1206–1222)

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – **TA Luft**) vom 24. Juli 2002 (GMBI, 2002, Nr. 25–29, S. 511–605)

Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngerverordnung – **DüV**). Neufassung vom 27. Februar 2007, BGBl I, 2007, Nr. 7, S. 221–240

Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung – **TierSchNutztV**) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl I, 206, Nr. 41, S. 2043–2056)

Verordnung über hygienische Anforderungen beim Halten von Schweinen (Schweinehaltungshygieneverordnung – **SchHaltHygV**) vom 7. Juni 1999 (BGBl I, 1999, Nr. 29, S. 1252–1260)

**Technische Regeln / Technical rules**

DIN 1045-1:2008-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 1: Bemessung und Konstruktion (Concrete, reinforced and prestressed concrete structures; Part 1: Design and construction). Zurückgezogen / Withdrawn 2011-01. Nachfolgedokumente / Following documents DIN EN 1992-1-1, DIN EN 1992-1-1/NA, DIN EN 1992-3, DIN EN 1992-3/NA

DIN 4140:2008-03 Dämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der technischen Gebäudeausrüstung; Ausführung von Wärme- und Kälte-dämmungen (Insulation work on industrial installations and building equipment; Execution of thermal and cold insulations). Berlin: Beuth Verlag

DIN 11622 Beiblatt 1:2006-01 Gärfuttersilos und Güllebehälter: Erläuterungen, Systemskizzen für Fußpunktausbildung (Silage and liquid manure containers; Explanatory notes, diagrams to illustrate the design of the base/wall joint). Berlin, Beuth Verlag

DIN 18910-1:2004-11 Wärmeschutz geschlossener Ställe; Wärmedämmung und Lüftung; Teil 1: Planungs- und Berechnungsgrundlagen für geschlossene zwangsbelüftete Ställe (Thermal insulation for closed livestock buildings; Thermal insulation and ventilation; Part 1: Principles for planning and design for closed ventilated livestock buildings). Berlin: Beuth Verlag

DIN 24970:1998-05 Dienstleistungsautomaten; Fahrausweisautomaten; Begriffe (Automatic service machines; Ticket machines; Concepts/Automates; Billetteries automatiques; Notions) Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 1992-1-1:2011-01 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010 (Eurocode 2: Design of concrete structures; Part 1-1: General rules and rules for buildings; German version EN 1992-1-1:2004 + AC:2010). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 Nationaler Anhang; National festgelegte Parameter; Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von

Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau (National Annex; Nationally determined parameters; Eurocode 2: Design of concrete structures; Part 1-1: General rules and rules for buildings). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 1992-3:2011-01 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 3: Silos und Behälterbauwerke aus Beton; Deutsche Fassung EN 1992-3:2006 (Eurocode 2: Design of concrete structures; Part 3: Liquid retaining and containment structures; German version EN 1992-3:2006). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 1992-3/NA:2011-01 Nationaler Anhang; National festgelegte Parameter; Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 3: Silos und Behälterbauwerke aus Beton (National Annex; Nationally determined parameters; Eurocode 2: Design of concrete structures; Part 3: Liquid retaining and containment structures). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 13725:2003-07 Luftbeschaffenheit; Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie; Deutsche Fassung EN 13725:2003 (Air quality; Determination of odour concentration by dynamic olfactometry; German version EN 13725:2003). Berlin, Beuth Verlag

DIN EN 13725 Berichtigung 1:2006-04 Luftbeschaffenheit; Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie; Deutsche Fassung EN 13725:2003, Berichtigungen zu DIN EN 13725:2003-07; Deutsche Fassung EN 13725:2003/AC:2006 (Air quality; Determination of odour concentration by dynamic olfactometry; Corrigenda to DIN EN 13725:2003-07; German version EN 13725:2003/AC:2006). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9000:2005-12 Qualitätsmanagementsysteme; Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2005); Dreisprachige Fassung EN ISO 9000:2005 (Quality management systems; Fundamentals and vocabulary (ISO 9000:2005); Trilingual version EN ISO 9000:2005. Berlin, Beuth Verlag

VDI 1000:2010-06 VDI-Richtlinienarbeit; Grundsätze und Anleitungen (VDI Guideline Work; Principles and procedures). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2262 Blatt 4:2006-03 Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz; Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe; Erfassen luftfremder Stoffe (Workplace air; Reduction of exposure to air pollutants; Capture of air pollutants). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2450 Blatt 1:1977-09 Messen von Emission, Transmission und Immission luftverunreinigender Stoffe; Begriffe, Definitionen, Erläuterungen (Measurement of air pollutant emission, transmission, and immission; Definitions and glossary of terms). Zurückgezogen / Withdrawn 2009-01. Kein Nachfolgedokument / No following document

VDI 2596:2009-02 Emissionsminderung; Schlachtbetriebe (Emission control; Slaughtering facilities). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3471:1986-06 Emissionsminderung; Tierhaltung; Schweine (Emission control; Livestock management; Pigs). Berlin, Beuth Verlag

VDI 3472:1986-06 Emissionsminderung; Tierhaltung; Hühner (Emission control; Livestock management; Hens). Berlin, Beuth Verlag

VDI 3473 Blatt 1:1994-11 (Entwurf / Draft) Emissionsminderung; Tierhaltung; Rinder; Geruch (Emission control; Livestock farming; Cattle; Odourants). Berlin, Beuth Verlag

VDI 3474:2001-03 (Entwurf / Draft) Emissionsminderung; Tierhaltung; Geruchsstoffe (Emission Control; Livestock Farming; Odour). Berlin, Beuth Verlag

VDI 3477:2004-11 Biologische Abgasreinigung; Biofilter (Biological waste gas purification; Biofilters). Berlin, Beuth Verlag

VDI 3478 Blatt 1:2011-03 Biologische Abgasreinigung; Biowäscher (Biological waste gas purification – Bioscrubbers). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3478 Blatt 2:2008-04 Biologische Abgasreinigung; Biorieselbettreaktoren (Biological waste gas purification; Biological trickle bed-reactors). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3894 Blatt 2:2011-06 (Entwurf / Draft) Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen; Methode zur Abstandsbestimmung (Abstandsregelung); Geruch (Emissions and their impacts from livestock operations; Method to determine separation distances (distance regulation); Odour). Berlin: Beuth Verlag

VDI 4255 Blatt 2:2009-12 Bioaerosole und biologische Agenzien; Emissionsquellen und -minderungsmaßnahmen in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung; Übersicht (Bioaerosols and biological agents; Sources of emissions and control measures of livestock farming; Overview). Berlin: Beuth Verlag

## Literatur / Literature

- [1] Grimm, E.; H. Döhler; S. Fritzsche; M. Schwab; P. Jäger; F. Siegel; E. Witzel; H. de Baey-Ernsten; A. Hackeschmidt; W. Achilles; J. Bauer; S. Zimmer-Rühle: Beste verfügbare Technik in der Intensivtierhaltung (Schweine- und Geflügelhaltung). UBA-Texte 75/02, Umweltbundesamt, Berlin 2002
- [2] KTBL-Schrift 446: Nationaler Bewertungsrahmen zur Beschreibung des Standes der Technik bei Tierhaltungsverfahren; Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), Darmstadt 2006
- [3] UN/ECE (Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen): Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-Level Ozone („Göteborger Multischadstoffprotokoll“). UN/ECE, New York und Genf, 1999
- [4] Chionière, Y.: Wind induced natural ventilation of low-rise buildings for livestock housing by the pressure difference method and concentration decay method. Thesis, University of Ottawa, Ottawa 1991
- [5] KTBL-Schrift 81 „Wasserversorgung in der Rinderhaltung; Wasserbedarf – Technik – Management“ Darmstadt, 2008  
KTBL-Schrift 82 „Wasserversorgung in der Schweinehaltung; Wasserbedarf – Technik – Management“ Darmstadt, 2009  
KTBL-Schrift 83 „Wasserversorgung in der Geflügelhaltung; Wasserbedarf – Technik – Management“ Darmstadt, 2009
- [6] Hartung, J.: Tentative calculations of gaseous emissions from pig houses by way of the exhaust air. In: Nielsen, V.C.; J.H. Voorburg; P. L'Hermite (eds.): Volatile Emissions from livestock farming and sewage operations. Elsevier Applied Science Publishers, London and New York 1988
- [7] Hardwiger-Fangmeier, A.; A. Fangmeier; H.-J. Jäger: Ammoniak in der bodennahen Atmosphäre – Emissionen, Immissionen und Auswirkungen auf terrestrische Ökosysteme. Forschungsbericht Nr. 28 (1994); Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
- [8] Oldenburg, J.: Geruchs- und Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung. KTBL-Schrift 333, KTBL e.V., Darmstadt 1989
- [9] Keck, M.; W. Büscher; Th. Jungbluth: Ammoniakfreisetzung aus der Schweinehaltung. Landtechnik (1995) 6, S. 374–375
- [10] Martinec, M.; E. Hartung; Th. Jungbluth: Daten zu Geruchsstoffemissionen aus der Tierhaltung. KTBL-Arbeitspapier 260, KTBL e.V., Darmstadt 1998
- [11] Macke, H.; H. van den Weghe: Wirksamkeit der in-situ-Kotbelüftung in Broilerställen zur Reduzierung der Emissionen aus Geflügelkot. In: Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel (Hrsg.): Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Beiträge zur 3. Internationalen Tagung am 11. und 12. März 1997 in Kiel, Kiel 1997, S. 507–521
- [12] aid-Heft „Ammoniak-Emissionen in der Landwirtschaft mindern – Gute fachliche Praxis“. Bonn, aid und KTBL (Hrsg.) 2003
- [13] Clarkson, C.R.; Misselbrook: Collecting and measuring odours for concentration and odour intensity in broiler houses. In: Nielsen, C.V.; J. Hartung; P.F. Pain (eds.): Odour and ammonia emissions from livestock production. EEC Publisher, Brussels 1991

- [14] *Fritsch, F.*: Die neue Düngeverordnung (KTBL-Heft 64). Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt 2009
- [15] *Karlsson, S.*: Measures to reduce ammonia losses from storage containers for liquid manure. Paper 96E-013 presented at AgEng Congress, Madrid 1996
- [16] Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): Vermeidung und Verminderung von Schadgas- und Geruchsstoffemissionen aus der Schweinehaltung durch Ersatzverfahren der Abdeckung von Güllebehältern. Bericht, Themenblatt-Nr. 014 05 510/98, Clausberg 1998
- [17] *Wanka, U.*; *P. Fleischer*; *G. Wirthgen*: Untersuchungen zur Wirksamkeit von Güllebehälterabdeckungen zur Reduzierung von Emissionen. Abschlussbericht der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Köllitsch 1996
- [18] *Klasink, A.*; *G. Steffens*: Abdeckmaterialien für Güllebehälter im Test. Landwirtschaftsblatt Weser-Ems, Nr. 14, 4. April 1997, S. 41–43
- [19] *Takai, H.*; *S. Pedersen*; *J.O. Johnson*; *J.H.M. Metz*; *P.W.G. Groot Koerkamp*; *G.H. Uenk*; *V.R. Phillips*; *M.R. Holden*; *R.W. Sneath*; *J.L. Short*; *R.P. White*; *J. Hartung*; *J. Seedorf*; *M. Schröder*; *K.H. Linkert*; *C.M. Wathes*: Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in northern Europe. J. agric. Eng. Res. (1998), pp. 49–58
- [20] KTBL: Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11. KTBL-Datensammlung. 22. Auflage. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt 2010
- [21] KTBL-Schrift 451: Abluftreinigung für Tierhaltungsanlagen – Verfahren – Leistungen – Kosten. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt 2006
- [22] DLG (2009): Prüfrahmen: Abluftreinigungssysteme für Tierhaltungsanlagen. DLG Testzentrum, Technik & Betriebsmittel Groß-Umstadt
- [23] *Frosch, W.*: Experimentelle Untersuchungen zum Einsatz von Flüssigmist-Additiven zur Emissionsminderung umweltrelevanter Gase und Verbesserung der Fließigenschaften des Flüssigmistes – dargestellt am Beispiel der Ferkelaufzucht. Forschungsbericht Agrartechnik 450, VDI-MEG, Halle (Saale) 2006
- [24] *Kroodsmä, W.*; *N.W.M. Ogink*: Volatile emissions from cow cubicle houses and its reduction by immersion of the slats with acidified slurry. In: *Voermans, J.A.M.*; *G.J. Monteny*: Ammonia and Odour Emissions From Animal Production Facilities. Proceedings of a International Symposium in Vinkeoord, Netherland, 6.–10. October 1997
- [25] *Koch, R.*: Berücksichtigung von Emissionszyklen in der Geruchsausbreitungsrechnung am Beispiel eines Masthähnchenstalles. Immissionsschutz 2/05 (2005) 56–60
- [26] KTBL-Schrift 449: Emissionen der Tierhaltung. Messung, Beurteilung und Minderung von Gasen, Stäuben und Keimen. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt 2006
- [27] *Lippmann, J.*: Untersuchungen zur Wirksamkeit emissionsmindernder Maßnahmen bei alternativen Legehennenhaltungsverfahren zur Reduzierung der Gase, Stäube und Keimbelastung. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 3/2007, Dresden
- [28] *Eurich-Menden, B.*; *H. Döhler*; *H. Van den Weghe* (2011): Ammoniakemissionsfaktoren im landwirtschaftlichen Emissionsinventar – Teil 2: Geflügel und Mastschweine, Geflügel. Landtechnik Jg. 66, Heft 1, 2011, S. 60–63
- [30] Ammoniak en veehouderijen – Inhoud pagina: Wijziging Regeling ammoniak en veehouderij <http://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw-tuinbouw/ammoniak-en/menu/nieuws/wijziging-regeling-0/>
- [31] *Sowa, A.*: Anforderungen an die Immissionsprognose und -beurteilung, Zeitreihen Masthähnchenhaltung, KTBL-vTI-Fachgespräch Emissionen Tierhaltung, 27./28.05.2010, vTI, Braunschweig
- [32] FAT476 (2005) Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen-Revision Vernehmlassungs-Entwurf vom 7. März 2005 Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen
- [33] Landkreis Cloppenburg: Festlegung der Geruchsemissionsfaktoren im Landkreis Cloppenburg. Stand 8. März 2005, Cloppenburg
- [34] *Wanka, U.*: Untersuchungen zur Abdeckung von Schweinegüllebehältern mit Strohhäcksel. Abschlussbericht erstellt in Zusammenarbeit mit dem Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Köllitsch, 2000
- [35] Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2010): GV-Schlüssel und Emissionsfaktoren Tierhaltung. <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/umwelt/download/luft/Emissionsfaktoren021208.xls>
- [36] *Döhler, H.*; *U. Dämmgen*; *B. Eurich-Menden*; *B. Osterburg*; *M. Lüttich*; *W. Berg*; *A. Bergschmidt*; *R. Brunsch*: Anpassung der deutschen Methodik zur rechnerischen Emissionsermittlung an internationale Richtlinien sowie Erfassung und Prognose der Ammoniak-Emissionen der deutschen Landwirtschaft und Szenarien zu deren Minderung bis zum Jahre 2010. Abschlussbericht im Auftrag von BMVEL und UBA. UBA-Texte 05/02, 2002
- [37] Regeling ammoniak en veehouderij Geldend op 04-10-2010 [http://wetten.overheid.nl/BWBR0013629/geldigheidsdatum\\_04-10-2010](http://wetten.overheid.nl/BWBR0013629/geldigheidsdatum_04-10-2010)
- [38] *Keck, M.*; *L.V. Caenegem*; *H. Ammann*; *R. Kaufmann* (2002): Emissionsschutzmassnahmen bei Güllenteichen: Technische Machbarkeit und wirtschaftliche Konsequenzen. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon
- [39] Immissionsschutzrechtliche Regelung für Rinderanlagen. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden; [http://www.landwirtschaft.sachsen.de/umwelt/download/luft/Rinderregelung\\_05-2008.pdf](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/umwelt/download/luft/Rinderregelung_05-2008.pdf)
- [40] *Amon, B.*; *M. Fröhlich*: Ammoniakemissionen aus frei gelüfteten Ställen und Wirtschaftsdüngerlagerstätten für Rinder. In: Emissionen der Tierhaltung. Messung, Beurteilung und Minderung von Gasen, Stäuben und Keimen. KTBL-Schrift 449, Darmstadt 2006, S. 49–64
- [41] *Schrade, S.*: Ammoniak- und PM10-Emissionen im Laufstall für Milchvieh mit freier Lüftung und Laufhof anhand einer Tracer-Ratio-Methode. VDIMEG-Schrift 483. Dissertation. Christian-Albrechts-Universität Kiel, 2009
- [42] *Takai, H.*; *S. Pedersen*; *J.O. Johnson*; *J.H.M. Metz*; *P.W.G. Groot Koerkamp*; *G.H. Uenk*; *V.R. Phillips*; *M.R. Holden*; *R.W. Sneath*; *J.L. Short*; *R.P. White*; *J. Hartung*; *J. Seedorf*; *M. Schröder*; *K.H. Linkert*; *C.M. Wathes*: Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in northern Europe. Journal of Agricultural Engineering Research 70, 1, 1998, pp. 59–77
- [43] KTBL-Schrift 447: Handhabung der TA Luft bei Tierhaltungsanlagen. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt 2006
- [44] *Brehme, G.*: Moderne Entenhaltung – Langzeitstudie von Emissionen und Abluftreinigungssystemen. In: KTBL (Hrsg.): 6. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. 25.–27. März 2003, Vechta
- [45] *Hinz, T.*: Messung luftgetragener Partikel in und aus der Geflügelhaltung. Landtechnik 2/2005, S. 2–3
- [46] *Heidenreich, T.*; *J. Lippmann*; *C. Höfert*; *U. Wanka*: Quantifizierung von Emissionen in der Rinderhaltung. Schriftenreihe des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 33/2008, Dresden, 32
- [47] *Eurich-Menden, B.*; *H. Döhler*; *H. Van den Weghe*: Ammoniakemissionsfaktoren im landwirtschaftlichen Emissionsinventar – Teil 1: Milchvieh. Landtechnik Jg. 65, Heft 6, 2010, S. 434–436

**Benennungsindex englisch – deutsch / Term index English – German**

Vorzugsbenennungen sind fett gesetzt. / Preferred terms are in bold.

<b>Englische Benennung / English term</b>	<b>Deutsche Vorzugsbenennung / German preferred term</b>
activity area	Laufbereich
air trap	Siphon
all-in all-out management	Rein-Raus-Verfahren
animal husbandry	Tierhaltungsanlage
area sources	Flächenquellen
biofilters	Biofilter
box	Abteil
branch of production	Produktionsrichtung
CAM feed	RAM-Futter
cattle yard	Laufhof
chemical washers	chemische Wäscher
combined techniques	Kombinationsverfahren
compartment	Abteil
continuous fattening technique	kontinuierliches Mastverfahren
conventional values für emission factors	Konventionswerte für Emissionsfaktoren
crude-protein-adapted mixed feed	RAM-Futter
demanuring	Entmistung
dung area	Kotbereich
eating area	Fressbereich
eating place	Fressbereich
emission	Emission
emission factor	Emissionsfaktor
equipment	Einrichtung
exhaust air	Abluft
exhaust air cleaning	Abluftreinigung
floating cover	Schwimmdecke
forced ventilation	Zwangslüftung
free-range husbandry	Freilandhaltung
free ventilation	freie Lüftung
functional area	Funktionsbereich
immission	Immission
liquid manure	Flüssigmist
litter	Einstreu
livestock unit	GV
loose house	Laufstall
Louisiana house	Louisiana-Stall
LU	GV
lying area	Liegebereich
mode of operation	Betriebsweise
nutrient-adapted feeding	nährstoffangepasste Fütterung
odorant	Geruchsstoff
odour unit	Geruchseinheit
open house	Offenstall
outdoor climate house	Außenklimastall
particles	Feinstaub
pen	Abteil
perforated floors	perforierte Böden
PM <sub>10</sub>	Feinstaub
PM <sub>2,5</sub>	Feinstaub
poultry dung	Geflügelkot
shaft ventilation	Schachtlüftung
silage	Silage
siphon	Siphon
slurry	Jauche
slurry cellar	Gülle Keller
solid manure	Festmist

**standard service time  
technique  
trickle-bed reactors  
ventilation  
wind-induced ventilation  
wintergarden  
yard**

**Standardservicezeit  
Verfahren  
Rieselbettreaktoren  
Lüftung  
windinduzierte Lüftung  
Kaltscharrraum  
Auslauf**